

ANEXO 1
ANÁLISIS QUÍMICO



UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE TECNOLOGÍA

ACREDITADA INTERNACIONALMENTE POR UNIVERSIDADES DE CHILE Y EL SISTEMA UNIVERSITARIO NACIONAL



CERTIFICADO DE ANÁLISIS N° 29112023

MUESTRA: CENIZA DE RASTRAJO DE MAIZ
CLIENTE: HURTADO SEQUEIROS OLGA YENY
ANÁLISIS POR: SiO₂, dióxido de silicio
FECHA DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA: 27 DE NOVIEMBRE DEL 2023
FECHA DE ANÁLISIS: 28/11/2023

ANÁLISIS QUÍMICO		
PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADO
SiO ₂	%	55,59

La Paz, 29 de noviembre del 2023


JEFE DE ANÁLISIS QUÍMICO
Lic. Osvaldo Valenzuela



ANEXO 2
CARTA DE VALIDACIÓN DEL USO DE
LABORATORIO

Tarija, 23 de febrero de 2023

Señor

Ing. Mario Luis Ticona Copa

DIRECTOR DE DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VIAS DE COMUNICACIÓN -
UAJMS

Presente:

REF.: SOLICITUD DE AUTORIZACION EQUIPOS DE LABORATORIO DE SUELOS

Ingeniero:

Mediante la presente solicito el préstamo del equipo del laboratorio de suelos para realizar ensayos de: contenido de humedad, determinación de granulometría, límites de Atterberg, relación de soporte de california (C.B.R.) y Proctor modificado, este estudio de suelos se realizará con muestras provenientes de las carreteras del departamento de Tarija.

El ensayo a realizar es para mi trabajo final titulado "INFLUENCIAS DE LAS CENIZAS DE RASTROJO DE MAIZ EN LAS PROPIEDADES MECANICAS EN SUBRASANTES ARCILLOSAS" que será presentado en la carrera de Ingeniería Civil.

Sin otro motivo me despido deseándole éxitos en las funciones que desempeña en bien de la comunidad estudiantil.

Atentamente.



Univ. Olga Yeny Hurtado Sequeiros

*Tp, 23 de febrero 2023
Señor J. Ricardo Arce A.
Ing. J. Ricardo Arce A.
Coordinar acciones de
la solicitud adjunta
Atte.*



M.Sc. Ing. Mario L. Ticona C.
DIRECTOR
DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFIA
Y VIAS DE COMUNICACION
CARRERA ING. CIVIL - U.A.J.M.S.

Tarija, 03 de agosto de 2023

Señor

Ing. Mario Luis Ticona Copa

DIRECTOR DE DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VIAS DE COMUNICACIÓN -
UAJMS

Presente:

REF.: SOLICITUD DE AUTORIZACION EQUIPOS DE LABORATORIO DE SUELOS

Ingeniero:

Mediante la presente solicito el préstamo del equipo del laboratorio de suelos para realizar ensayos de: contenido de humedad, determinación de granulometría, límites de Atterberg, relación de soporte de califormia (C.B.R.) y Proctor modificado, este estudio de suelos se realizará con muestras provenientes de las carreteras del departamento de Tarija.

El ensayo a realizar es para mi trabajo final titulado "INFLUENCIAS DE LAS CENIZAS DE RASTROJO DE MAIZ EN LAS PROPIEDADES MECANICAS EN SUBRASANTES ARCILLOSAS" que será presentado en la carrera de Ingeniería civil.

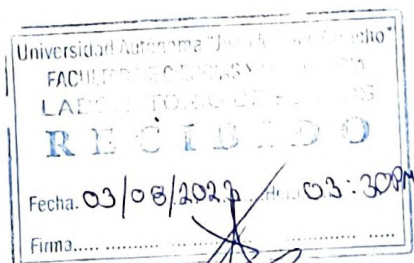
Sin otro motivo me despido deseándole éxitos en las funciones que desempeña en bien de la comunidad estudiantil.

Atentamente.



Univ. Olga Yeny Hurtado Sequeiros

Tarija, 3 de agosto de 2023
Señor
Ing. J. Ricardo Arce A
Coordinador actividades
de la solicitud adjunta
Atte.



M.Sc. Ing. Mario L. Ticona C.
DIRECTOR
DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFIA
Y VIAS DE COMUNICACION
CARRERA ING. CIVIL - U.A.J.M.S.

Anexo 3

ENSAYOS DE CONTROL A SUELOS EN ESTADO NATURAL



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA "JUAN MISAEL SARACHO"

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE SUELOS

CONTENIDO DE HUMEDAD-AGREGADO FINO

Proyecto: Análisis de la ceniza de rastrojo de maíz en pruebas de CBR para suelos arcillosos tipo CH y CL

Asignatura: CIV-502 Proyecto de Grado Ing. Civil

Zona: Fray Quebracho

Muestra:1

Fecha: 16/03/2023

CONTENIDO DE HUMEDAD			
Cápsula	1	2	3
Peso de suelo húmedo + Cápsula (g)	42.35	42.42	42.62
Peso de suelo seco + Cápsula (g)	39.60	39.68	39.89
Peso de cápsula (g)	12.35	12.42	12.62
Peso de suelo seco (g)	27.25	27.26	27.27
Peso del agua (g)	2.75	2.74	2.73
Contenido de humedad (%)	10.09	10.05	10.01
PROMEDIO	10.05		

Porcentaje de humedad Natural del Suelo (%) = 10 %

Olga Yeny Hurtado Sequeiros
TESISTA

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

Nota: El Laboratorio de Suelos de la Carrera de Ingenieria Civil, no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigacion, es enteramente responsabilidad del investigador.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS
GRANULOMETRÍA-AGREGADO FINO

Proyecto: Análisis de la ceniza de rastrojo de maíz en pruebas de CBR para suelos arcillosos tipo CH y CL

Asignatura: CIV-502 Proyecto de Grado Ing. Civil

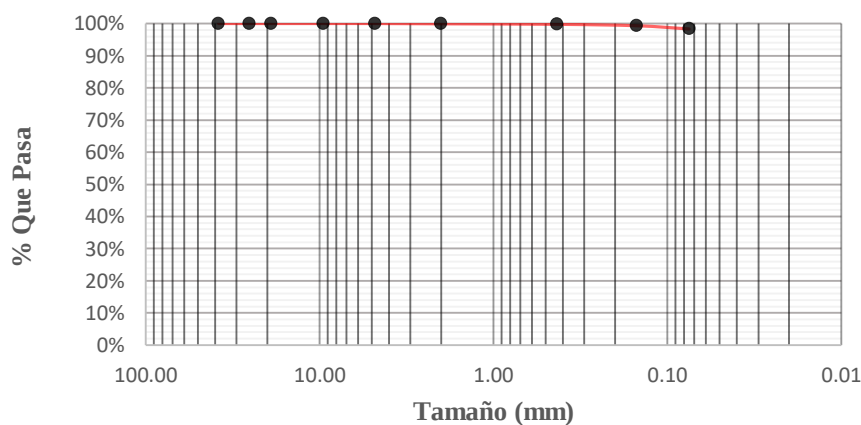
Zona: Fray Quebraco

Muestra: 1

Fecha: 23/03/2023

Peso Total (g.)		4000			
Tamices	tamaño (mm)	Peso Ret.	Ret. Acum.	% Ret.	% que pasa del total
1 1/2	38.10	0.00	0.00	0.00%	100.00%
1	25.40	0.00	0.00	0.00%	100.00%
3/4	19.05	0.00	0.00	0.00%	100.00%
3/8	9.50	0.00	0.00	0.00%	100.00%
Nº4	4.80	0.00	0.00	0.00%	100.00%
Nº10	2.00	3.79	3.79	0.09%	99.91%
Nº40	0.43	6.30	10.09	0.25%	99.75%
Nº100	0.15	17.44	27.53	0.69%	99.31%
Nº200	0.075	39.79	67.32	1.68%	98.32%
Base		0.00			

Curva Granulometrica de Agregado Fino



Olga Yeny Hurtado Sequeiros
TESISTA

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

Nota: El Laboratorio de Suelos de la Carrera de Ingeniería Civil, no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigación, es enteramente responsabilidad del investigador.



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE SUELOS

LÍMITES DE ATTERBERG-AGREGADO FINO

Proyecto: Análisis de la ceniza de rastrojo de maíz en pruebas de CBR para suelos arcillosos tipo CH y CL

Asignatura: CIV-502 Proyecto de Grado Ing. Civil

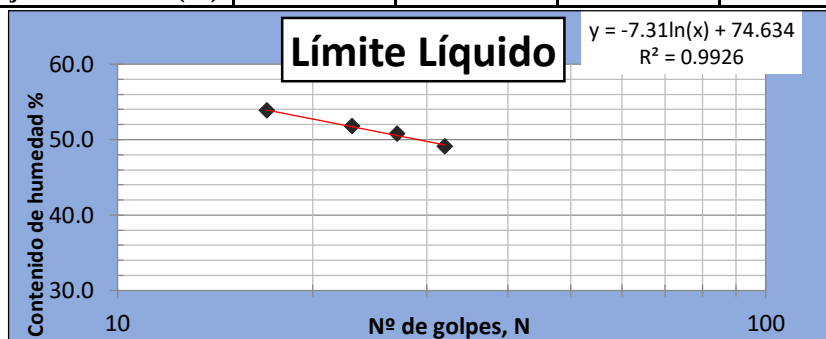
Zona: Fray Quebracho

Muestra: 1

Fecha: 26/04/23

Límite líquido

Capsula N°	1	2	3	4
N° de golpes	17	23	27	32
Suelo Húmedo + Cápsula(g)	30.66	33.53	31.55	33.76
Suelo Seco + Cápsula(g)	24.9	27.01	25.74	27.35
Peso del agua(g)	5.76	6.52	5.81	6.41
Peso de la Cápsula(g)	14.2	14.42	14.29	14.3
Peso Suelo seco(g)	10.7	12.59	11.45	13.05
Porcentaje de Humedad(%)	53.83	51.79	50.74	49.12



LL = 51.30

Límite Plástico

Cápsula	1	2	3
Peso de suelo húmedo + Cápsula(g)	15.34	16.46	16.35
Peso de suelo seco + Cápsula(g)	14.82	15.84	15.63
Peso de cápsula(g)	12.75	13.4	12.8
Peso de suelo seco(g)	2.07	2.44	2.83
Peso del agua(g)	0.52	0.62	0.72
Contenido de humedad(%)	25.12	25.41	25.44
LP	=	25.32	
IP	=	25.97	

Olga Yeny Hurtado Sequeiros
TESISTA

Ing. José Ricardo Arce Avendaño
RESP. DE LAB. DE SUELOS

Nota: El Laboratorio de Suelos de la Carrera de Ingeniería Civil, no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigación, es enteramente responsabilidad del investigador.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS

CLASIFICACIÓN DE SUELO FINO

Proyecto: Análisis de la ceniza de rastrojo de maíz en pruebas de CBR para suelos arcillosos tipo CH y CL

Asignatura: CIV-502 Proyecto de Grado Ing. Civil

Zona: Fray Quebracho

Muestra: 1

Fecha: 06 /04/2023

CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN S.U.C.S

% Que Pasa la Malla N° 200 = 98

Límite Líquido LL = 51

Límite Plástico LP = 25

I. de Plasticidad IP = 26

Suelo Según su Granulometría : Suelo Fino

Alta Plasticidad

Tipo de Simbología : Simbología Normal

Tipo de Suelo : CH , MH , OH

Suelo : CH inorgánico

Características del Suelo : CH Son arcillas de alta plasticidad, es decir con límite líquido mayor a 50 %, se caracterizan por tener alta compresibilidad.

CLASIFICACIÓN AASHTO

Parámetros Usados

% Que Pasa la Malla N° 200 = 98

% Que Pasa la Malla N° 40 = 100

% Que Pasa la Malla N° 10 = 100

Límite Líquido LL = 51

Límite Plástico LP = 25

I. de Plasticidad IP = 26

Tipo de Suelo : Material Limo Arcilloso

Clasificación de Suelos : A - 7

Suelo : A-7-6 (17)

Tipo de Material : Suelo Arcilloso

Determinación del Índice de Grupo IG

a =	40.00	IG =	17.00
b =	40.00		
c =	11.30		
d =	15.97		

Olga Yeny Hurtado Sequeiros
TESISTA

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

Nota: El Laboratorio de Suelos de la Carrera de Ingeniería Civil, no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigación, es enteramente responsabilidad del investigador.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA "JUAN MISAEL SARACHO"

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE SUELOS

CONTENIDO DE HUMEDAD-AGREGADO FINO

Proyecto: Análisis de la ceniza de rastrojo de maíz en pruebas de CBR para suelos arcillosos tipo CH y CL

Asignatura: CIV-502 Proyecto de Grado Ing. Civil

Zona: Fray Quebracho

Muestra:2

Fecha: 16/03/2023

CONTENIDO DE HUMEDAD			
Cápsula	1	2	3
Peso de suelo húmedo + Cápsula (g)	50.53	48.39	48.30
Peso de suelo seco + Cápsula (g)	47.73	45.59	45.51
Peso de cápsula (g)	17.22	15.08	14.99
Peso de suelo seco (g)	30.51	30.51	30.52
Peso del agua (g)	2.8	2.8	2.79
Contenido de humedad (%)	9.18	9.18	9.14
PROMEDIO	9.17		

Porcentaje de humedad Natural del Suelo (%) = 9 %

Olga Yeny Hurtado Sequeiros
TESISTA

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

Nota: El Laboratorio de Suelos de la Carrera de Ingeniería Civil, no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigación, es enteramente responsabilidad del investigador.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS
GRANULOMETRÍA-AGREGADO FINO

Proyecto: Análisis de la ceniza de rastrojo de maíz en pruebas de CBR para suelos arcillosos tipo CH y CL

Asignatura: CIV-502 Proyecto de Grado Ing. Civil

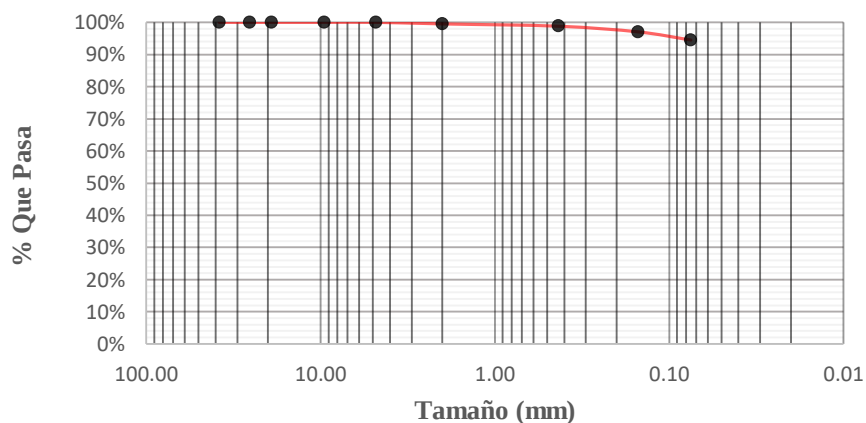
Zona: Fray Quebracho

Muestra:2

Fecha: 23/03/2023

Peso Total (g.)		4000			
Tamices	tamaño (mm)	Peso Ret.	Ret. Acum.	% Ret.	% que pasa del total
1 1/2	38.10	0.00	0.00	0.00%	100.00%
1	25.40	0.00	0.00	0.00%	100.00%
3/4	19.05	0.00	0.00	0.00%	100.00%
3/8	9.50	0.00	0.00	0.00%	100.00%
Nº4	4.80	0.00	0.00	0.00%	100.00%
Nº10	2.00	19.67	19.67	0.49%	99.51%
Nº40	0.43	28.70	48.37	1.21%	98.79%
Nº100	0.15	70.80	119.17	2.98%	97.02%
Nº200	0.075	101.06	220.23	5.51%	94.49%
Base		0.00			

Curva Granulometrica de Agregado Fino



Olga Yeny Hurtado Sequeiros
TESISTA

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

Nota: El Laboratorio de Suelos de la Carrera de Ingenieria Civil, no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigacion, es enteramente responsabilidad del investigador.



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE SUELOS

LÍMITES DE ATTERBERG-AGREGADO FINO

Proyecto: Análisis de la ceniza de rastrojo de maíz en pruebas de CBR para suelos arcillosos tipo CH y CL

Asignatura: CIV-502 Proyecto de Grado Ing. Civil

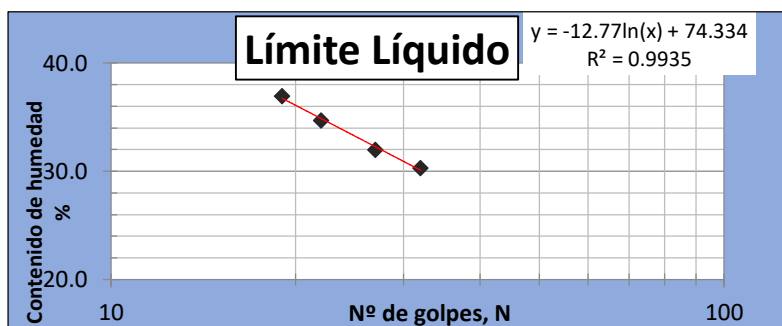
Zona: Fray Quebracho

Muestra: 2

Fecha: 23/03/23

Límite líquido

Capsula N°	1	2	3	4
N° de golpes	19	22	27	32
Suelo Húmedo + Cápsula(g)	34.93	49.11	46.12	42.34
Suelo Seco + Cápsula(g)	29.43	41.04	38.54	35.57
Peso del agua(g)	5.5	8.07	7.58	6.77
Peso de la Cápsula(g)	14.54	17.8	14.86	13.23
Peso Suelo seco(g)	14.89	23.24	23.68	22.34
Porcentaje de Humedad(%)	36.94	34.72	32.01	30.30



LL = 33.23

Límite Plástico

Cápsula	1	2	3
Peso de suelo húmedo + Cápsula(g)	17.92	18.69	20.86
Peso de suelo seco + Cápsula(g)	17.46	18.3	20.38
Peso de cápsula(g)	14.91	16.15	17.56
Peso de suelo seco(g)	2.55	2.15	2.82
Peso del agua(g)	0.46	0.39	0.48
Contenido de humedad(%)	18.04	18.14	17.02
LP	=		17.73
IP	=		15.50

Olga Yeny Hurtado Sequeiros
TESISTA

Ing. Jose Ricardo Arce
Avendaño

Nota: El Laboratorio de Suelos de la carrera de Ingenieria Civil no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigacion, es enteramente responsabilidad del investigador.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS

CLASIFICACIÓN DE SUELO FINO

Proyecto: Análisis de la ceniza de rastrojo de maíz en pruebas de CBR para suelos arcillosos tipo CH y CL

Asignatura: CIV-502 Proyecto de Grado Ing. Civil

Zona: Fray Quebracho

Muestra: 2

Fecha: 06 /04/2023

CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN S.U.C.S

% Que Pasa la Malla N° 200 = 94

Límite Líquido LL = 33

Límite Plástico LP = 18

I. de Plasticidad IP = 15

Suelo Según su Granulometría : Suelo Fino

Baja Plasticidad

Tipo de Simbología : Simbología Normal

Tipo de Suelo : CL , ML , OL

Suelo : CL inorgánico

Características del Suelo : CL Son arcillas de baja plasticidad, es decir con límite líquido menor a 50 %, se caracterizan por tener baja compresibilidad.

CLASIFICACIÓN AASHTO

Parámetros Usados

% Que Pasa la Malla N° 200 = 98

% Que Pasa la Malla N° 40 = 99

% Que Pasa la Malla N° 10 = 100

Límite Líquido LL = 33

Límite Plástico LP = 18

I. de Plasticidad IP = 15

Tipo de Suelo : Material Limo Arcilloso

Clasificación de Suelos : A - 6

Suelo : A - 6 (11)

Tipo de Material : Suelo Arcilloso

Determinación del Índice de Grupo IG

a =	40.00	IG =	11.00
b =	40.00		
c =	0.00		
d =	5.50		

Olga Yeny Hurtado Sequeiros
TESISTA

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

Nota: El Laboratorio de Suelos de la Carrera de Ingeniería Civil, no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigación, es enteramente responsabilidad del investigador.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA "JUAN MISAEL SARACHO"

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE SUELOS

CONTENIDO DE HUMEDAD-AGREGADO FINO

Proyecto: Análisis de la ceniza de rastrojo de maíz en pruebas de CBR para suelos arcillosos tipo CH y CL

Asignatura: CIV-502 Proyecto de Grado Ing. Civil

Zona: Fray Quebracho

Muestra: 3

Fecha: 16/03/2023

CONTENIDO DE HUMEDAD			
Cápsula	1	2	3
Peso de suelo húmedo + Cápsula (g)	101.30	98.72	106.92
Peso de suelo seco + Cápsula (g)	96.43	93.84	101.67
Peso de cápsula (g)	14.22	13.24	12.37
Peso de suelo seco (g)	82.21	80.6	89.3
Peso del agua (g)	4.87	4.88	5.25
Contenido de humedad (%)	5.92	6.05	5.88
PROMEDIO	5.95		

Porcentaje de humedad Natural del Suelo (%) = 6 %

Olga Yeny Hurtado Sequeiros
TESISTA

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

Nota: El Laboratorio de Suelos de la Carrera de Ingeniería Civil, no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigación, es enteramente responsabilidad del investigador.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA "JUAN MISAEL SARACHO"

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE SUELOS

GRANULOMETRÍA-AGREGADO FINO

Proyecto: Análisis de la ceniza de rastrojo de maíz en pruebas de CBR para suelos arcillosos tipo CH y CL

Asignatura: CIV-502 Proyecto de Grado Ing. Civil

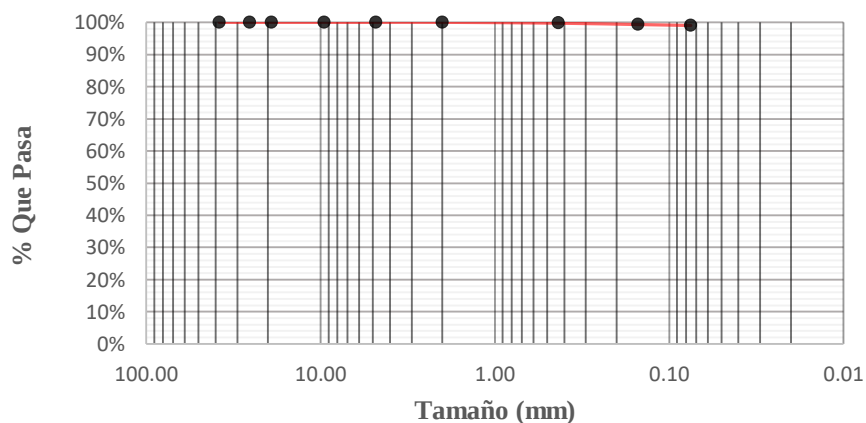
Zona: Fray Quebracho

Muestra: 3

Fecha: 23/03/2023

Peso Total (g.)		4000			
Tamices	tamaño (mm)	Peso Ret.	Ret. Acum.	% Ret.	% que pasa del total
1 1/2	38.10	0.00	0.00	0.00%	100.00%
1	25.40	0.00	0.00	0.00%	100.00%
3/4	19.05	0.00	0.00	0.00%	100.00%
3/8	9.50	0.00	0.00	0.00%	100.00%
Nº4	4.80	0.00	0.00	0.00%	100.00%
Nº10	2.00	0.00	0.00	0.00%	100.00%
Nº40	0.43	10.88	10.88	0.27%	99.73%
Nº100	0.15	16.97	27.85	0.70%	99.30%
Nº200	0.075	11.68	39.53	0.99%	99.01%
Base		0.00			

Curva Granulometrica de Agregado Fino



Olga Yeny Hurtado Sequeiros
TESISTA

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

Nota: El Laboratorio de Suelos de la Carrera de Ingenieria Civil, no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigacion, es enteramente responsabilidad del investigador.



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA

CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

LABORATORIO DE SUELOS

LÍMITES DE ATTERBERG-AGREGADO FINO

Proyecto: Análisis de la ceniza de rastrojo de maíz en pruebas de CBR para suelos arcillosos tipo CH y CL

Asignatura: CIV-502 Proyecto de Grado Ing. Civil

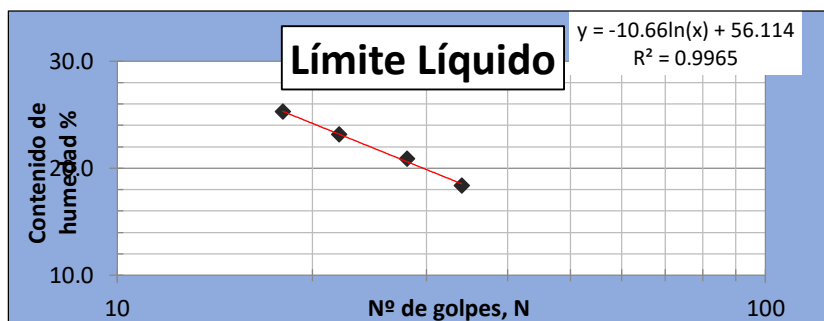
Zona: Fray Quebracho

Muestra: 3

Fecha: 23/03/23

Límite líquido

Capsula N°	1	2	3	4
N° de golpes	18	22	28	34
Suelo Húmedo + Cápsula(g)	30.86	29.59	31.08	33.21
Suelo Seco + Cápsula(g)	27.27	26.35	27.87	30.13
Peso del agua(g)	3.59	3.24	3.21	3.08
Peso de la Cápsula(g)	13.06	12.35	12.48	13.37
Peso Suelo seco(g)	14.21	14	15.39	16.76
Porcentaje de Humedad(%)	25.26	23.14	20.86	18.38



LL = 21.80

Límite Plástico

Cápsula	1	2	3
Peso de suelo húmedo + Cápsula(g)	15.21	13.18	15.79
Peso de suelo seco + Cápsula(g)	14.89	12.88	15.51
Peso de cápsula(g)	12.00	10.16	12.97
Peso de suelo seco(g)	2.89	2.72	2.54
Peso del agua(g)	0.32	0.30	0.28
Contenido de humedad(%)	11.07	11.03	11.02
LP	=	11.04	
IP	=	10.76	

Olga Yeny Hurtado Sequeiros
TESISTA

Ing. Jose Ricardo Arce
Avendaño

Nota: El Laboratorio de Suelos de la carrera de Ingeniería Civil no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigación, es enteramente responsabilidad del investigador.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA "JUAN MISAE SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS

CLASIFICACIÓN DE SUELO FINO

Proyecto: Análisis de la ceniza de rastrojo de maíz en pruebas de CBR para suelos arcillosos tipo CH y CL

Asignatura: CIV-502 Proyecto de Grado Ing. Civil

Zona: Fray Quebracho

Muestra: 3

Fecha: 06 /04/2023

CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN S.U.C.S

% Que Pasa la Malla N° 200 = 99

Límite Líquido LL = 22

Límite Plástico LP = 11

I. de Plasticidad IP = 11

Suelo Según su Granulometría : Suelo Fino

Baja Plasticidad

Tipo de Simbología : Simbología Normal

Tipo de Suelo : CL , ML , OL

Suelo : CL inorgánico

Características del Suelo : CL Son arcillas de baja plasticidad, es decir con límite líquido menor a 50 %, se caracterizan por tener baja a media compresibilidad.

CLASIFICACIÓN AASHTO

Parámetros Usados

% Que Pasa la Malla N° 200 = 98

% Que Pasa la Malla N° 40 = 100

% Que Pasa la Malla N° 10 = 100

Límite Líquido LL = 22

Límite Plástico LP = 11

I. de Plasticidad IP = 11

Tipo de Suelo : Material Limo Arcilloso

Clasificación de Suelos : A - 6

Suelo : A - 6 (9)

Tipo de Material : Suelo Arcilloso

Determinación del Índice de Grupo IG

a =	40.00	IG =	9.00
b =	40.00		
c =	0.00		
d =	0.76		

Olga Yeny Hurtado Sequeiros
TESISTA

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

Nota: El Laboratorio de Suelos de la Carrera de Ingeniería Civil, no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigación, es enteramente responsabilidad del investigador.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA "JUAN MISAEL SARACHO"

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE SUELOS

GRANULOMETRÍA-AGREGADO FINO

Proyecto: Análisis de la ceniza de rastrojo de maíz en pruebas de CBR para suelos arcillosos tipo CH y CL

Asignatura: CIV-502 Proyecto de Grado Ing. Civil

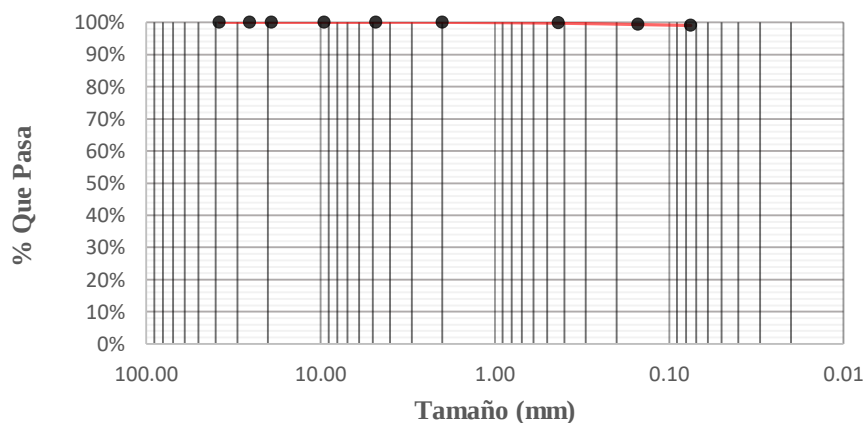
Zona: Fray Quebracho

Muestra: 3

Fecha: 23/03/2023

Peso Total (g.)		4000			
Tamices	tamaño (mm)	Peso Ret.	Ret. Acum.	% Ret.	% que pasa del total
1 1/2	38.10	0.00	0.00	0.00%	100.00%
1	25.40	0.00	0.00	0.00%	100.00%
3/4	19.05	0.00	0.00	0.00%	100.00%
3/8	9.50	0.00	0.00	0.00%	100.00%
Nº4	4.80	0.00	0.00	0.00%	100.00%
Nº10	2.00	0.00	0.00	0.00%	100.00%
Nº40	0.43	10.88	10.88	0.27%	99.73%
Nº100	0.15	16.97	27.85	0.70%	99.30%
Nº200	0.075	11.68	39.53	0.99%	99.01%
Base		0.00			

Curva Granulometrica de Agregado Fino



Olga Yeny Hurtado Sequeiros
TESISTA

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

Nota: El Laboratorio de Suelos de la Carrera de Ingenieria Civil, no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigacion, es enteramente responsabilidad del investigador.



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA

CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

LABORATORIO DE SUELOS

LÍMITES DE ATTERBERG-AGREGADO FINO

Proyecto: Análisis de la ceniza de rastrojo de maíz en pruebas de CBR para suelos arcillosos tipo CH y CL

Asignatura: CIV-502 Proyecto de Grado Ing. Civil

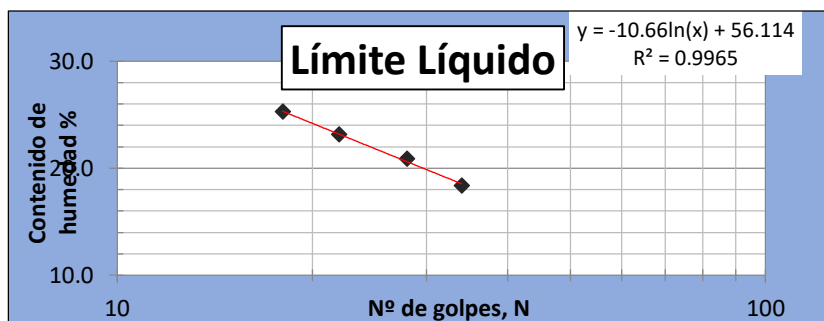
Zona: Fray Quebracho

Muestra: 3

Fecha: 23/03/23

Límite líquido

Capsula N°	1	2	3	4
N° de golpes	18	22	28	34
Suelo Húmedo + Cápsula(g)	30.86	29.59	31.08	33.21
Suelo Seco + Cápsula(g)	27.27	26.35	27.87	30.13
Peso del agua(g)	3.59	3.24	3.21	3.08
Peso de la Cápsula(g)	13.06	12.35	12.48	13.37
Peso Suelo seco(g)	14.21	14	15.39	16.76
Porcentaje de Humedad(%)	25.26	23.14	20.86	18.38



LL = 21.80

Límite Plástico

Cápsula	1	2	3
Peso de suelo húmedo + Cápsula(g)	15.21	13.18	15.79
Peso de suelo seco + Cápsula(g)	14.89	12.88	15.51
Peso de cápsula(g)	12.00	10.16	12.97
Peso de suelo seco(g)	2.89	2.72	2.54
Peso del agua(g)	0.32	0.30	0.28
Contenido de humedad(%)	11.07	11.03	11.02
LP	=		11.04
IP	=		10.76

Olga Yeny Hurtado Sequeiros
TESISTA

Ing. Jose Ricardo Arce
Avendaño

Nota: El Laboratorio de Suelos de la carrera de Ingeniería Civil no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigación, es enteramente responsabilidad del investigador.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA "JUAN MISAE SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS

CLASIFICACIÓN DE SUELO FINO

Proyecto: Análisis de la ceniza de rastrojo de maíz en pruebas de CBR para suelos arcillosos tipo CH y CL

Asignatura: CIV-502 Proyecto de Grado Ing. Civil

Zona: Fray Quebracho

Muestra: 3

Fecha: 06 /04/2023

CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN S.U.C.S

% Que Pasa la Malla N° 200 = 99

Límite Líquido LL = 22

Límite Plástico LP = 11

I. de Plasticidad IP = 11

Suelo Según su Granulometría : Suelo Fino

Baja Plasticidad

Tipo de Simbología : Simbología Normal

Tipo de Suelo : CL , ML , OL

Suelo : CL inorgánico

Características del Suelo : CL Son arcillas de baja plasticidad, es decir con límite líquido menor a 50 %, se caracterizan por tener baja a media compresibilidad.

CLASIFICACIÓN AASHTO

Parámetros Usados

% Que Pasa la Malla N° 200 = 98

% Que Pasa la Malla N° 40 = 100

% Que Pasa la Malla N° 10 = 100

Límite Líquido LL = 22

Límite Plástico LP = 11

I. de Plasticidad IP = 11

Tipo de Suelo : Material Limo Arcilloso

Clasificación de Suelos : A - 6

Suelo : A - 6 (9)

Tipo de Material : Suelo Arcilloso

Determinación del Índice de Grupo IG

a =	40.00	IG =	9.00
b =	40.00		
c =	0.00		
d =	0.76		

Olga Yeny Hurtado Sequeiros
TESISTA

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

Nota: El Laboratorio de Suelos de la Carrera de Ingeniería Civil, no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigación, es enteramente responsabilidad del investigador.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA "JUAN MISAEL SARACHO"

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

LABORATORIO DE SUELOS

CONTENIDO DE HUMEDAD-AGREGADO FINO

Proyecto: Análisis de la ceniza de rastrojo de maíz en pruebas de CBR para suelos arcillosos tipo CH y CL

Asignatura: CIV-502 Proyecto de Grado Ing. Civil

Zona: Fray Quebracho

Muestra: 4

Fecha: 16/03/2023

CONTENIDO DE HUMEDAD			
Cápsula	1	2	3
Peso de suelo húmedo + Cápsula (g)	46.37	45.38	47.09
Peso de suelo seco + Cápsula (g)	41.65	41.53	43.32
Peso de cápsula (g)	16.28	15.33	17.05
Peso de suelo seco (g)	25.37	26.2	26.27
Peso del agua (g)	4.72	3.85	3.77
Contenido de humedad (%)	18.60	14.69	14.35
PROMEDIO	15.88		

Porcentaje de humedad Natural del Suelo (%) = 16 %

Olga Yeny Hurtado Sequeiros
TESISTA

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

Nota: El Laboratorio de Suelos de la Carrera de Ingenieria Civil, no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigacion, es enteramente responsabilidad del investigador.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA "JUAN MISAEL SARACHO"

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

LABORATORIO DE SUELOS

GRANULOMETRÍA-AGREGADO FINO

Proyecto: Análisis de la ceniza de rastrojo de maíz en pruebas de CBR para suelos arcillosos tipo CH y CL

Asignatura: CIV-502 Proyecto de Grado Ing. Civil

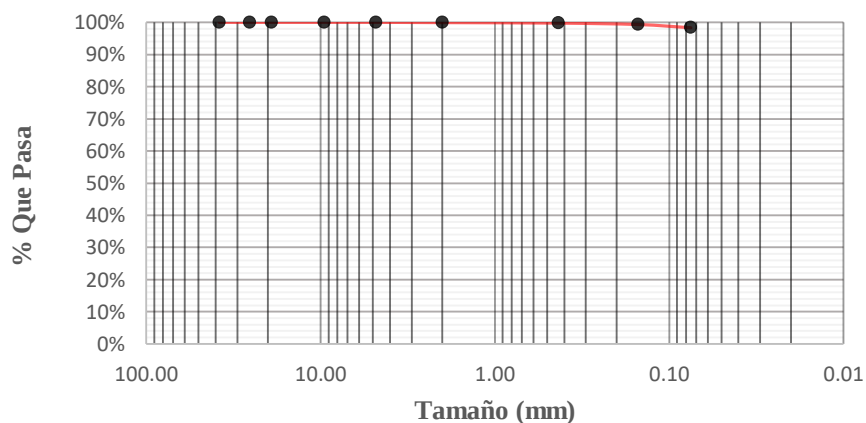
Zona: Fray Quebracho

Muestra: 4

Fecha: 23/03/2023

Peso Total (g.)		4000			
Tamices	tamaño (mm)	Peso Ret.	Ret. Acum.	% Ret.	% que pasa del total
1 1/2	38.10	0.00	0.00	0.00%	100.00%
1	25.40	0.00	0.00	0.00%	100.00%
3/4	19.05	0.00	0.00	0.00%	100.00%
3/8	9.50	0.00	0.00	0.00%	100.00%
Nº4	4.80	0.00	0.00	0.00%	100.00%
Nº10	2.00	3.79	3.79	0.09%	99.91%
Nº40	0.43	6.30	10.09	0.25%	99.75%
Nº100	0.15	17.44	27.53	0.69%	99.31%
Nº200	0.075	39.79	67.32	1.68%	98.32%
Base		0.00			

Curva Granulometrica de Agregado Fino



Olga Yeny Hurtado Sequeiros
TESISTA

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

Nota: El Laboratorio de Suelos de la Carrera de Ingeniería Civil, no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigación, es enteramente responsabilidad del investigador.



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA

CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

LABORATORIO DE SUELOS

LÍMITES DE ATTERBERG-AGREGADO FINO

Proyecto: Análisis de la ceniza de rastrojo de maíz en pruebas de CBR para suelos arcillosos tipo CH y CL

Asignatura: CIV-502 Proyecto de Grado Ing. Civil

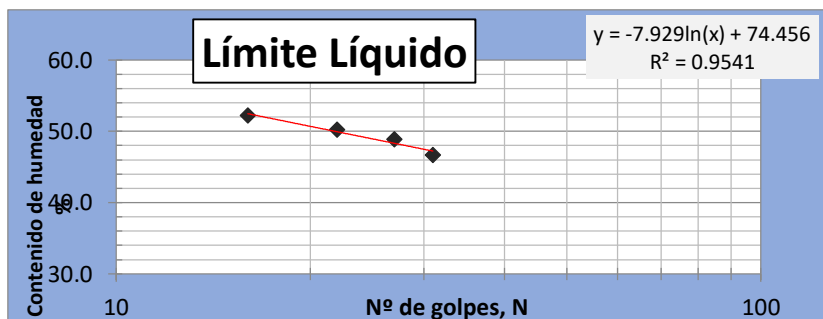
Zona: Fray Quebracho

Muestra: 4

Fecha: 23/03/23

Límite líquido

Capsula N°	1	2	3	4
N° de golpes	16	22	27	31
Suelo Húmedo + Cápsula(g)	34.20	34.63	33.64	32.70
Suelo Seco + Cápsula(g)	27.03	27.43	26.70	26.54
Peso del agua(g)	7.17	7.2	6.94	6.16
Peso de la Cápsula(g)	13.30	13.09	12.50	13.34
Peso Suelo seco(g)	13.73	14.34	14.2	13.2
Porcentaje de Humedad(%)	52.22	50.21	48.87	46.67



LL	=	48.93
----	---	-------

Límite Plástico

Cápsula	1	2	3
Peso de suelo húmedo + Cápsula(g)	16.65	15.87	15.90
Peso de suelo seco + Cápsula(g)	16.01	15.19	15.25
Peso de cápsula(g)	13.45	12.58	12.76
Peso de suelo seco(g)	2.56	2.61	2.49
Peso del agua(g)	0.64	0.68	0.65
Contenido de humedad(%)	25.00	26.05	26.10
	LP	=	25.72
	IP	=	23.21

Olga Yeny Hurtado Sequeiros
TESISTA

Ing. Jose Ricardo Arce
Avendaño

Nota: El Laboratorio de Suelos de la carrera de Ingeniería Civil no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigación, es enteramente responsabilidad del investigador.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA "JUAN MISAE SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS

CLASIFICACIÓN DE SUELO FINO

Proyecto: Análisis de la ceniza de rastrojo de maíz en pruebas de CBR para suelos arcillosos tipo CH y CL

Signatura: CIV-502 Proyecto de Grado Ing. Civil

Zona: Fray Quebracho

Muestra: 4

Fecha: 06 /04/2023

CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN S.U.C.S

% Que Pasa la Malla N° 200 = 98

Límite Líquido LL = 49

Límite Plástico LP = 26

I. de Plasticidad IP = 23

Suelo Según su Granulometría : Suelo Fino

Baja Plasticidad

Tipo de Simbología : Simbología Normal

Tipo de Suelo : CL , ML , OL

Suelo : CL inorgánico

Características del Suelo : CL Son arcillas de baja plasticidad, es decir con límite líquido menor a 50 %, se caracterizan por tener baja a media compresibilidad.

CLASIFICACIÓN AASHTO

Parámetros Usados

% Que Pasa la Malla N° 200 = 98

% Que Pasa la Malla N° 40 = 100

% Que Pasa la Malla N° 10 = 100

Límite Líquido LL = 49

Límite Plástico LP = 26

I. de Plasticidad IP = 23

Tipo de Suelo : Material Limo Arcilloso

Clasificación de Suelos : A - 7

Suelo : A - 7 (16)

Tipo de Material : Suelo Arcilloso

Determinación del Índice de Grupo IG

a =	40.00	IG =	16.00
b =	40.00		
c =	8.93		
d =	13.21		

Olga Yeny Hurtado Sequeiros
TESISTA

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

Nota: El Laboratorio de Suelos de la Carrera de Ingeniería Civil, no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigación, es enteramente responsabilidad del investigador.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA "JUAN MISAEL SARACHO"

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

LABORATORIO DE SUELOS

CONTENIDO DE HUMEDAD-AGREGADO FINO

Proyecto: Análisis de la ceniza de rastrojo de maíz en pruebas de CBR para suelos arcillosos tipo CH y CL

Asignatura: CIV-502 Proyecto de Grado Ing. Civil

Zona: Fray Quebracho

Muestra: 5

Fecha: 16/03/2023

CONTENIDO DE HUMEDAD			
Cápsula	1	2	3
Peso de suelo húmedo + Cápsula (g)	106.44	112.44	114.66
Peso de suelo seco + Cápsula (g)	97.47	103.09	105.11
Peso de cápsula (g)	12.61	12.71	12.61
Peso de suelo seco (g)	84.86	90.38	92.5
Peso del agua (g)	8.97	9.35	9.55
Contenido de humedad (%)	10.57	10.35	10.32
PROMEDIO	10.41		

Porcentaje de humedad Natural del Suelo (%) = 10 %

Olga Yeny Hurtado Sequeiros
TESISTA

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

Nota: El Laboratorio de Suelos de la Carrera de Ingenieria Civil, no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigacion, es enteramente responsabilidad del investigador.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA "JUAN MISAEL SARACHO"

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

LABORATORIO DE SUELOS

GRANULOMETRÍA-AGREGADO FINO

Proyecto: Análisis de la ceniza de rastrojo de maíz en pruebas de CBR para suelos arcillosos tipo CH y CL

Asignatura: CIV-502 Proyecto de Grado Ing. Civil

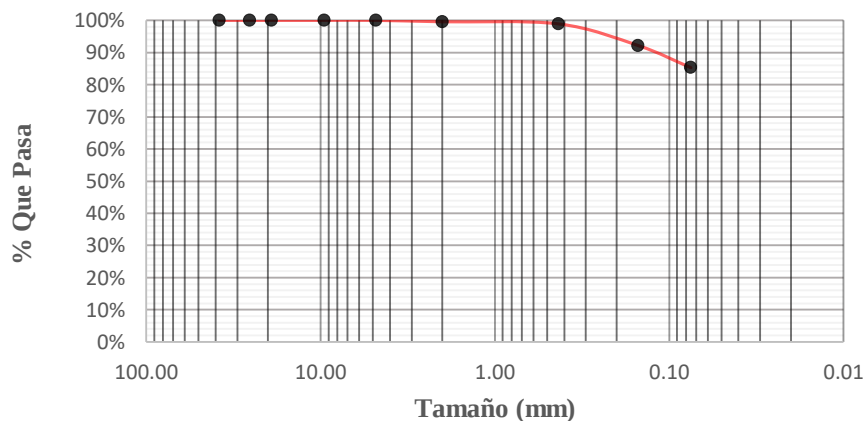
Zona: Fray Quebracho

Muestra: 5

Fecha: 23/03/2023

Peso Total (g.)		4000			
Tamices	tamaño (mm)	Peso Ret.	Ret. Acum.	% Ret.	% que pasa del total
1 1/2	38.10	0.00	0.00	0.00%	100.00%
1	25.40	0.00	0.00	0.00%	100.00%
3/4	19.05	0.00	0.00	0.00%	100.00%
3/8	9.50	0.00	0.00	0.00%	100.00%
Nº4	4.80	0.00	0.00	0.00%	100.00%
Nº10	2.00	17.95	17.95	0.45%	99.55%
Nº40	0.43	26.68	44.63	1.12%	98.88%
Nº100	0.15	270.22	314.85	7.87%	92.13%
Nº200	0.075	273.99	588.84	14.72%	85.28%
Base		0.00			

Curva Granulometrica de Agregado Fino



Olga Yeny Hurtado Sequeiros
TESISTA

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

Nota: El Laboratorio de Suelos de la Carrera de Ingeniería Civil, no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigación, es enteramente responsabilidad del investigador.



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA

CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

LABORATORIO DE SUELOS

LÍMITES DE ATTERBERG-AGREGADO FINO

Proyecto: Análisis de la ceniza de rastrojo de maíz en pruebas de CBR para suelos arcillosos tipo CH y CL

Asignatura: CIV-502 Proyecto de Grado Ing. Civil

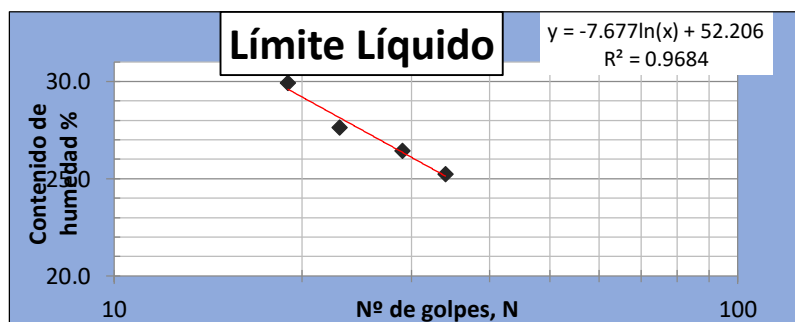
Zona: Fray Quebracho

Muestra: 5

Fecha: 23/03/23

Límite líquido

Capsula N°	1	2	3	4
N° de golpes	19	23	29	34
Suelo Húmedo + Cápsula(g)	41.86	42.04	37.68	41.72
Suelo Seco + Cápsula(g)	36.13	36.18	32.94	36.29
Peso del agua(g)	5.73	5.86	4.74	5.43
Peso de la Cápsula(g)	16.98	14.97	15.01	14.78
Peso Suelo seco(g)	19.15	21.21	17.93	21.51
Porcentaje de Humedad(%)	29.92	27.63	26.44	25.24



LL	=	27.49
----	---	-------

Límite Plástico

Cápsula	1	2	3
Peso de suelo húmedo + Cápsula(g)	21.80	21.62	19.99
Peso de suelo seco + Cápsula(g)	21.39	21.14	19.55
Peso de cápsula(g)	18.65	18.34	16.89
Peso de suelo seco(g)	2.74	2.8	2.66
Peso del agua(g)	0.41	0.48	0.44
Contenido de humedad(%)	14.96	17.14	16.54
	LP	=	16.22
	IP	=	11.28

Olga Yeny Hurtado Sequeiros
TESISTA

Ing. Jose Ricardo Arce
Avendaño

Nota: El Laboratorio de Suelos de la carrera de Ingeniería Civil no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigación, es enteramente responsabilidad del investigador.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS

CLASIFICACIÓN DE SUELO FINO

Proyecto: Análisis de la ceniza de rastrojo de maíz en pruebas de CBR para suelos arcillosos tipo CH y CL

Asignatura: CIV-502 Proyecto de Grado Ing. Civil

Zona: Fray Quebracho

Muestra: 5

Fecha: 06 /04/2023

CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN S.U.C.S

% Que Pasa la Malla N° 200 = 85

Límite Líquido LL = 27

Límite Plástico LP = 16

I. de Plasticidad IP = 11

Suelo Según su Granulometría : Suelo Fino

Baja Plasticidad

Tipo de Simbología : Simbología Normal

Tipo de Suelo : CL , ML , OL

Suelo : CL inorgánico

Características del Suelo : CL Son arcillas de baja plasticidad, es decir con límite líquido menor a 50 %, se caracterizan por tener baja a media compresibilidad.

CLASIFICACIÓN AASHTO

Parámetros Usados

% Que Pasa la Malla N° 200 = 98

% Que Pasa la Malla N° 40 = 99

% Que Pasa la Malla N° 10 = 100

Límite Líquido LL = 27

Límite Plástico LP = 16

I. de Plasticidad IP = 11

Tipo de Suelo : Material Limo Arcilloso

Clasificación de Suelos : A - 6

Suelo : A - 6 (9)

Tipo de Material : Suelo Arcilloso

Determinación del Índice de Grupo IG

a =	40.00	IG =	9.00
b =	40.00		
c =	0.00		
d =	1.28		

Olga Yeny Hurtado Sequeiros
TESISTA

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

Nota: El Laboratorio de Suelos de la Carrera de Ingeniería Civil, no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigación, es enteramente responsabilidad del investigador.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA "JUAN MISAEL SARACHO"

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

LABORATORIO DE SUELOS

CONTENIDO DE HUMEDAD-AGREGADO FINO

Proyecto: Análisis de la ceniza de rastrojo de maíz en pruebas de CBR para suelos arcillosos tipo CH y CL

Asignatura: CIV-502 Proyecto de Grado Ing. Civil

Zona: Constructor

Muestra:6

Fecha: 05/03/2023

CONTENIDO DE HUMEDAD			
Cápsula	1	2	3
Peso de suelo húmedo + Cápsula (g)	42.60	42.42	42.35
Peso de suelo seco + Cápsula (g)	39.37	39.19	39.10
Peso de cápsula (g)	12.60	12.42	12.35
Peso de suelo seco (g)	26.77	26.77	26.75
Peso del agua (g)	3.23	3.23	3.25
Contenido de humedad (%)	12.07	12.07	12.15
PROMEDIO	12.09		

Porcentaje de humedad Natural del Suelo (%) = 12 %

Olga Yeny Hurtado Sequeiros
TESISTA

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

Nota: El Laboratorio de Suelos de la Carrera de Ingenieria Civil. no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigacion, es enteramente responsabilidad del investigador.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS
GRANULOMETRÍA-AGREGADO FINO

Proyecto: Análisis de la ceniza de rastrojo de maíz en pruebas de CBR para suelos arcillosos tipo CH y CL

Asignatura: CIV-502 Proyecto de Grado Ing. Civil

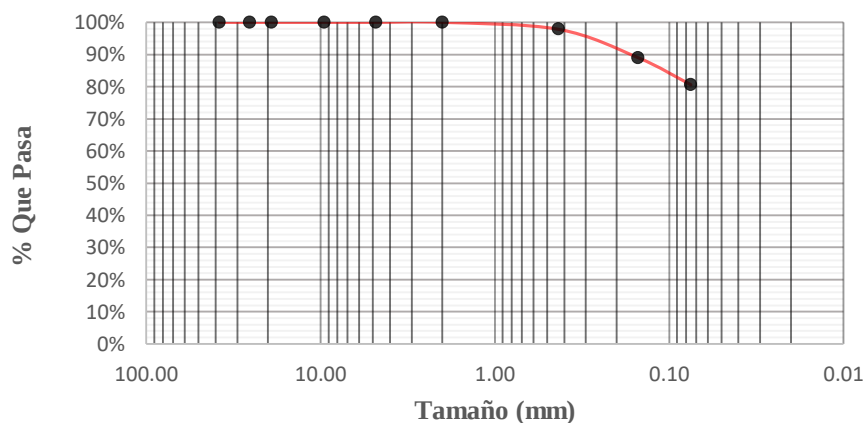
Zona: Constructor

Muestra:6

Fecha: 23/03/2023

Peso Total (g.)		1000			
Tamices	tamaño (mm)	Peso Ret.	Ret. Acum.	% Ret.	% que pasa del total
1 1/2	38.10	0.00	0.00	0.00%	100.00%
1	25.40	0.00	0.00	0.00%	100.00%
3/4	19.05	0.00	0.00	0.00%	100.00%
3/8	9.50	0.00	0.00	0.00%	100.00%
Nº4	4.80	0.00	0.00	0.00%	100.00%
Nº10	2.00	0.00	0.00	0.00%	100.00%
Nº40	0.43	21.81	21.81	2.18%	97.82%
Nº100	0.15	88.59	110.40	11.04%	88.96%
Nº200	0.075	83.61	194.01	19.40%	80.60%
Base		0.00			

Curva Granulometrica de Agregado Fino



Olga Yeny Hurtado Sequeiros
TESISTA

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

Nota: El Laboratorio de Suelos de la Carrera de Ingenieria Civil, no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigacion, es enteramente responsabilidad del investigador.



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA

CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

LABORATORIO DE SUELOS

LÍMITES DE ATTERBERG-AGREGADO FINO

Proyecto: Análisis de la ceniza de rastrojo de maíz en pruebas de CBR para suelos arcillosos tipo CH y CL

Asignatura: CIV-502 Proyecto de Grado Ing. Civil

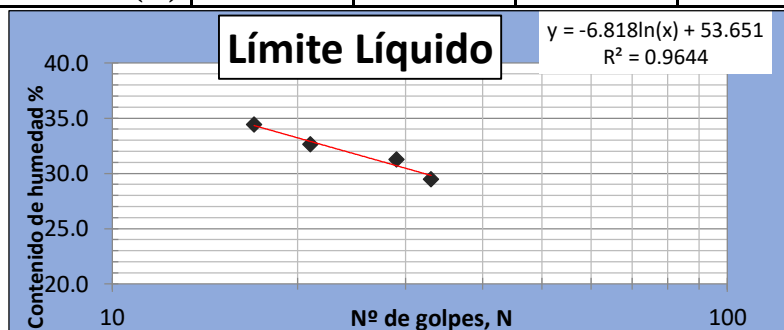
Zona: Constructor

Muestra: 6

Fecha: 05/04/23

Límite líquido

Capsula N°	1	2	3	4
N° de golpes	17	21	29	33
Suelo Húmedo + Cápsula(g)	42.60	44.40	44.40	47.10
Suelo Seco + Cápsula(g)	35.15	36.65	36.81	39.52
Peso del agua(g)	7.45	7.75	7.59	7.58
Peso de la Cápsula(g)	13.50	12.90	12.50	13.80
Peso Suelo seco(g)	21.65	23.75	24.31	25.72
Porcentaje de Humedad(%)	34.41	32.63	31.22	29.47



LL	=	31.70
----	---	-------

Límite Plástico

Cápsula	1	2	3
Peso de suelo húmedo + Cápsula(g)	16.40	15.90	16.10
Peso de suelo seco + Cápsula(g)	15.90	15.51	15.70
Peso de cápsula(g)	12.40	12.80	12.90
Peso de suelo seco(g)	3.5	2.71	2.8
Peso del agua(g)	0.50	0.39	0.40
Contenido de humedad(%)	14.29	14.39	14.29
LP	=	14.32	
IP	=	17.38	

Olga Yeny Hurtado Sequeiros
TESISTA

Ing. Jose Ricardo Arce
Avendaño

Nota: El Laboratorio de Suelos de la Carrera de Ingeniería Civil, no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigación, es enteramente responsabilidad del investigador.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS

CLASIFICACIÓN DE SUELO FINO

Proyecto: Análisis de la ceniza de rastrojo de maíz en pruebas de CBR para suelos arcillosos tipo CH y CL

Asignatura: CIV-502 Proyecto de Grado Ing. Civil

Zona: Constructor

Muestra: 6

Fecha: 20 /04/2023

CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN S.U.C.S

% Que Pasa la Malla N° 200 = 81

Límite Líquido LL = 32

Límite Plástico LP = 14

I. de Plasticidad IP = 17

Suelo Según su Granulometría : Suelo Fino

Baja Plasticidad

Tipo de Simbología : Simbología Normal

Tipo de Suelo : CL , ML , OL

Suelo : CL inorgánico

Características del Suelo : CL Son arcillas de baja plasticidad, es decir con límite líquido menor a 50 %, se caracterizan por tener de baja a media compresibilidad.

CLASIFICACIÓN AASHTO

Parámetros Usados

% Que Pasa la Malla N° 200 = 81

% Que Pasa la Malla N° 40 = 98

% Que Pasa la Malla N° 10 = 100

Límite Líquido LL = 32

Límite Plástico LP = 14

I. de Plasticidad IP = 17

Tipo de Suelo : Material Limo Arcilloso

Clasificación de Suelos : A - 6

Suelo : A-6 (11)

Tipo de Material : Suelo Arcilloso

Determinación del Índice de Grupo IG

a =	40.00	IG =	11.00
b =	40.00		
c =	0.00		
d =	7.38		

Olga Yeny Hurtado Sequeiros
TESISTA

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

Nota: El Laboratorio de Suelos de la Carrera de Ingenieria Civil, no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigacion, es enteramente responsabilidad del investigador.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA "JUAN MISAEL SARACHO"

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE SUELOS

CONTENIDO DE HUMEDAD-AGREGADO FINO

Proyecto: Análisis de la ceniza de rastrojo de maíz en pruebas de CBR para suelos arcillosos tipo CH y CL

Asignatura: CIV-502 Proyecto de Grado Ing. Civil

Zona: Constructor

Muestra: 7

Fecha: 16/03/2023

CONTENIDO DE HUMEDAD			
Cápsula	1	2	3
Peso de suelo húmedo + Cápsula (g)	43.14	43.88	42.79
Peso de suelo seco + Cápsula (g)	39.74	40.48	39.37
Peso de cápsula (g)	13.14	13.88	12.79
Peso de suelo seco (g)	26.6	26.6	26.58
Peso del agua (g)	3.4	3.4	3.42
Contenido de humedad (%)	12.78	12.78	12.87
PROMEDIO	12.81		

Porcentaje de humedad Natural del Suelo (%) = 13 %

Olga Yeny Hurtado Sequeiros
TESISTA

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

Nota: El Laboratorio de Suelos de la Carrera de Ingeniería Civil, no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigación, es enteramente responsabilidad del investigador.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS
GRANULOMETRÍA-AGREGADO FINO

Proyecto: Análisis de la ceniza de rastrojo de maíz en pruebas de CBR para suelos arcillosos tipo CH y CL

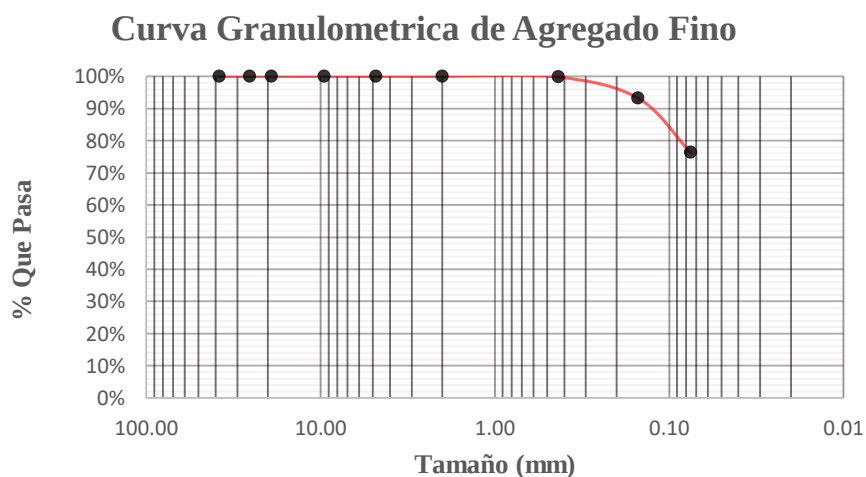
Asignatura: CIV-502 Proyecto de Grado Ing. Civil

Zona: Constructor

Muestra: 7

Fecha: 23/03/2023

Peso Total (g.)		1000			
Tamices	tamaño (mm)	Peso Ret.	Ret. Acum.	% Ret.	% que pasa del total
1 1/2	38.10	0.00	0.00	0.00%	100.00%
1	25.40	0.00	0.00	0.00%	100.00%
3/4	19.05	0.00	0.00	0.00%	100.00%
3/8	9.50	0.00	0.00	0.00%	100.00%
Nº4	4.80	0.00	0.00	0.00%	100.00%
Nº10	2.00	0.00	0.00	0.00%	100.00%
Nº40	0.43	2.44	2.44	0.24%	99.76%
Nº100	0.15	66.21	68.65	6.87%	93.14%
Nº200	0.075	168.92	237.57	23.76%	76.24%
Base		0.00			



Olga Yeny Hurtado Sequeiros
TESISTA

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

Nota: El Laboratorio de Suelos de la Carrera de Ingenieria Civil, no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigacion, es enteramente responsabilidad del investigador.



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE SUELOS

LÍMITES DE ATTERBERG-AGREGADO FINO

Proyecto: Análisis de la ceniza de rastrojo de maíz en pruebas de CBR para suelos arcillosos tipo CH y CL

Asignatura: CIV-502 Proyecto de Grado Ing. Civil

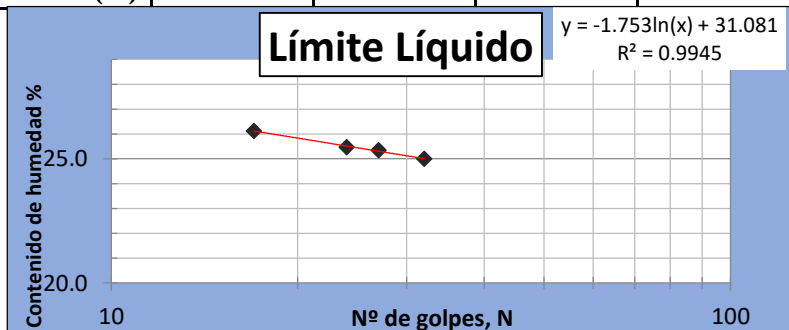
Zona: Constructor

Muestra: 7

Fecha: 23/03/23

Límite líquido

Capsula N°	1	2	3	4
N° de golpes	17	24	27	32
Suelo Húmedo + Cápsula(g)	42.87	45.19	42.18	49.10
Suelo Seco + Cápsula(g)	36.59	38.60	36.24	41.90
Peso del agua(g)	6.28	6.59	5.94	7.2
Peso de la Cápsula(g)	12.55	12.72	12.80	13.10
Peso Suelo seco(g)	24.04	25.88	23.44	28.8
Porcentaje de Humedad(%)	26.12	25.46	25.34	25.00



LL	=	25.44
----	---	-------

Límite Plástico

Cápsula	1	2	3
Peso de suelo húmedo + Cápsula(g)	17.51	16.89	20.48
Peso de suelo seco + Cápsula(g)	17.08	16.47	20.04
Peso de cápsula(g)	14.43	13.86	17.32
Peso de suelo seco(g)	2.65	2.61	2.72
Peso del agua(g)	0.43	0.42	0.44
Contenido de humedad(%)	16.23	16.09	16.18
	LP	=	16.16
	IP	=	9.27

Olga Yeny Hurtado Sequeiros
TESISTA

Ing. Jose Ricardo Arce
Avendaño

Nota: El Laboratorio de Suelos de la carrera de Ingenieria Civil no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigacion, es enteramente responsabilidad del investigador.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS

CLASIFICACIÓN DE SUELO FINO

Proyecto: Análisis de la ceniza de rastrojo de maíz en pruebas de CBR para suelos arcillosos tipo CH y CL

Asignatura: CIV-502 Proyecto de Grado Ing. Civil

Zona: Constructor

Muestra: 7

Fecha: 06 /04/2023

CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN S.U.C.S

% Que Pasa la Malla N° 200 = 76

Límite Líquido LL = 25

Límite Plástico LP = 16

I. de Plasticidad IP = 9

Suelo Según su Granulometría : Suelo Fino

Baja Plasticidad

Tipo de Simbología : Simbología Normal

Tipo de Suelo : CL , ML , OL

Suelo : CL inorgánico

Características del Suelo : CL Son arcillas de baja plasticidad, es decir con límite líquido menor a 50 %, se caracterizan por tener baja a media compresibilidad.

CLASIFICACIÓN AASHTO

Parámetros Usados

% Que Pasa la Malla N° 200 = 98

% Que Pasa la Malla N° 40 = 100

% Que Pasa la Malla N° 10 = 100

Límite Líquido LL = 25

Límite Plástico LP = 16

I. de Plasticidad IP = 9

Tipo de Suelo : Material Limo Arcilloso

Clasificación de Suelos : A - 4

Suelo : A - 4 (8)

Tipo de Material : Suelo Limoso

Determinación del Índice de Grupo IG

a =	40.00	IG =	8.00
b =	40.00		
c =	0.00		
d =	0.00		

Olga Yeny Hurtado Sequeiros
TESISTA

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

Nota: El Laboratorio de Suelos de la Carrera de Ingeniería Civil, no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigación, es enteramente responsabilidad del investigador.

Anexo 4

ENSAYOS DE CONTROL A SUELOS TRATADOS CON CENIZA DE RASTROJO DE MAIZ

RESULTADOS CON 0% DE CENIZA DE
RASTROJO DE MAÍZ
(SUELO CL DEL BARRIO CONSTRUCTOR)



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA

CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

LABORATORIO DE SUELOS

LÍMITES DE ATTERBERG-AGREGADO FINO

Proyecto: Análisis de la ceniza de rastrojo de maíz en pruebas de CBR para suelos arcillosos tipo CH y CL

Asignatura: CIV-502 Proyecto de Grado Ing. Civil

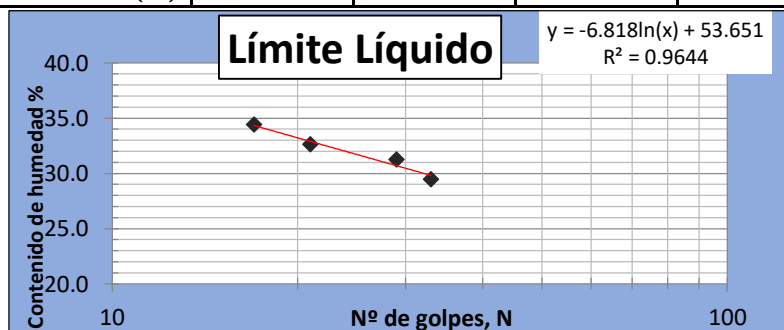
Zona: Constructor

Muestra: 6

Fecha: 05/04/23

Límite líquido

Capsula N°	1	2	3	4
N° de golpes	17	21	29	33
Suelo Húmedo + Cápsula(g)	42.60	44.40	44.40	47.10
Suelo Seco + Cápsula(g)	35.15	36.65	36.81	39.52
Peso del agua(g)	7.45	7.75	7.59	7.58
Peso de la Cápsula(g)	13.50	12.90	12.50	13.80
Peso Suelo seco(g)	21.65	23.75	24.31	25.72
Porcentaje de Humedad(%)	34.41	32.63	31.22	29.47



LL	=	31.70
----	---	-------

Límite Plástico

Cápsula	1	2	3
Peso de suelo húmedo + Cápsula(g)	16.40	15.90	16.10
Peso de suelo seco + Cápsula(g)	15.90	15.51	15.70
Peso de cápsula(g)	12.40	12.80	12.90
Peso de suelo seco(g)	3.5	2.71	2.8
Peso del agua(g)	0.50	0.39	0.40
Contenido de humedad(%)	14.29	14.39	14.29
	LP	=	14.32
	IP	=	17.38

Olga Yeny Hurtado Sequeiros
TESISTA

Ing. Jose Ricardo Arce
Avendaño

Nota: El Laboratorio de Suelos de la Carrera de Ingeniería Civil, no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigación, es enteramente responsabilidad del investigador.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS

CLASIFICACIÓN DE SUELO FINO

Proyecto: Análisis de la ceniza de rastrojo de maíz en pruebas de CBR para suelos arcillosos tipo CH y CL

Signatura: CIV-502 Proyecto de Grado Ing. Civil

Zona: Constructor

Muestra: 6

Fecha: 20 /04/2023

CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN S.U.C.S

% Que Pasa la Malla N° 200 = 81

Límite Líquido LL = 32

Límite Plástico LP = 14

I. de Plasticidad IP = 17

Suelo Según su Granulometría : Suelo Fino

Baja Plasticidad

Tipo de Simbología : Simbología Normal

Tipo de Suelo : CL , ML , OL

Suelo : CL inorgánico

Características del Suelo : CL Son arcillas de baja plasticidad, es decir con límite líquido menor a 50 %, se caracterizan por tener de baja a media compresibilidad.

CLASIFICACIÓN AASHTO

Parámetros Usados

% Que Pasa la Malla N° 200 = 81

% Que Pasa la Malla N° 40 = 98

% Que Pasa la Malla N° 10 = 100

Límite Líquido LL = 32

Límite Plástico LP = 14

I. de Plasticidad IP = 17

Tipo de Suelo : Material Limo Arcilloso

Clasificación de Suelos : A - 6

Suelo : A-6 (11)

Tipo de Material : Suelo Arcilloso

Determinación del Índice de Grupo IG

a =	40.00	IG =	11.00
b =	40.00		
c =	0.00		
d =	7.38		

Olga Yeny Hurtado Sequeiros
TESISTA

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

Nota: El Laboratorio de Suelos de la Carrera de Ingenieria Civil, no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigacion, es enteramente responsabilidad del investigador.



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA

CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

LABORATORIO DE SUELOS

LÍMITES DE ATTERBERG-AGREGADO FINO

Proyecto: Análisis de la ceniza de rastrojo de maíz en pruebas de CBR para suelos arcillosos tipo CH y CL

Asignatura: CIV-502 Proyecto de Grado Ing. Civil

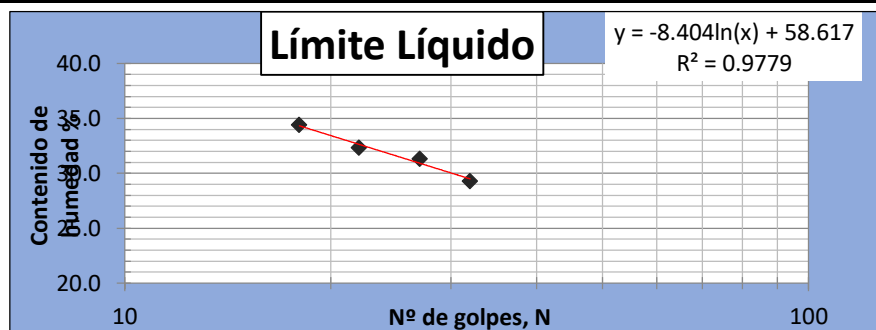
Zona: Constructor

Muestra: 6

Fecha: 16/04/23

Límite líquido

Capsula N°	1	2	3	4
N° de golpes	18	22	27	32
Suelo Húmedo + Cápsula(g)	41.60	42.90	45.68	48.48
Suelo Seco + Cápsula(g)	34.15	35.40	38.10	40.55
Peso del agua(g)	7.45	7.5	7.58	7.93
Peso de la Cápsula(g)	12.50	12.20	13.90	13.50
Peso Suelo seco(g)	21.65	23.2	24.2	27.05
Porcentaje de Humedad(%)	34.41	32.33	31.32	29.32



LL = 31.57

Límite Plástico

Cápsula	1	2	3
Peso de suelo húmedo + Cápsula(g)	17.40	15.85	16.10
Peso de suelo seco + Cápsula(g)	16.98	15.45	15.70
Peso de cápsula(g)	14.03	12.68	12.93
Peso de suelo seco(g)	2.95	2.77	2.77
Peso del agua(g)	0.42	0.40	0.40
Contenido de humedad(%)	14.24	14.44	14.44
LP	=	14.37	
IP	=	17.19	

Olga Yeny Hurtado Sequeiros
TESISTA

Ing. Jose Ricardo Arce
Avendaño

Nota: El Laboratorio de Suelos de la Carrera de Ingeniería Civil, no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigación, es enteramente responsabilidad del investigador.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA "JUAN MISAE SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS

CLASIFICACIÓN DE SUELO FINO

Proyecto: Análisis de la ceniza de rastrojo de maíz en pruebas de CBR para suelos arcillosos tipo CH y CL

Signatura: CIV-502 Proyecto de Grado Ing. Civil

Zona: Constructor

Muestra: 6

Fecha: 20 /04/2023

CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN S.U.C.S

% Que Pasa la Malla N° 200 = 81

Límite Líquido LL = 32

Límite Plástico LP = 14

I. de Plasticidad IP = 17

Suelo Según su Granulometría : Suelo Fino

Baja Plasticidad

Tipo de Simbología : Simbología Normal

Tipo de Suelo : CL , ML , OL

Suelo : CL inorgánico

Características del Suelo : CL Son arcillas de baja plasticidad, es decir con límite líquido menor a 50 %, se caracterizan por tener de baja a media compresibilidad.

CLASIFICACIÓN AASHTO

Parámetros Usados

% Que Pasa la Malla N° 200 = 81

% Que Pasa la Malla N° 40 = 98

% Que Pasa la Malla N° 10 = 100

Límite Líquido LL = 32

Límite Plástico LP = 14

I. de Plasticidad IP = 17

Tipo de Suelo : Material Limo Arcilloso

Clasificación de Suelos : A - 6

Suelo : A-6 (11)

Tipo de Material : Suelo Arcilloso

Determinación del Índice de Grupo IG

a =	40.00	IG =	11.00
b =	40.00		
c =	0.00		
d =	7.19		

Olga Yeny Hurtado Sequeiros
TESISTA

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

Nota: El Laboratorio de Suelos de la Carrera de Ingeniería Civil, no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigación, es enteramente responsabilidad del investigador.



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA

CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

LABORATORIO DE SUELOS

LÍMITES DE ATTERBERG-AGREGADO FINO

Proyecto: Análisis de la ceniza de rastrojo de maíz en pruebas de CBR para suelos arcillosos tipo CH y CL

Asignatura: CIV-502 Proyecto de Grado Ing. Civil

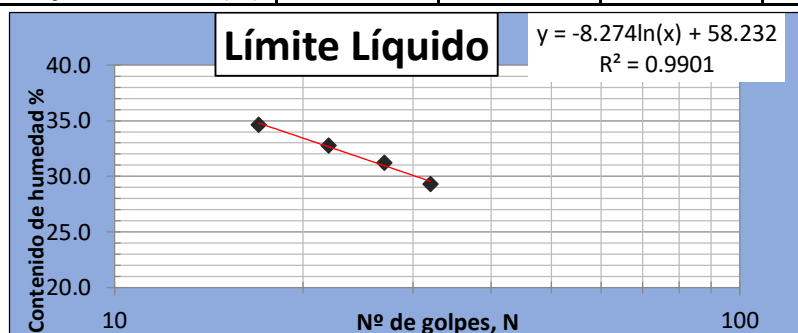
Zona: Constructor

Muestra: 6

Fecha: 19/04/23

Límite líquido

Capsula N°	1	2	3	4
N° de golpes	17	22	27	32
Suelo Húmedo + Cápsula(g)	41.60	43.40	43.40	47.10
Suelo Seco + Cápsula(g)	34.35	35.75	36.00	39.55
Peso del agua(g)	7.25	7.65	7.4	7.55
Peso de la Cápsula(g)	13.43	12.40	12.30	13.80
Peso Suelo seco(g)	20.92	23.35	23.7	25.75
Porcentaje de Humedad(%)	34.66	32.76	31.22	29.32



LL = 31.60

Límite Plástico

Cápsula	1	2	3
Peso de suelo húmedo + Cápsula(g)	17.40	14.90	16.10
Peso de suelo seco + Cápsula(g)	16.95	14.50	15.70
Peso de cápsula(g)	13.82	11.72	12.92
Peso de suelo seco(g)	3.13	2.78	2.78
Peso del agua(g)	0.45	0.40	0.40
Contenido de humedad(%)	14.38	14.39	14.39
LP	=	14.38	
IP	=	17.21	

Olga Yeny Hurtado Sequeiros
TESISTA

Ing. Jose Ricardo Arce
Avendaño

Nota: El Laboratorio de Suelos de la Carrera de Ingeniería Civil, no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigación, es enteramente responsabilidad del investigador.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS

CLASIFICACIÓN DE SUELO FINO

Proyecto: Análisis de la ceniza de rastrojo de maíz en pruebas de CBR para suelos arcillosos tipo CH y CL

Signatura: CIV-502 Proyecto de Grado Ing. Civil

Zona: Constructor

Muestra: 6

Fecha: 20 /04/2023

CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN S.U.C.S

% Que Pasa la Malla N° 200 = 81

Límite Líquido LL = 32

Límite Plástico LP = 14

I. de Plasticidad IP = 17

Suelo Según su Granulometría : Suelo Fino

Baja Plasticidad

Tipo de Simbología : Simbología Normal

Tipo de Suelo : CL , ML , OL

Suelo : CL inorgánico

Características del Suelo : CL Son arcillas de baja plasticidad, es decir con límite líquido menor a 50 %, se caracterizan por tener de baja a media compresibilidad.

CLASIFICACIÓN AASHTO

Parámetros Usados

% Que Pasa la Malla N° 200 = 81

% Que Pasa la Malla N° 40 = 98

% Que Pasa la Malla N° 10 = 100

Límite Líquido LL = 32

Límite Plástico LP = 14

I. de Plasticidad IP = 17

Tipo de Suelo : Material Limo Arcilloso

Clasificación de Suelos : A - 6

Suelo : A-6 (11)

Tipo de Material : Suelo Arcilloso

Determinación del Índice de Grupo IG

a =	40.00	IG =	11.00
b =	40.00		
c =	0.00		
d =	7.21		

Olga Yeny Hurtado Sequeiros
TESISTA

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

Nota: El Laboratorio de Suelos de la Carrera de Ingeniería Civil, no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigación, es enteramente responsabilidad del investigador.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS

COMPACTACION

Proyecto: Análisis de la ceniza de rastrojo de maíz en pruebas de CBR para suelos arcillosos tipo CH y CL

Asignatura: CIV-502 Proyecto de Grado Ing. Civil

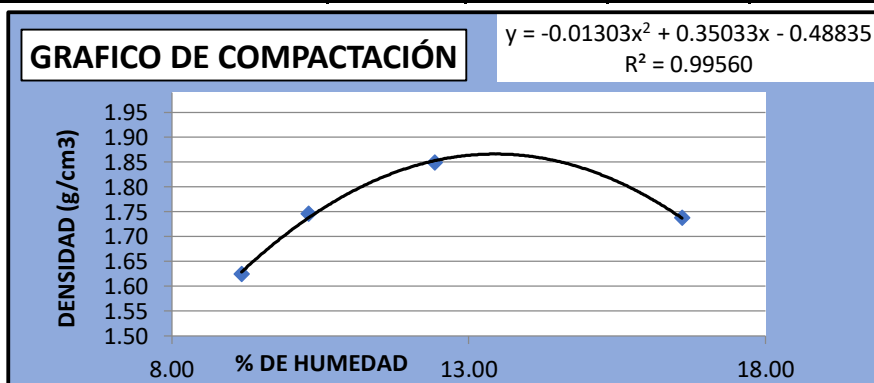
Zona: Constructor

Muestra: 6

Fecha: 26/04/2023

Muestra: Unica **Volumen:** 936.0 cm³

Nº de capas	5	5	5	5
Nº de golpes por capa	25	25	25	25
Peso suelo húmedo + molde(g)	5819.40	5962.45	6105.25	6056.20
Peso del molde(g)	4159.8	4159.8	4159.8	4159.8
Peso suelo húmedo (g)	1659.60	1802.65	1945.45	1896.4
Volumén de la muestra (cm ³)	936.0	936.0	936.0	936.0
Densidad suelo húmedo (g/cm ³)	1.77	1.93	2.08	2.03
Cápsula Nº	1	2	3	4
Peso suelo húmedo + capsula(g)	60.60	66.95	73.30	73.30
Peso suelo seco + cápsula(g)	56.50	61.80	66.60	64.59
Peso del agua(g)	4.10	5.15	6.7	8.71
Peso de la cápsula(g)	11.8	11.8	12.7	12.1
Peso suelo seco (g)	44.7	50	53.9	52.49
Contenido de humedad (%)	9.17	10.30	12.43	16.59
Densidad suelo seco (g/cm ³)	1.62	1.75	1.85	1.74



Densidad Máxima	1.87 g/cm ³
Humedad Optima	13.44 %

Olga Yeny Hurtado Sequeiros
TESISTA

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

Nota: El Laboratorio de Suelos de la Carrera de Ingenieria Civil, no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigacion, es enteramente responsabilidad del investigador.



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS

ENSAYO: CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)

Proyecto: Análisis de la ceniza de rastrojo de maíz en pruebas de CBR para suelos arcillosos tipo CH y CL

Asignatura: CIV-502 Proyecto de Grado Ing. Civil

Zona: Constructor

Muestra: 6

Nº capas	5			5			5		
Nº golpes por capa	12			25			56		
CONDICION DE MUESTRA	Antes de mojarse	D. de M		Antes de mojarse	D. de M		Antes de mojarse	D. de M	
Peso muestra húm.+molde	11600	11645		11865	11910		12495	12540	
Peso Molde	7990	8010		7135	7290		7825	7850	
Peso muestra húmeda	3610	3635		4730	4620		4670	4690	
Volumen de la muestra	2122	2122		2138	2138		2137	2137	
Peso Unit. Muestra Húm.	1.701	1.713		2.212	2.161		2.185	2.195	
MUESTRA DE HUMEDAD	Fondo	Superf.	2" sup.	Fondo	Superf.	2" sup.	Fondo	Superf.	2" sup.
Tara Nº	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Peso muestra húm + tara	57.9	65.6	61.2	58.4	65.9	61.4	56.6	65.3	61.8
Peso muestra seca + tara	52.6	58.5	55.5	52.36	58.85	55.4	51.53	58.91	55.96
Peso del agua	5.3	7.1	5.7	6.04	7.05	6	5.07	6.39	5.84
Peso de tara	19.1	17.1	18.7	18.3	18.7	19.8	17.8	18.4	18.5
Peso de la muestra seca	33.50	41.40	36.80	34.06	40.15	35.60	33.73	40.51	40.16
Contenido humedad %	15.82	17.15	15.49	17.73	17.56	16.85	15.03	15.77	14.54
Promedio cont. Humedad	16.49			17.65			15.40		
Peso Unit.muestra seca	1.46			1.88			1.89		

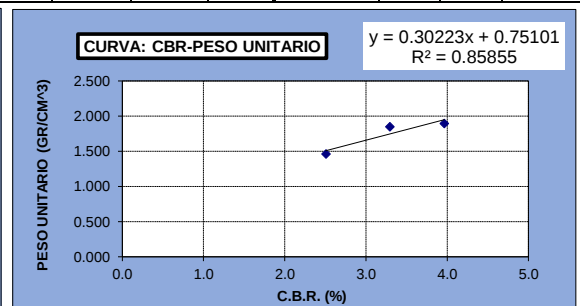
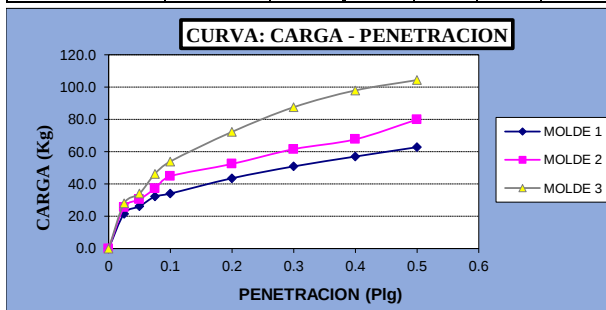
Hum. Opt. %	Peso Unit. g/cm³
13.44	1.87

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO EN DIAS	MOLDE Nº 1			MOLDE Nº 2			MOLDE Nº 3		
			LECT.	EXPANSION		LECT.	EXPANSION		LECT.	EXPANSION	
			EXTENS.	CM.	%	EXTENS.	CM.	%	EXTENS.	CM.	%
28-nov	17:58	1	23.82	0.00	0.00	25.69	0.00	0.00	21.59	0.00	0.00
29-nov	18:00	2	24	0.02	0.15	25.81	0.01	0.10	21.9	0.03	0.27
30-nov	18:30	3	25.14	0.13	1.13	26.92	0.12	1.05	22.68	0.11	0.67
01-dic	08:30	4	26.61	0.28	2.38	27.15	0.15	1.24	22.95	0.14	1.17

C.B.R. %	Peso Unit. g/cm³
2.5	1.460
3.3	1.849
4.0	1.894

PENETRACION		CARGA NORMAL	MOLDE Nº 1				MOLDE Nº 2				MOLDE Nº 3			
			CARGA ENSAYO		C.B.R. CORREG		CARGA ENSAYO		C.B.R. CORREG		CARGA ENSAYO		C.B.R. CORREG	
Pulg.	mm	Kg	Kg	Kg/cm²	Kg	%	Kg	Kg/cm²	Kg	%	Kg	Kg/cm²	Kg	%
0	0		0.0	0			0.0	0			0.0	0		
0.025	0.63		21.5	1.1			25.5	1.3			27.9	1.4		
0.05	1.27		26.1	1.3			30.4	1.6			34.1	1.8		
0.075	1.9		32.2	1.7			37.1	1.9			46.3	2.4		
0.1	2.54	1360	34.1	1.8		2.5	44.8	2.3		3.3	53.9	2.8		4.0
0.2	5.08	2040	43.5	2.2		2.1	52.4	2.7		2.6	72.3	3.7		3.5
0.3	7.62		50.9	2.6			61.6	3.2			87.5	4.5		
0.4	10.16		57.0	2.9			67.7	3.5			97.9	5.1		
0.5	12.7		62.8	3.2			79.9	4.1			104.3	5.4		



CBR 100% D.máx

3.69 %

CBR 95% D.Máx.

3.38 %

Olga Yeny Hurtado Sequeiros
TESISTA

Ing. Jose Ricardo Arce Avendaño
RESP.DE LAB. DE SUELOS°

Nota: El Laboratorio de Suelos de la Carrera de Ingenieria Civil, no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigacion, es enteramente responsabilidad del investigador.



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS

ENSAYO: CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)

Proyecto: Análisis de la ceniza de rastrojo de maíz en pruebas de CBR para suelos arcillosos tipo CH y CL

Asignatura: CIV-502 Proyecto de Grado Ing. Civil

Zona: Constructor

Muestra: 6

Nº capas	5			5			5		
Nº golpes por capa	12			25			56		
CONDICION DE MUESTRA	Antes de mojarse		D. de M	Antes de mojarse		D. de M	Antes de mojarse		D. de M
Peso muestra húm.+molde	11580		11735	12585		12685	12505		12775
Peso Molde	7270		7310	7995		8020	7960		7970
Peso muestra húmeda	4310		4425	4590		4665	4545		4805
Volumen de la muestra	2106		2106	2138		2138	2137		2137
Peso Unit. Muestra Húm.	2.046		2.101	2.147		2.182	2.127		2.248
MUESTRA DE HUMEDAD	Fondo	Superf.	2" sup.	Fondo	Superf.	2" sup.	Fondo	Superf.	2" sup.
Tara Nº	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Peso muestra húm + tara	66.6	59.9	58.5	68.4	65.6	63.4	67.2	65.6	59.2
Peso muestra seca + tara	58.98	52.8	52.98	59.5	56.99	56.6	60.12	59.54	53.4
Peso del agua	7.62	7.1	5.52	8.9	8.61	6.8	7.08	6.06	5.8
Peso de tara	12.7	12.9	13.8	12.7	12.7	12.6	12.7	12.1	12.9
Peso de la muestra seca	46.28	39.90	39.18	46.80	44.29	44.00	47.42	47.44	40.16
Contenido humedad %	16.46	17.79	14.09	19.02	19.44	15.45	14.93	12.77	14.44
Promedio cont. Humedad	17.13		14.09	19.23		15.45	13.85		14.44
Peso Unit.muestra seca	1.75		1.84	1.80		1.89	1.87		1.96

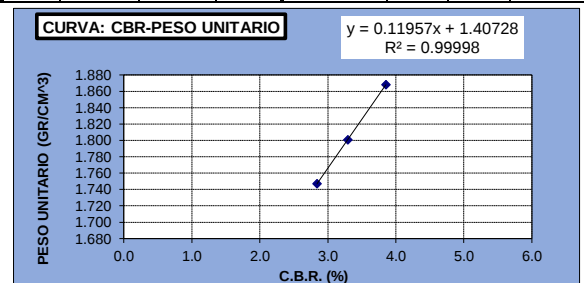
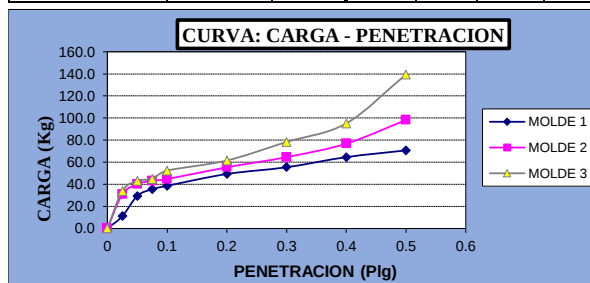
Hum. Opt. %	Peso Unit. g/cm³
13.44	1.87

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO EN DIAS	MOLDE Nº 1			MOLDE Nº 2			MOLDE Nº 3		
			EXPANSION			EXPANSION			EXPANSION		
			LECT.	CM.	%	LECT.	CM.	%	LECT.	CM.	%
06-sep	10:48	1	25.65	0.00	0.00	15.63	0.00	0.00	24.51	0.00	0.00
07-sep	10:40	2	27.82	0.22	1.85	16.55	0.09	0.78	25.05	0.05	0.46
08-sep	10:45	3	28.2	0.26	2.17	16.98	0.14	1.15	25.56	0.11	0.90
09-sep	10:55	4	28.53	0.29	2.46	17.25	0.16	1.38	25.9	0.14	1.20

C.B.R. %	Peso Unit. g/cm³
2.8	1.747
3.3	1.800
3.9	1.868

PENETRACION		CARGA EN NORMAL	MOLDE Nº 1				MOLDE Nº 2				MOLDE Nº 3			
			CARGA ENSAYO C.B.R. CORREG				CARGA ENSAYO C.B.R. CORREG				CARGA ENSAYO C.B.R. CORREG			
Pulg.	mm	Kg	Kg	Kg/cm²	Kg	%	Kg	Kg/cm²	Kg	%	Kg	Kg/cm²	Kg	%
0	0		0.0	0			0.0	0			0.0	0		
0.025	0.63		11.1	0.6			31.0	1.6			34.1	1.8		
0.05	1.27		29.5	1.5			40.2	2.1			43.2	2.2		
0.075	1.9		35.6	1.8			43.2	2.2			44.8	2.3		
0.1	2.54	1360	38.6	2.0		2.8	44.8	2.3		3.3	52.4	2.7		3.9
0.2	5.08	2040	49.3	2.5		2.4	55.5	2.9		2.7	61.6	3.2		3.0
0.3	7.62		55.5	2.9			64.6	3.3			78.4	4.0		
0.4	10.16		64.6	3.3			76.8	4.0			95.2	4.9		
0.5	12.7		70.7	3.7			98.2	5.1			139.5	7.2		



CBR 100% D.máx

3.84 %

CBR 95% D.Máx.

3.06 %

Olga Yeny Hurtado Sequeiros
TESISTA

Ing. Jose Ricardo Arce Avendaño
RESP.DE LAB. DE SUELOS°

Nota: El Laboratorio de Suelos de la Carrera de Ingenieria Civil, no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigacion, es enteramente responsabilidad del investigador.



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS

ENSAYO: CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)

Proyecto: Análisis de la ceniza de rastrojo de maíz en pruebas de CBR para suelos arcillosos tipo CH y CL

Asignatura: CIV-502 Proyecto de Grado Ing. Civil

Zona: Constructor

Muestra: 6

Nº capas	5			5			5		
Nº golpes por capa	12			25			56		
CONDICION DE MUESTRA	Antes de mojarse		D. de M	Antes de mojarse		D. de M	Antes de mojarse		D. de M
Peso muestra húm.+molde	11385		11525	11500		11765	11800		12075
Peso Molde	6975		7005	7080		7100	7190		7205
Peso muestra húmeda	4410		4520	4420		4665	4610		4870
Volumen de la muestra	2106		2106	2138		2138	2137		2137
Peso Unit. Muestra Húm.	2.094		2.146	2.067		2.182	2.157		2.279
MUESTRA DE HUMEDAD	Fondo	Superf.	2" sup.	Fondo	Superf.	2" sup.	Fondo	Superf.	2" sup.
Tara Nº	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Peso muestra húm + tara	79.1	74	62.5	62	58.2	54.9	66.3	71	56.5
Peso muestra seca + tara	69.9	65.12	56.2	55.98	52.5	49.56	58.99	63.55	50.56
Peso del agua	9.2	8.88	6.3	6.02	5.7	5.34	7.31	7.45	5.94
Peso de tara	12.8	12.8	12.6	13.9	12.8	13.4	12.4	13.3	13.2
Peso de la muestra seca	57.10	52.32	43.60	42.08	39.70	36.16	46.59	50.25	40.16
Contenido humedad %	16.11	16.97	14.45	14.31	14.36	14.77	15.69	14.83	14.79
Promedio cont. Humedad	16.54		14.45	14.33		14.77	15.26		14.79
Peso Unit.muestra seca	1.65		1.88	1.81		1.90	1.87		1.99

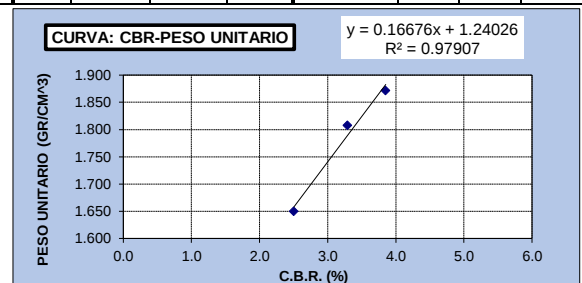
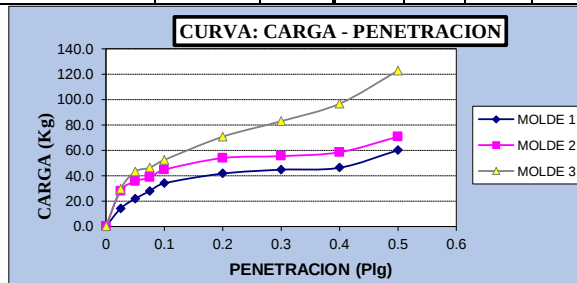
Hum.	Peso
Opt.	Unit.
%	g/cm³
13.44	1.87

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO EN DIAS	MOLDE Nº 1			MOLDE Nº 2			MOLDE Nº 3		
			EXPANSION			EXPANSION			EXPANSION		
			LECT.	CM.	%	LECT.	CM.	%	LECT.	CM.	%
06-sep	10:48	1	24.09	0.00	0.00	26.45	0.00	0.00	24.19	0.00	0.00
07-sep	10:40	2	25.42	0.13	1.13	27.92	0.15	1.25	25.4	0.12	1.04
08-sep	10:45	3	26.42	0.23	1.99	27.99	0.15	1.31	25.41	0.12	1.05
09-sep	10:55	4	26.96	0.29	2.45	28.01	0.16	1.33	25.55	0.14	1.17

C.B.R.	Peso
%	Unit.
	g/cm³
2.5	1.650
3.3	1.808
3.9	1.872

PENETRACION		CARGA EN NORMAL	MOLDE Nº 1				MOLDE Nº 2				MOLDE Nº 3			
			CARGA ENSAYO C.B.R. CORREG				CARGA ENSAYO C.B.R. CORREG				CARGA ENSAYO C.B.R. CORREG			
Pulg.	mm	Kg	Kg	Kg/cm²	Kg	%	Kg	Kg/cm²	Kg	%	Kg	Kg/cm²	Kg	%
0	0		0.0	0			0.0	0			0.0	0		
0.025	0.63		14.2	0.7			27.9	1.4			29.5	1.5		
0.05	1.27		21.8	1.1			35.6	1.8			43.2	2.2		
0.075	1.9		27.9	1.4			38.6	2.0			46.3	2.4		
0.1	2.54	1360	34.1	1.8		2.5	44.8	2.3		3.3	52.4	2.7		3.9
0.2	5.08	2040	41.7	2.2		2.0	53.9	2.8		2.6	70.7	3.7		3.5
0.3	7.62		44.8	2.3			55.5	2.9			83.0	4.3		
0.4	10.16		46.3	2.4			58.5	3.0			96.7	5.0		
0.5	12.7		60.0	3.1			70.7	3.7			122.7	6.3		



.....
Olga Yeny Hurtado Sequeiros
TESISTA

CBR 100% D.máx
3.75 %
CBR 95% D.Máx.
3.20 %

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

Nota: El Laboratorio de Suelos de la Carrera de Ingenieria Civil, no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigacion, es enteramente responsabilidad del investigador.

ANEXO 4

ENSAYOS DE CONTROL A SUELOS TRATADOS CON CENIZA DE RASTROJO DE MAÍZ

RESULTADOS CON 0% DE CENIZA DE
RASTROJO DE MAÍZ
(SUELO CH DEL BARRIO FRAY QUEBRACHO)



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE SUELOS

LÍMITES DE ATTERBERG-AGREGADO FINO

Proyecto: Análisis de la ceniza de rastrojo de maíz en pruebas de CBR para suelos arcillosos tipo CH y CL

Asignatura: CIV-502 Proyecto de Grado Ing. Civil

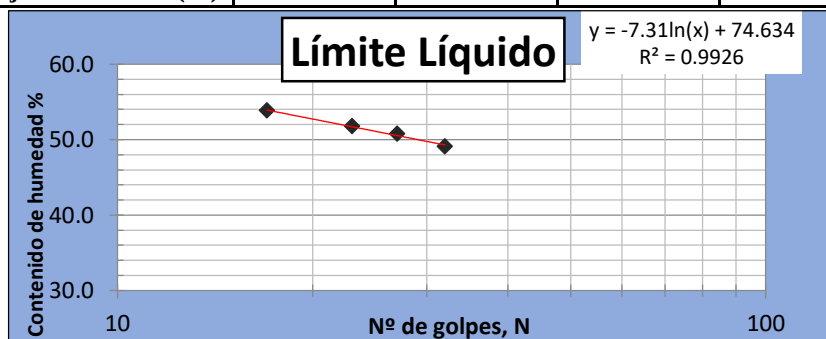
Zona: Fray Quebracho

Muestra: 1

Fecha: 26/04/23

Límite líquido

Capsula N°	1	2	3	4
N° de golpes	17	23	27	32
Suelo Húmedo + Cápsula(g)	30.66	33.53	31.55	33.76
Suelo Seco + Cápsula(g)	24.9	27.01	25.74	27.35
Peso del agua(g)	5.76	6.52	5.81	6.41
Peso de la Cápsula(g)	14.2	14.42	14.29	14.3
Peso Suelo seco(g)	10.7	12.59	11.45	13.05
Porcentaje de Humedad(%)	53.83	51.79	50.74	49.12



LL = 51.30

Límite Plástico

Cápsula	1	2	3
Peso de suelo húmedo + Cápsula(g)	15.34	16.46	16.35
Peso de suelo seco + Cápsula(g)	14.82	15.84	15.63
Peso de cápsula(g)	12.75	13.4	12.8
Peso de suelo seco(g)	2.07	2.44	2.83
Peso del agua(g)	0.52	0.62	0.72
Contenido de humedad(%)	25.12	25.41	25.44
LP	=	25.32	
IP	=	25.97	

Olga Yeny Hurtado Sequeiros
TESISTA

Ing. José Ricardo Arce Avendaño
RESP. DE LAB. DE SUELOS

Nota: El Laboratorio de Suelos de la Carrera de Ingeniería Civil, no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigación, es enteramente responsabilidad del investigador.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS

CLASIFICACIÓN DE SUELO FINO

Proyecto: Análisis de la ceniza de rastrojo de maíz en pruebas de CBR para suelos arcillosos tipo CH y CL

Asignatura: CIV-502 Proyecto de Grado Ing. Civil

Zona: Fray Quebracho

Muestra: 1

Fecha: 06 /04/2023

CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN S.U.C.S

% Que Pasa la Malla N° 200 = 98

Límite Líquido LL = 51

Límite Plástico LP = 25

I. de Plasticidad IP = 26

Suelo Según su Granulometría : Suelo Fino

Alta Plasticidad

Tipo de Simbología : Simbología Normal

Tipo de Suelo : CH , MH , OH

Suelo : CH inorgánico

Características del Suelo : CH Son arcillas de alta plasticidad, es decir con límite líquido mayor a 50 %, se caracterizan por tener alta compresibilidad.

CLASIFICACIÓN AASHTO

Parámetros Usados

% Que Pasa la Malla N° 200 = 98

% Que Pasa la Malla N° 40 = 100

% Que Pasa la Malla N° 10 = 100

Límite Líquido LL = 51

Límite Plástico LP = 25

I. de Plasticidad IP = 26

Tipo de Suelo : Material Limo Arcilloso

Clasificación de Suelos : A - 7

Suelo : A-7-6 (17)

Tipo de Material : Suelo Arcilloso

Determinación del Índice de Grupo IG

a =	40.00	IG =	17.00
b =	40.00		
c =	11.30		
d =	15.97		

Olga Yeny Hurtado Sequeiros
TESISTA

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

Nota: El Laboratorio de Suelos de la Carrera de Ingeniería Civil, no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigación, es enteramente responsabilidad del investigador.



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE SUELOS

LÍMITES DE ATTERBERG-AGREGADO FINO

Proyecto: Análisis de la ceniza de rastrojo de maíz en pruebas de CBR para suelos arcillosos tipo CH y CL

Asignatura: CIV-502 Proyecto de Grado Ing. Civil

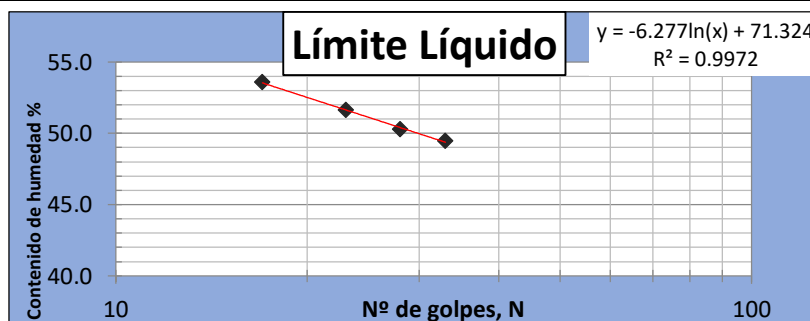
Zona: Fray Quebracho

Muestra: 1

Fecha: 23/03/23

Límite líquido

Capsula N°	1	2	3	4
N° de golpes	17	23	28	33
Suelo Húmedo + Cápsula(g)	45.02	38.45	39.50	38.69
Suelo Seco + Cápsula(g)	33.78	29.75	30.50	30.22
Peso del agua(g)	11.24	8.7	9	8.47
Peso de la Cápsula(g)	12.80	12.90	12.60	13.10
Peso Suelo seco(g)	20.98	16.85	17.9	17.12
Porcentaje de Humedad(%)	53.57	51.63	50.28	49.47



LL	=	51.12
----	---	-------

Límite Plástico

Cápsula	1	2	3
Peso de suelo húmedo + Cápsula(g)	16.20	15.40	15.71
Peso de suelo seco + Cápsula(g)	15.60	14.80	15.00
Peso de cápsula(g)	13.21	12.43	12.20
Peso de suelo seco(g)	2.39	2.37	2.8
Peso del agua(g)	0.60	0.60	0.71
Contenido de humedad(%)	25.10	25.32	25.36
LP	=	25.26	
IP	=	25.86	

Olga Yeny Hurtado Sequeiros
TESISTA

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

Nota: El Laboratorio de Suelos de la carrera de Ingenieria Civil no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigacion, es enteramente responsabilidad del investigador.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS

CLASIFICACIÓN DE SUELO FINO

Proyecto: Análisis de la ceniza de rastrojo de maíz en pruebas de CBR para suelos arcillosos tipo CH y CL

Asignatura: CIV-502 Proyecto de Grado Ing. Civil

Zona: Fray Quebracho

Muestra: 1

Fecha: 06 /04/2023

CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN S.U.C.S

% Que Pasa la Malla N° 200 = 98

Límite Líquido LL = 51

Límite Plástico LP = 25

I. de Plasticidad IP = 26

Suelo Según su Granulometría : Suelo Fino

Alta Plasticidad

Tipo de Simbología : Simbología Normal

Tipo de Suelo : CH , MH , OH

Suelo : CH inorgánico

Características del Suelo : CH Son arcillas de alta plasticidad, es decir con límite líquido mayor a 50 %, se caracterizan por tener alta compresibilidad.

CLASIFICACIÓN AASHTO

Parámetros Usados

% Que Pasa la Malla N° 200 = 98

% Que Pasa la Malla N° 40 = 100

% Que Pasa la Malla N° 10 = 100

Límite Líquido LL = 51

Límite Plástico LP = 25

I. de Plasticidad IP = 26

Tipo de Suelo : Material Limo Arcilloso

Clasificación de Suelos : A - 7

Suelo : A-7-6 (17)

Tipo de Material : Suelo Arcilloso

Determinación del Índice de Grupo IG

a =	40.00	IG =	17.00
b =	40.00		
c =	11.30		
d =	16.04		

Olga Yeny Hurtado Sequeiros
TESISTA

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

Nota: El Laboratorio de Suelos de la Carrera de Ingeniería Civil, no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigación, es enteramente responsabilidad del investigador.



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE SUELOS

LÍMITES DE ATTERBERG-AGREGADO FINO

Proyecto: Análisis de la ceniza de rastrojo de maíz en pruebas de CBR para suelos arcillosos tipo CH y CL

Asignatura: CIV-502 Proyecto de Grado Ing. Civil

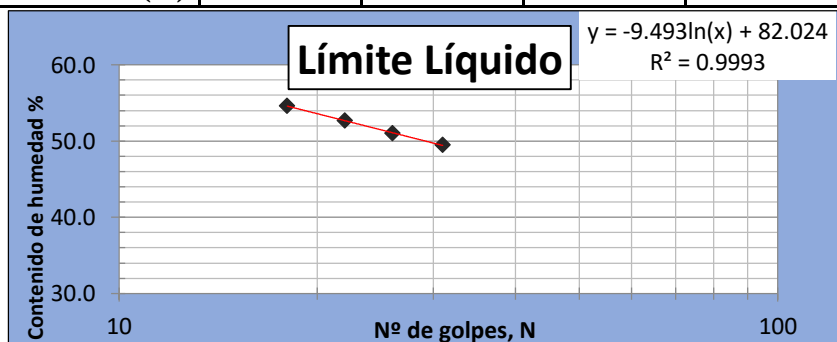
Zona: Fray Quebracho

Muestra: 1

Fecha: 24/03/23

Límite líquido

Capsula N°	1	2	3	4
N° de golpes	18	22	26	31
Suelo Húmedo + Cápsula(g)	29.66	32.53	31.49	32.76
Suelo Seco + Cápsula(g)	24.2	26.28	25.68	26.65
Peso del agua(g)	5.46	6.25	5.81	6.11
Peso de la Cápsula(g)	14.2	14.42	14.29	14.3
Peso Suelo seco(g)	10	11.86	11.39	12.35
Porcentaje de Humedad(%)	54.60	52.70	51.01	49.47



LL = 51.47

Límite Plástico

Cápsula	1	2	3
Peso de suelo húmedo + Cápsula(g)	14.34	15.46	15.35
Peso de suelo seco + Cápsula(g)	14.02	15.03	14.84
Peso de cápsula(g)	12.75	13.32	12.81
Peso de suelo seco(g)	1.27	1.71	2.03
Peso del agua(g)	0.32	0.43	0.51
Contenido de humedad(%)	25.20	25.15	25.12
LP	=	25.16	
IP	=	26.31	

Olga Yeny Hurtado Sequeiros
TESISTA

Ing. Jose Ricardo Arce
Avendaño

Nota: El Laboratorio de Suelos de la Carrera de Ingeniería Civil, no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigación, es enteramente responsabilidad del investigador.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS

CLASIFICACIÓN DE SUELO FINO

Proyecto: Análisis de la ceniza de rastrojo de maíz en pruebas de CBR para suelos arcillosos tipo CH y CL

Signatura: CIV-502 Proyecto de Grado Ing. Civil

Zona: Constructor

Muestra: 6

Fecha: 20 /04/2023

CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN S.U.C.S

% Que Pasa la Malla N° 200 = 81

Límite Líquido LL = 32

Límite Plástico LP = 14

I. de Plasticidad IP = 17

Suelo Según su Granulometría : Suelo Fino

Baja Plasticidad

Tipo de Simbología : Simbología Normal

Tipo de Suelo : CL , ML , OL

Suelo : CL inorgánico

Características del Suelo : CL Son arcillas de baja plasticidad, es decir con límite líquido menor a 50 %, se caracterizan por tener de baja a media compresibilidad.

CLASIFICACIÓN AASHTO

Parámetros Usados

% Que Pasa la Malla N° 200 = 81

% Que Pasa la Malla N° 40 = 98

% Que Pasa la Malla N° 10 = 100

Límite Líquido LL = 32

Límite Plástico LP = 14

I. de Plasticidad IP = 17

Tipo de Suelo : Material Limo Arcilloso

Clasificación de Suelos : A - 6

Suelo : A-6 (11)

Tipo de Material : Suelo Arcilloso

Determinación del Índice de Grupo IG

a =	40.00	IG =	11.00
b =	40.00		
c =	0.00		
d =	7.21		

Olga Yeny Hurtado Sequeiros
TESISTA

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

Nota: El Laboratorio de Suelos de la Carrera de Ingenieria Civil, no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigacion, es enteramente responsabilidad del investigador.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS

COMPACTACION

Proyecto: Análisis de la ceniza de rastrojo de maíz en pruebas de CBR para suelos arcillosos tipo CH y CL

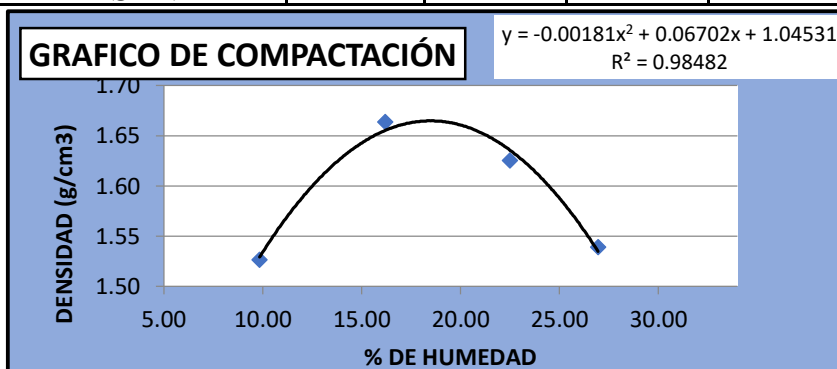
Asignatura: CIV-502 Proyecto de Grado Ing. Civil

Zona: Fray Quebracho

Muestra: 1

Fecha: 06/04/2023

Muestra: Única	Volumen:	936.3	cm ³	
Nº de capas	5	5	5	5
Nº de golpes por capa	25	25	25	25
Peso suelo húmedo + molde(g)	5729.80	5969.50	6024.10	5989.5
Peso del molde(g)	4159.9	4159.9	4159.9	4159.9
Peso suelo húmedo (g)	1569.90	1809.60	1864.2	1829.6
Volumén de la muestra (cm ³)	936.3	936.3	936.3	936.3
Densidad suelo húmedo (g/cm ³)	1.68	1.93	1.99	1.95
Cápsula Nº	1	2	3	4
Peso suelo húmedo + capsula(g)	80.90	79.15	85.60	73.18
Peso suelo seco + cápsula(g)	76.01	71.65	74.65	63.10
Peso del agua(g)	4.89	7.5	10.95	10.08
Peso de la cápsula(g)	26.3	25.3	26	25.7
Peso suelo seco (g)	49.71	46.35	48.65	37.40
Contenido de humedad (%)	9.84	16.18	22.51	26.95
Densidad suelo seco (g/cm ³)	1.53	1.66	1.63	1.54



Densidad Máxima	1.67 g/cm ³
Humedad Optima	18.51 %

Olga Yeny Hurtado Sequeiros
TESISTA

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

Nota: El Laboratorio de Suelos de la Carrera de Ingeniería Civil, no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigación, es enteramente responsabilidad del investigador.



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS

ENSAYO: CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)

Proyecto: Análisis de la ceniza de rastrojo de maíz en pruebas de CBR para suelos arcillosos tipo CH y CL

Asignatura: CIV-502 Proyecto de Grado Ing. Civil

Zona: Fray Quebracho

Muestra: 1

Nº capas	5			5			5		
Nº golpes por capa	12			25			56		
CONDICION DE MUESTRA	Antes de mojarse		D. de M	Antes de mojarse		D. de M	Antes de mojarse		D. de M
Peso muestra húm.+molde	10875		11510	11975		12465	12225		12750
Peso Molde	7265		7280	7990		8015	7950		7970
Peso muestra húmeda	3610		4230	3985		4450	4275		4780
Volumen de la muestra	2126		2126	2138		2138	2137		2137
Peso Unit. Muestra Húm.	1.698		1.990	1.864		2.081	2.000		2.237
MUESTRA DE HUMEDAD	Fondo	Superf.	2" sup.	Fondo	Superf.	2" sup.	Fondo	Superf.	2" sup.
Tara Nº	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Peso muestra húm + tara	68.1	76.8	74.5	72.2	66.2	65.5	85.6	75.8	68.5
Peso muestra seca + tara	59.1	67.9	65.9	62.2	57.8	57.1	75	65.1	60.5
Peso del agua	9	8.9	8.6	10	8.4	8.4	10.6	10.7	8
Peso de tara	12.9	20.5	20.3	12.7	12.8	11.7	17.8	13.3	13.2
Peso de la muestra seca	46.20	47.40	45.60	49.50	45.00	45.40	57.20	51.80	40.16
Contenido humedad %	19.48	18.78	18.86	20.20	18.67	18.50	18.53	20.66	19.92
Promedio cont. Humedad	19.13		18.86	19.43		18.50	19.59		19.92
Peso Unit.muestra seca	1.43		1.67	1.56		1.76	1.67		1.87

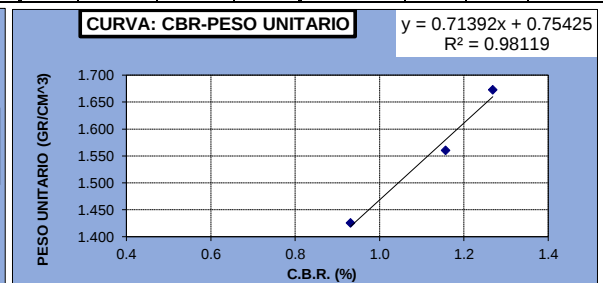
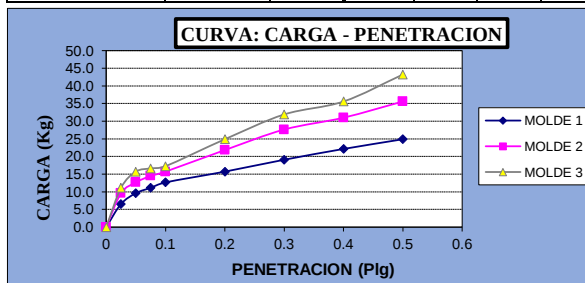
Hum. Opt. %	Peso Unit. g/cm³
18.51	1.67

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO EN DIAS	MOLDE Nº 1			MOLDE Nº 2			MOLDE Nº 3		
			LECT.		EXPANSION	LECT.		EXPANSION	LECT.		EXPANSION
			EXTENS.	CM.		EXTENS.	CM.		EXTENS.	CM.	
04-abr	10:50	1	21.80	0.00	0.00	22	0.00	0.00	22.09	0.00	0.00
05-abr	10:52	2	23.07	0.13	1.10	23.25	0.13	1.07	25.59	0.35	3.01
06-abr	10:52	3	28.9	0.71	6.17	29.06	0.71	6.07	30.65	0.86	7.37
07-abr	10:55	4	39.95	1.82	10.26	33.85	1.19	10.18	33.05	1.10	9.44

C.B.R. %	Peso Unit. g/cm³
0.9	1.426
1.2	1.560
1.3	1.673

PENETRACION		CARGA NORMAL	MOLDE Nº 1				MOLDE Nº 2				MOLDE Nº 3			
			CARGA ENSAYO		C.B.R. CORREG		CARGA ENSAYO		C.B.R. CORREG		CARGA ENSAYO		C.B.R. CORREG	
Pulg.	mm	Kg	Kg	Kg/cm²	Kg	%	Kg	Kg/cm²	Kg	%	Kg	Kg/cm²	Kg	%
0	0		0.0	0			0.0	0			0.0	0		
0.025	0.63		6.6	0.3			9.6	0.5			11.1	0.6		
0.05	1.27		9.6	0.5			12.7	0.7			15.7	0.8		
0.075	1.9		11.1	0.6			14.5	0.7			16.6	0.9		
0.1	2.54	1360	12.7	0.7		0.9	15.7	0.8		1.2	17.3	0.9		1.3
0.2	5.08	2040	15.7	0.8		0.8	21.8	1.1		1.1	24.9	1.3		1.2
0.3	7.62		19.1	1.0			27.6	1.4			31.9	1.6		
0.4	10.16		22.1	1.1			31.0	1.6			35.6	1.8		
0.5	12.7		24.9	1.3			35.6	1.8			43.2	2.2		



CBR 100% D.máx
1.28 %
CBR 95% D.Máx.
1.16 %

Olga Yeny Hurtado Sequeiros
TESISTA

Ing. Jose Ricardo Arce Avendaño
RESP.DE LAB. DE SUELOS°

Nota: El Laboratorio de Suelos de la Carrera de Ingenieria Civil, no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigacion, es enteramente responsabilidad del investigador.



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS

ENSAYO: CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)

Proyecto: Análisis de la ceniza de rastrojo de maíz en pruebas de CBR para suelos arcillosos tipo CH y CL

Asignatura: CIV-502 Proyecto de Grado Ing. Civil

Zona: Fray Quebracho

Muestra: 1

Nº capas	5			5			5		
Nº golpes por capa	12			25			56		
CONDICION DE MUESTRA	Antes de mojarse	D. de M		Antes de mojarse	D. de M		Antes de mojarse	D. de M	
Peso muestra húm.+molde	10926	11500		11335	11820		12230	12680	
Peso Molde	7195	7230		7955	7980		7910	7965	
Peso muestra húmeda	3731	4270		3380	3840		4320	4715	
Volumen de la muestra	2149	2149		2150	2150		2149	2149	
Peso Unit. Muestra Húm.	1.736	1.987		1.572	1.786		2.011	2.195	
MUESTRA DE HUMEDAD	Fondo	Superf.	2" sup.	Fondo	Superf.	2" sup.	Fondo	Superf.	2" sup.
Tara Nº	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Peso muestra húm + tara	56.9	66.2	62.9	56.9	67.5	61.9	58.3	66.5	63.7
Peso muestra seca + tara	51.1	58.7	55.6	51.1	60.7	54.9	51.5	57.3	55.9
Peso del agua	5.8	7.5	7.3	5.8	6.8	7	6.8	9.2	7.8
Peso de tara	19	19.1	17.7	19.5	22.4	17.2	18.2	17.7	18.9
Peso de la muestra seca	32.10	39.60	37.90	31.60	38.30	37.70	33.30	39.60	40.16
Contenido humedad %	18.07	18.94	19.26	18.35	17.75	18.57	20.42	23.23	19.42
Promedio cont. Humedad	18.50		19.26	18.05		18.57	21.83		19.42
Peso Unit.muestra seca	1.46		1.67	1.33		1.51	1.65		1.84

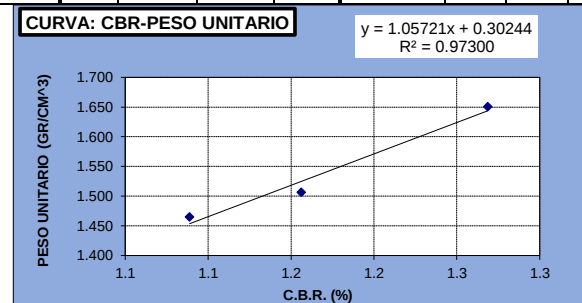
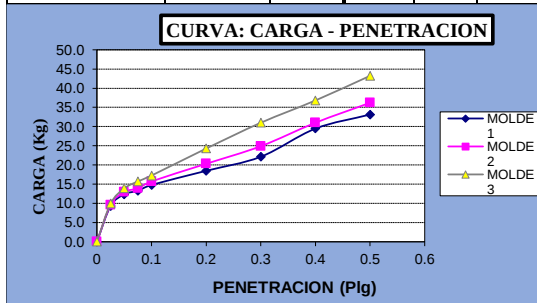
Hum. Opt. %	Peso Unit. g/cm³
18.51	1.67

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO EN DIAS	MOLDE Nº 1			MOLDE Nº 2			MOLDE Nº 3		
			LECT.	EXPANSION	%	LECT.	EXPANSION	%	LECT.	EXPANSION	%
			EXTENS.	CM.		EXTENS.	CM.		EXTENS.	CM.	
28-may	17:58	1	21.33	0.00	0.00	18.43	0.00	0.00	22.3	0.00	0.00
29-may	18:00	2	23.57	0.22	1.91	20.25	0.18	1.56	25.59	0.33	2.82
30-may	18:30	3	27.85	0.65	5.61	25	0.66	5.63	30.65	0.84	4.34
31-may	08:30	4	33.33	1.20	10.33	30.32	1.19	10.18	32.97	1.07	9.16

C.B.R. %	Peso Unit. g/cm³
1.1	1.465
1.2	1.507
1.3	1.650

PENETRACION		CARGA EN NORMAL	MOLDE Nº 1				MOLDE Nº 2				MOLDE Nº 3			
			CARGA ENSAYO		C.B.R. CORREG		CARGA ENSAYO		C.B.R. CORREG		CARGA ENSAYO		C.B.R. CORREG	
Pulg.	mm	Kg	Kg	Kg/cm²	Kg	%	Kg	Kg/cm²	Kg	%	Kg	Kg/cm²	Kg	%
0	0		0.0	0			0.0	0			0.0	0		
0.025	0.63		9.3	0.5			9.6	0.5			9.9	0.5		
0.05	1.27		12.4	0.6			13.0	0.7			13.9	0.7		
0.075	1.9		13.3	0.7			13.9	0.7			15.7	0.8		
0.1	2.54	1360	14.8	0.8		1.1	15.7	0.8		1.2	17.3	0.9		1.3
0.2	5.08	2040	18.5	1.0		0.9	20.3	1.0		1.0	24.3	1.3		1.2
0.3	7.62		22.1	1.1			24.9	1.3			31.0	1.6		
0.4	10.16		29.5	1.5			31.0	1.6			36.8	1.9		
0.5	12.7		33.1	1.7			36.2	1.9			43.2	2.2		



Olga Yeny Hurtado Sequeros
TESISTA

CBR 100% D.máx
1.29 %
CBR 95% D.Máx.
1.21 %

Ing. Jose Ricardo Arce Avendaño
RESP.DE LAB. DE SUELOS°

Nota: El Laboratorio de Suelos de la Carrera de Ingenieria Civil, no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigacion, es enteramente responsabilidad del investigador.



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS

ENSAYO: CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)

Proyecto: Análisis de la ceniza de rastrojo de maíz en pruebas de CBR para suelos arcillosos tipo CH y CL

Asignatura: CIV-502 Proyecto de Grado Ing. Civil

Zona: Fray Quebracho

Muestra: 1

Nº capas	5			5			5		
Nº golpes por capa	12			25			56		
CONDICION DE MUESTRA	Antes de mojarse		D. de M	Antes de mojarse		D. de M	Antes de mojarse		D. de M
Peso muestra húm.+molde	10885		11425	11860		12400	11180		11700
Peso Molde	7130		7160	7895		7925	7125		7155
Peso muestra húmeda	3755		4265	3965		4475	4055		4545
Volumen de la muestra	2151		2151	2151		2151	2143		2143
Peso Unit. Muestra Húm.	1.746		1.983	1.843		2.080	1.892		2.121
MUESTRA DE HUMEDAD	Fondo	Superf.	2" sup.	Fondo	Superf.	2" sup.	Fondo	Superf.	2" sup.
Tara Nº	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Peso muestra húm + tara	50.8	65.7	61.4	56	65.7	60.4	55.2	65.1	57.9
Peso muestra seca + tara	45.7	59.4	54.6	49.9	59.6	53.5	49.5	60.8	50.6
Peso del agua	5.1	6.3	6.8	6.1	6.1	6.9	5.7	4.3	7.3
Peso de tara	17.1	18.8	17.2	18.1	19.1	17.6	17.8	18.5	19.2
Peso de la muestra seca	28.60	40.60	37.40	31.80	40.50	35.90	31.70	42.30	40.16
Contenido humedad %	17.83	15.52	18.18	19.18	15.06	19.22	17.98	10.17	18.18
Promedio cont. Humedad	16.67		18.18	17.12		19.22	14.07		18.18
Peso Unit.muestra seca	1.50		1.68	1.57		1.74	1.66		1.79

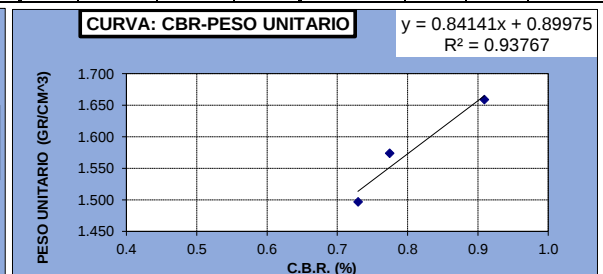
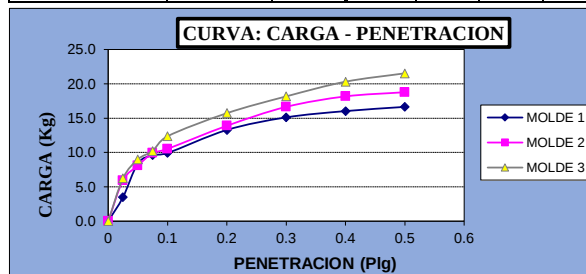
Hum. Opt. %	Peso Unit. g/cm³
18.51	1.67

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO EN DIAS	MOLDE Nº 1			MOLDE Nº 2			MOLDE Nº 3		
			LECT.	EXPANSION		LECT.	EXPANSION		LECT.	EXPANSION	
			EXTENS.	CM.	%	EXTENS.	CM.	%	EXTENS.	CM.	%
28-may	17:58	1	21.80	0.00	0.00	22	0.00	0.00	22.09	0.00	0.00
29-may	18:08	2	23.07	0.13	1.09	23.25	0.13	1.07	25.59	0.35	3.01
30-may	18:35	3	28.5	0.67	5.77	29.06	0.71	6.04	30.65	0.86	4.36
31-may	08:35	4	33.85	1.21	10.37	33.9	1.19	10.19	32.75	1.07	9.18

C.B.R. %	Peso Unit. g/cm³
0.7	1.497
0.8	1.574
0.9	1.659

PENETRACION		CARGA NORMAL	MOLDE Nº 1				MOLDE Nº 2				MOLDE Nº 3			
			CARGA ENSAYO		C.B.R. CORREG		CARGA ENSAYO		C.B.R. CORREG		CARGA ENSAYO		C.B.R. CORREG	
Pulg.	mm	Kg	Kg	Kg/cm²	Kg	%	Kg	Kg/cm²	Kg	%	Kg	Kg/cm²	Kg	%
0	0		0.0	0			0.0	0			0.0	0		
0.025	0.63		3.5	0.2			5.9	0.3			6.3	0.3		
0.05	1.27		8.4	0.4			8.1	0.4			9.0	0.5		
0.075	1.9		9.6	0.5			9.9	0.5			10.2	0.5		
0.1	2.54	1360	9.9	0.5		0.7	10.5	0.5		0.8	12.4	0.6		0.9
0.2	5.08	2040	13.3	0.7		0.7	13.9	0.7		0.7	15.7	0.8		0.8
0.3	7.62		15.1	0.8			16.6	0.9			18.2	0.9		
0.4	10.16		16.0	0.8			18.2	0.9			20.3	1.0		
0.5	12.7		16.6	0.9			18.8	1.0			21.5	1.1		



CBR 100% D.máx
0.92 %
CBR 95% D.Máx.
0.81 %

Olga Yeny Hurtado Sequeiros
TESISTA

Ing. Jose Ricardo Arce Avendaño
RESP.DE LAB. DE SUELOS°

Nota: El Laboratorio de Suelos de la Carrera de Ingenieria Civil, no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigacion, es enteramente responsabilidad del investigador.

RESULTADOS CON 10% DE CENIZA DE
RASTROJO DE MAÍZ
(SUELO CH DEL BARRIO FRAY QUEBRACHO)



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS

LÍMITES DE ATTERBERG-AGREGADO FINO

Proyecto: Análisis de la ceniza de rastrojo de maíz en pruebas de CBR para suelos arcillosos

tipo CH y CL

Asignatura: CIV-502 Proyecto de Grado Ing. Civil

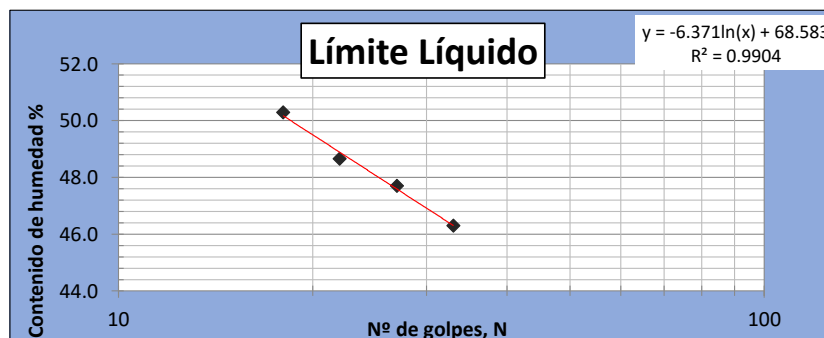
Zona: Fray Quebracho

Identificación : M-1 con 10%

Fecha: 06/05/23

Límite líquido

Capsula N°	1	2	3	4
N° de golpes	18	22	27	33
Suelo Húmedo + Cápsula(g)	45.49	42.71	44.69	45.78
Suelo Seco + Cápsula(g)	34.80	33.10	34.20	35.20
Peso del agua(g)	10.69	9.61	10.49	10.58
Peso de la Cápsula(g)	13.54	13.35	12.21	12.35
Peso Suelo seco(g)	21.26	19.75	21.99	22.85
Porcentaje de Humedad(%)	50.28	48.66	47.70	46.30



LL	=	48.08
----	---	-------

Límite Plástico

Cápsula	1	2	3
Peso de suelo húmedo + Cápsula(g)	15.21	15.91	15.59
Peso de suelo seco + Cápsula(g)	14.50	15.19	14.90
Peso de cápsula(g)	12.09	12.70	12.52
Peso de suelo seco(g)	2.41	2.49	2.38
Peso del agua(g)	0.71	0.72	0.69
Contenido de humedad(%)	29.46	28.92	28.99
LP	=	29.12	
IP	=	18.95	

Olga Yeny Hurtado Sequeiros
TESISTA

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

Nota: El Laboratorio de Suelos de la Carrera de Ingeniería Civil, no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigación, es enteramente responsabilidad del investigador.



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS

LÍMITES DE ATTERBERG-AGREGADO FINO

Proyecto: Analisis de la ceniza de rastrojo de maiz en pruebas de CBR para suelos arcillosos

tipo CH y CL

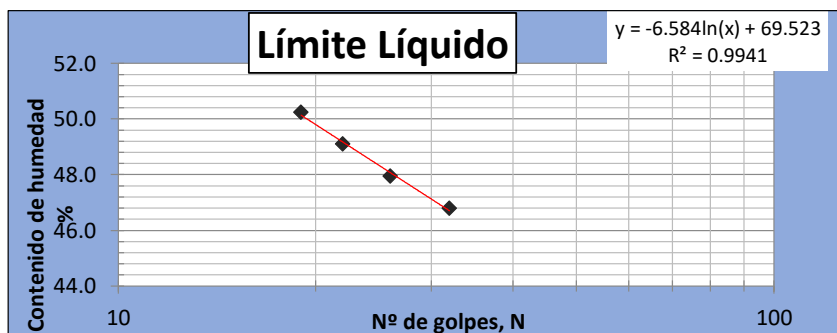
Asignatura: CIV-502 Proyecto de Grado Ing. Civil

Zona: Fray Quebracho

Fecha: 06/05/23

Límite líquido

Capsula N°	1	2	3	4
N° de golpes	19	22	26	32
Suelo Húmedo + Cápsula(g)	45.50	42.70	44.70	45.80
Suelo Seco + Cápsula(g)	34.80	33.10	34.20	35.20
Peso del agua(g)	10.7	9.6	10.5	10.6
Peso de la Cápsula(g)	13.50	13.55	12.30	12.55
Peso Suelo seco(g)	21.3	19.55	21.9	22.65
Porcentaje de Humedad(%)	50.23	49.10	47.95	46.80



LL	=	48.33
----	---	-------

Límite Plástico

Cápsula	1	2	3
Peso de suelo húmedo + Cápsula(g)	15.20	15.90	15.60
Peso de suelo seco + Cápsula(g)	14.50	15.20	14.90
Peso de cápsula(g)	12.02	12.80	12.50
Peso de suelo seco(g)	2.48	2.4	2.4
Peso del agua(g)	0.70	0.70	0.70
Contenido de humedad(%)	28.23	29.17	29.17
LP	=	28.85	
IP	=	19.48	

Olga Yeny Hurtado Sequeiros
TESISTA

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

Nota: El Laboratorio de Suelos de la Carrera de Ingenieria Civil, no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigacion, es enteramente responsabilidad del investigador.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS

COMPACTACION

Proyecto: Análisis de la ceniza de rastrojo de maíz en pruebas de CBR para suelos arcillosos tipo CH y CL

Asignatura: CIV-502 Proyecto de Grado Ing. Civil

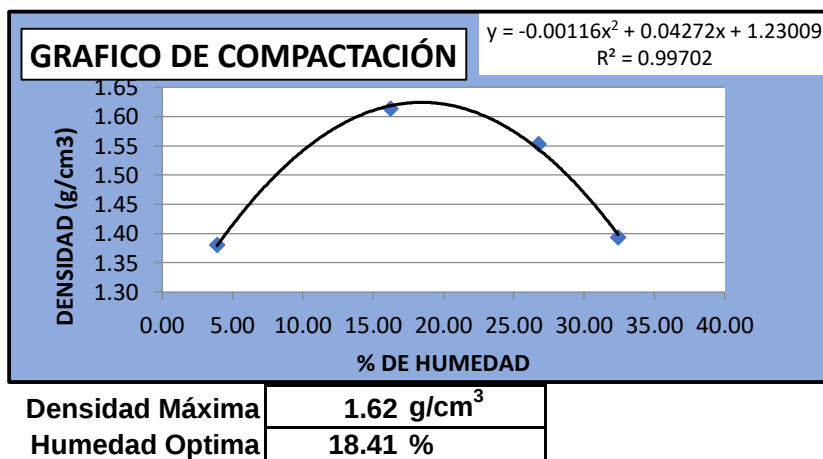
Zona: Fray Quebracho

Identificación : M-1 con 10%

Fecha: 06/04/2023

Muestra: Unica **Volumen:** 934.1 cm³

Nº de capas	5	5	5	5
Nº de golpes por capa	25	25	25	25
Peso suelo húmedo + molde(g)	5497.70	5908.90	5996.00	5881.7
Peso del molde(g)	4157.7	4157.7	4157.7	4157.7
Peso suelo húmedo (g)	1340.00	1751.20	1838.30	1724
Volumén de la muestra (cm ³)	934.1	934.1	934.1	934.1
Densidad suelo húmedo (g/cm ³)	1.43	1.87	1.97	1.85
Cápsula Nº	1	2	3	4
Peso suelo húmedo + capsula(g)	53.60	62.30	56.48	60.63
Peso suelo seco + cápsula(g)	52.06	55.67	47.30	48.65
Peso del agua(g)	1.54	6.63	9.18	11.98
Peso de la cápsula(g)	12.6	14.8	13	11.7
Peso suelo seco (g)	39.46	40.87	34.3	36.95
Contenido de humedad (%)	3.90	16.22	26.76	32.42
Densidad suelo seco (g/cm ³)	1.38	1.61	1.55	1.39



Olga Yeny Hurtado Sequeiros
TESISTA

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

Nota: El Laboratorio de Suelos de la Carrera de Ingeniería Civil, no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigación, es enteramente responsabilidad del investigador.



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS

ENSAYO: CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)

Proyecto: Análisis de la ceniza de rastrojo de maíz en pruebas de CBR para suelos arcillosos tipo CH y CL

Asignatura: CIV-502 Proyecto de Grado Ing. Civil

Identificación : M-1 con 10%

Zona: Fray Quebracho

Nº capas	5			5			5		
Nº golpes por capa	12			25			56		
CONDICION DE MUESTRA	Antes de mojarse		D. de M	Antes de mojarse		D. de M	Antes de mojarse		D. de M
Peso muestra húm.+molde	11410		12025	11650		12200	11205		11490
Peso Molde	7990		8015	7950		7970	7100		7180
Peso muestra húmeda	3420		4010	3700		4230	4105		4310
Volumen de la muestra	2138		2138	2138		2138	2137		2137
Peso Unit. Muestra Húm.	1.600		1.876	1.730		1.978	1.921		2.017
MUESTRA DE HUMEDAD	Fondo	Superf.	2" sup.	Fondo	Superf.	2" sup.	Fondo	Superf.	2" sup.
Tara Nº	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Peso muestra húm + tara	58.9	76.8	66.2	65.9	67.5	63.2	56.2	61.6	51.4
Peso muestra seca + tara	49.9	65.7	56.9	57.45	58.6	54.9	48.9	53.64	44.9
Peso del agua	9	11.1	9.3	8.45	8.9	8.3	7.3	7.96	6.5
Peso de tara	13.5	13.3	11.7	12.8	12.8	12.8	10.3	12.8	12.7
Peso de la muestra seca	36.40	52.40	45.20	44.65	45.80	42.10	38.60	40.84	32.20
Contenido humedad %	24.73	21.18	20.58	18.92	19.43	19.71	18.91	19.49	20.19
Promedio cont. Humedad	22.95		20.58	19.18		19.71	19.20		20.19
Peso Unit.muestra seca	1.30		1.56	1.45		1.65	1.61		1.68

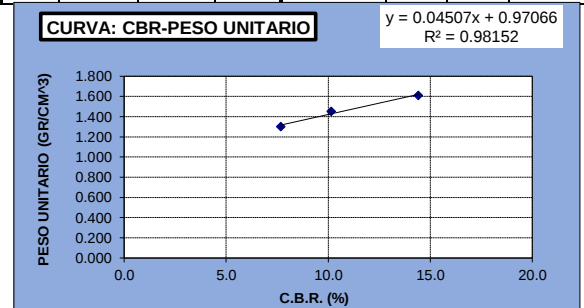
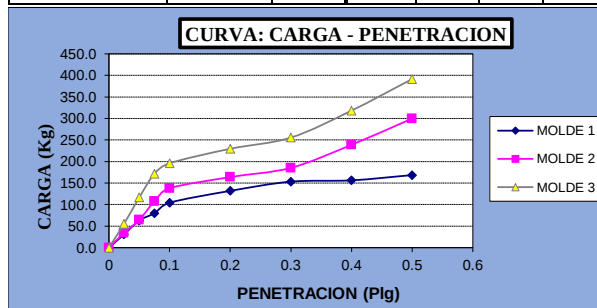
Hum. Opt. %	Peso Unit. g/cm3
18.41	1.62

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO EN DIAS	MOLDE Nº 1			MOLDE Nº 2			MOLDE Nº 3		
			LECT.	EXPANSION		LECT.	EXPANSION		LECT.	EXPANSION	
			EXTENS.	CM.	%	EXTENS.	CM.	%	EXTENS.	CM.	%
25-sep	15:50:00 p.m.	1	11.24	0.00	0.00	21.02	0.00	0.00	24.8	0.00	0.00
26-sep	15:52:00 p. m.	2	12.68	0.14	1.23	22.5	0.15	1.26	26.44	0.16	1.41
27-sep	15:52:00 p. m.	3	13.73	0.25	2.12	24.57	0.36	3.02	27.54	0.27	2.36
28-sep	15:55:00 p. m.	4	15.05	0.38	3.25	24.61	0.36	3.06	27.56	0.28	2.38

C.B.R. %	Peso Unit. g/cm3
7.7	1.301
10.1	1.452
14.4	1.612

PENETRACION		CARGA NORMAL	MOLDE Nº 1				MOLDE Nº 2				MOLDE Nº 3			
			CARGA ENSAYO		C.B.R. CORREG		CARGA ENSAYO		C.B.R. CORREG		CARGA ENSAYO		C.B.R. CORREG	
Pulg.	mm	Kg	Kg	Kg/cm2	Kg	%	Kg	Kg/cm2	Kg	%	Kg	Kg/cm2	Kg	%
0	0		0.0	0			0.0	0			0.0	0		
0.025	0.63		31.0	1.6			34.1	1.8			55.5	2.9		
0.05	1.27		63.1	3.3			64.6	3.3			116.6	6.0		
0.075	1.9		79.9	4.1			107.4	5.5			171.6	8.9		
0.1	2.54	1360	104.3	5.4		7.7	138.0	7.1		10.1	196.0	10.1		14.4
0.2	5.08	2040	131.8	6.8		6.5	163.9	8.5		8.0	229.6	11.9		11.3
0.3	7.62		153.2	7.9			185.3	9.6			255.6	13.2		
0.4	10.16		156.3	8.1			238.8	12.3			318.3	16.4		
0.5	12.7		168.5	8.7			299.9	15.5			391.6	20.2		



CBR 100% D.máx

14.48 %

CBR 95% D.Máx.

12.68 %

Olga Yeny Hurtado Sequeiros
TESISTA

Ing. Jose Ricardo Arce Avendaño
RESP.DE LAB. DE SUELOS°

Nota: El Laboratorio de Suelos de la Carrera de Ingenieria Civil, no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigacion, es enteramente responsabilidad del investigador.



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS

ENSAYO: CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)

Proyecto: Análisis de la ceniza de rastrojo de maíz en pruebas de CBR para suelos arcillosos tipo CH y CL

Asignatura: CIV-502 Proyecto de Grado Ing. Civil

Identificación : M-1 con 10%

Zona: Fray Quebracho

Nº capas	5			5			5		
Nº golpes por capa	12			25			56		
CONDICION DE MUESTRA	Antes de mojar	D. de M		Antes de mojar	D. de M		Antes de mojar	D. de M	
Peso muestra húm.+molde	10515	11185		10795	11040		11165	12059	
Peso Molde	7155	7210		7115	7190		7135	7970	
Peso muestra húmeda	3360	3975		3680	3850		4030	4089	
Volumen de la muestra	2126	2126		2138	2138		2137	2137	
Peso Unit. Muestra Húm.	1.581	1.870		1.721	1.801		1.886	1.913	
MUESTRA DE HUMEDAD	Fondo	Superf.	2" sup.	Fondo	Superf.	2" sup.	Fondo	Superf.	2" sup.
Tara Nº	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Peso muestra húm + tara	89.35	74.25	76.29	81.48	88.81	86.55	94.85	74.25	90.86
Peso muestra seca + tara	77.5	64.11	63.12	71.69	77.67	75.59	82.75	65.25	79.06
Peso del agua	11.85	10.14	13.17	9.79	11.14	10.96	12.1	9	11.8
Peso de tara	20.83	18.44	18.28	17.9	18.11	17	18.1	17.39	16.2
Peso de la muestra seca	56.67	45.67	44.84	53.79	59.56	58.59	64.65	47.86	62.86
Contenido humedad %	20.91	22.20	29.37	18.20	18.70	18.71	18.72	18.80	18.77
Promedio cont. Humedad	21.56		29.37	18.45		18.71	18.76		18.77
Peso Unit.muestra seca	1.30		1.45	1.45		1.52	1.59		1.61

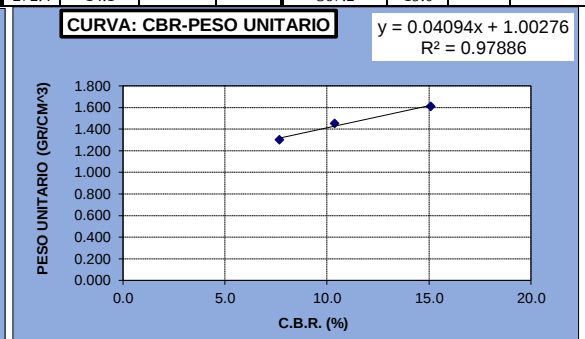
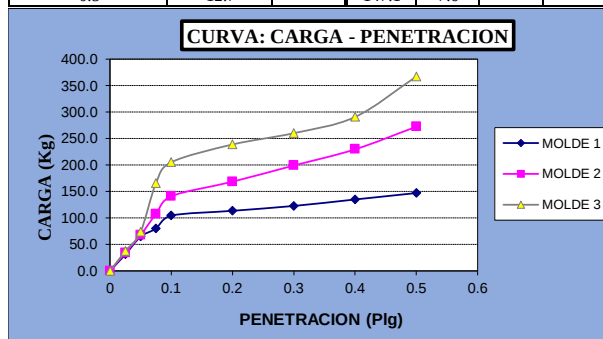
Hum. Opt. %	Peso Unit. g/cm³
18.41	1.62

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO EN DIAS	MOLDE Nº 1			MOLDE Nº 2			MOLDE Nº 3		
			LECT.	EXPANSION		LECT.	EXPANSION		LECT.	EXPANSION	
			EXTENS.	CM.	%	EXTENS.	CM.	%	EXTENS.	CM.	%
04-abr	10:50	1	21.70	0.00	0.00	21.64	0.00	0.00	24.35	0.00	0.00
05-abr	10:52	2	23.07	0.14	1.19	23.25	0.16	1.38	25.59	0.12	1.07
06-abr	10:52	3	25.25	0.36	3.08	24.06	0.24	2.08	25.65	0.13	1.12
07-abr	10:55	4	27.48	0.58	3.27	25.17	0.35	3.03	26.88	0.25	2.18

C.B.R. %	Peso Unit. g/cm³
7.7	1.300
10.4	1.453
15.1	1.611

PENETRACION		CARGA EN NORMAL	MOLDE Nº 1				MOLDE Nº 2				MOLDE Nº 3			
			CARGA ENSAYO		C.B.R. CORREG		CARGA ENSAYO		C.B.R. CORREG		CARGA ENSAYO		C.B.R. CORREG	
Pulg.	mm	Kg	Kg	Kg/cm2	Kg	%	Kg	Kg/cm2	Kg	%	Kg	Kg/cm2	Kg	%
0	0		0.0	0			0.0	0			0.0	0		
0.025	0.63		31.0	1.6			34.1	1.8			37.1	1.9		
0.05	1.27		64.6	3.3			67.7	3.5			73.8	3.8		
0.075	1.9		79.9	4.1			107.4	5.5			165.5	8.5		
0.1	2.54	1360	104.3	5.4		7.7	141.0	7.3		10.4	205.2	10.6		15.1
0.2	5.08	2040	113.5	5.9		5.6	168.5	8.7		8.3	238.8	12.3		11.7
0.3	7.62		122.7	6.3			199.1	10.3			260.2	13.4		
0.4	10.16		134.9	7.0			229.6	11.9			290.8	15.0		
0.5	12.7		147.1	7.6			272.4	14.1			367.2	19.0		



Olga Yeny Hurtado Sequeiros
TESISTA

CBR 100% D.máx
15.16 %
CBR 95% D.Máx.
13.18 %

Ing. Jose Ricardo Arce Avendaño
RESP.DE LAB. DE SUELOS°

Nota: El Laboratorio de Suelos de la Carrera de Ingeniería Civil, no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigación, es enteramente responsabilidad del investigador.



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS

ENSAYO: CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)

Proyecto: Análisis de la ceniza de rastrojo de maíz en pruebas de CBR para suelos arcillosos tipo CH y CL

Asignatura: CIV-502 Proyecto de Grado Ing. Civil

Identificación : M-1 con 10%

Zona: Fray Quebracho

Nº capas	5			5			5		
Nº golpes por capa	12			25			56		
CONDICION DE MUESTRA	Antes de mojar		D. de M	Antes de mojar		D. de M	Antes de mojar		D. de M
Peso muestra húm.+molde	10525		11185	10785		11040	11175		12059
Peso Molde	7155		7210	7115		7190	7135		7970
Peso muestra húmeda	3370		3975	3670		3850	4040		4089
Volumen de la muestra	2126		2126	2138		2138	2137		2137
Peso Unit. Muestra Húm.	1.585		1.870	1.716		1.801	1.891		1.913
MUESTRA DE HUMEDAD	Fondo	Superf.	2" sup.	Fondo	Superf.	2" sup.	Fondo	Superf.	2" sup.
Tara Nº	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Peso muestra húm + tara	89.35	74.25	76.29	81.48	88.81	86.55	94.85	74.25	90.86
Peso muestra seca + tara	77.5	64.11	63.12	71.69	77.67	75.59	82.75	65.25	79.06
Peso del agua	11.85	10.14	13.17	9.79	11.14	10.96	12.1	9	11.8
Peso de tara	20.83	18.44	18.28	17.9	18.11	17	18.1	17.39	16.2
Peso de la muestra seca	56.67	45.67	44.84	53.79	59.56	58.59	64.65	47.86	62.86
Contenido humedad %	20.91	22.20	29.37	18.20	18.70	18.71	18.72	18.80	18.77
Promedio cont. Humedad	21.56		29.37	18.45		18.71	18.76		18.77
Peso Unit.muestra seca	1.30		1.45	1.45		1.52	1.59		1.61

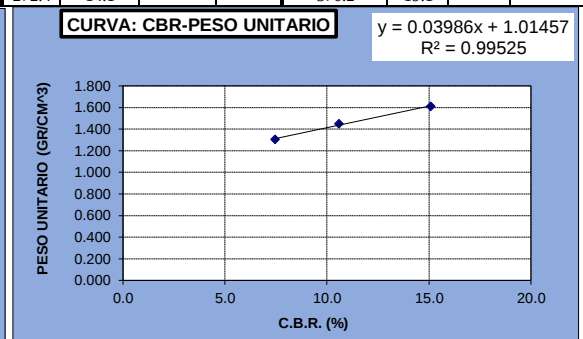
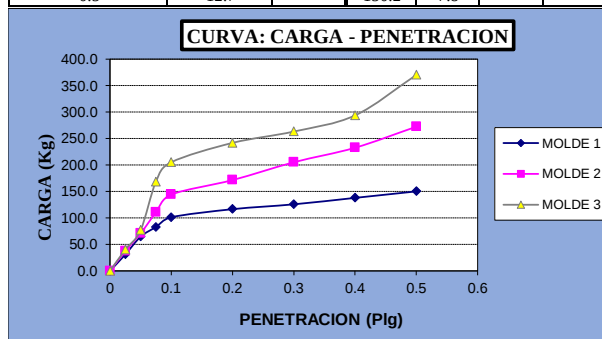
Hum. Opt. %	Peso Unit. g/cm³
18.41	1.62

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO EN DIAS	MOLDE Nº 1			MOLDE Nº 2			MOLDE Nº 3		
			LECT.	EXPANSION		LECT.	EXPANSION		LECT.	EXPANSION	
			EXTENS.	CM.	%	EXTENS.	CM.	%	EXTENS.	CM.	%
04-abr	10:50	1	21.70	0.00	0.00	21.64	0.00	0.00	24.35	0.00	0.00
05-abr	10:52	2	23.07	0.14	1.19	23.25	0.16	1.38	25.59	0.12	1.07
06-abr	10:52	3	25.25	0.36	3.08	24.06	0.24	2.08	25.65	0.13	1.12
07-abr	10:55	4	27.97	0.63	3.54	25.67	0.40	3.46	26.98	0.26	2.27

C.B.R. %	Peso Unit. g/cm³
7.4	1.304
10.6	1.449
15.1	1.611

PENETRACION		CARGA EN NORMAL	MOLDE Nº 1				MOLDE Nº 2				MOLDE Nº 3			
			CARGA ENSAYO		C.B.R. CORREG		CARGA ENSAYO		C.B.R. CORREG		CARGA ENSAYO		C.B.R. CORREG	
Pulg.	mm	Kg	Kg	Kg/cm2	Kg	%	Kg	Kg/cm2	Kg	%	Kg	Kg/cm2	Kg	%
0	0		0.0	0			0.0	0			0.0	0		
0.025	0.63		31.0	1.6			37.1	1.9			40.2	2.1		
0.05	1.27		64.6	3.3			70.7	3.7			76.8	4.0		
0.075	1.9		83.0	4.3			110.5	5.7			168.5	8.7		
0.1	2.54	1360	101.3	5.2		7.4	144.1	7.4		10.6	205.2	10.6		15.1
0.2	5.08	2040	116.6	6.0		5.7	171.6	8.9		8.4	241.9	12.5		11.9
0.3	7.62		125.7	6.5			205.2	10.6			263.3	13.6		
0.4	10.16		138.0	7.1			232.7	12.0			293.8	15.2		
0.5	12.7		150.2	7.8			272.4	14.1			370.2	19.1		



.....
Olga Yeny Hurtado Sequeiros
TESISTA

CBR 100% D.máx
15.27 %
CBR 95% D.Máx.
13.24 %

.....
Ing. Jose Ricardo Arce Avendaño
RESP.DE LAB. DE SUELOS°

Nota: El Laboratorio de Suelos de la Carrera de Ingeniería Civil, no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigación, es enteramente responsabilidad del investigador.

RESULTADOS CON 10% DE CENIZA DE
RASTROJO DE MAÍZ
(SUELO CL DEL BARRIO CONSTRUCTOR)



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA

PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL

LABORATORIO DE SUELOS

LÍMITES DE ATTERBERG-AGREGADO FINO

Proyecto: Análisis de la ceniza de rastrojo de maíz en pruebas de CBR para suelos arcillosos tipo CH y CL

Asignatura: CIV-502 Proyecto de Grado Ing. Civil

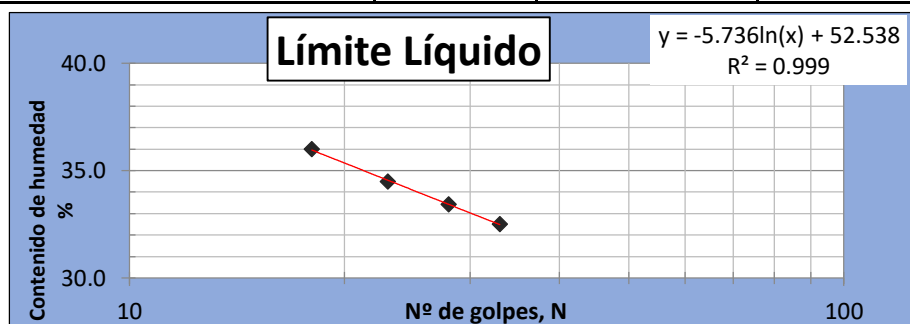
Zona: Constructor

Identificación : M-6 con 10%

Fecha: 26/05/23

Límite líquido

Capsula N°	1	2	3	4
N° de golpes	18	23	28	33
Peso de suelo húmedo + Cápsula (g)	45.00	41.30	40.10	42.90
Peso de suelo seco + Cápsula (g)	36.53	34.30	33.36	35.86
Peso del agua (g)	8.47	7.00	6.74	7.04
Peso de la Cápsula (g)	13.00	14.00	13.20	14.20
Peso Suelo seco (g)	23.53	20.30	20.16	21.66
Contenido de humedad (%)	36.00	34.48	33.43	32.50



LL	=	34.07
----	---	-------

Límite Plástico

Cápsula	1	2	3
Peso de suelo húmedo + Cápsula(g)	16.70	17.60	16.40
Peso de suelo seco + Cápsula(g)	16.10	17.00	15.80
Peso de cápsula(g)	13.10	14.02	12.81
Peso de suelo seco(g)	3	2.98	2.99
Peso del agua(g)	0.60	0.60	0.60
Contenido de humedad(%)	20.00	20.13	20.07
	LP	=	20.07
	IP	=	14.01

Olga Yeny Hurtado Sequeiros
TESISTA

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

Nota: El Laboratorio de Suelos de la Carrera de Ingeniería Civil, no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigación, es enteramente responsabilidad del investigador.



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS

LÍMITES DE ATTERBERG-AGREGADO FINO

Proyecto: Análisis de la ceniza de rastrojo de maíz en pruebas de CBR para suelos arcillosos tipo CH y CL

Asignatura: CIV-502 Proyecto de Grado Ing. Civil

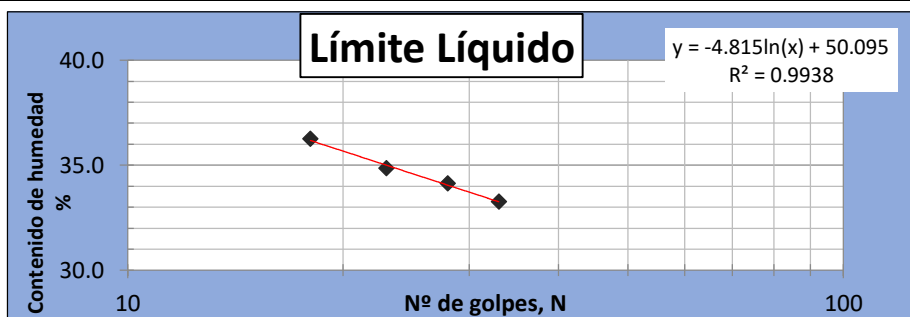
Zona: Constructor

Identificación : M-6 con 10%

Fecha: 26/05/23

Límite líquido

Capsula N°	1	2	3	4
N° de golpes	18	23	28	33
Peso de suelo húmedo + Cápsula (g)	45.50	41.66	40.15	42.85
Peso de suelo seco + Cápsula (g)	36.85	34.65	33.30	35.70
Peso del agua (g)	8.65	7.01	6.85	7.15
Peso de la Cápsula (g)	12.98	14.54	13.23	14.20
Peso Suelo seco (g)	23.87	20.11	20.07	21.5
Contenido de humedad (%)	36.24	34.86	34.13	33.26



LL = 34.60

Límite Plástico

Cápsula	1	2	3
Peso de suelo húmedo + Cápsula(g)	17.70	16.60	17.40
Peso de suelo seco + Cápsula(g)	17.10	16.00	16.81
Peso de cápsula(g)	14.10	13.10	13.80
Peso de suelo seco(g)	3	2.9	3.01
Peso del agua(g)	0.60	0.60	0.59
Contenido de humedad(%)	20.00	20.69	19.60
	LP	=	20.10
	IP	=	14.50

Olga Yeny Hurtado Sequeiros
TESISTA

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

Nota: El Laboratorio de Suelos de la Carrera de Ingeniería Civil, no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigación, es enteramente responsabilidad del investigador.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS

COMPACTACION

Proyecto: Análisis de la ceniza de rastrojo de maíz en pruebas de CBR para suelos arcillosos tipo CH y CL

Asignatura: CIV-502 Proyecto de Grado Ing. Civil

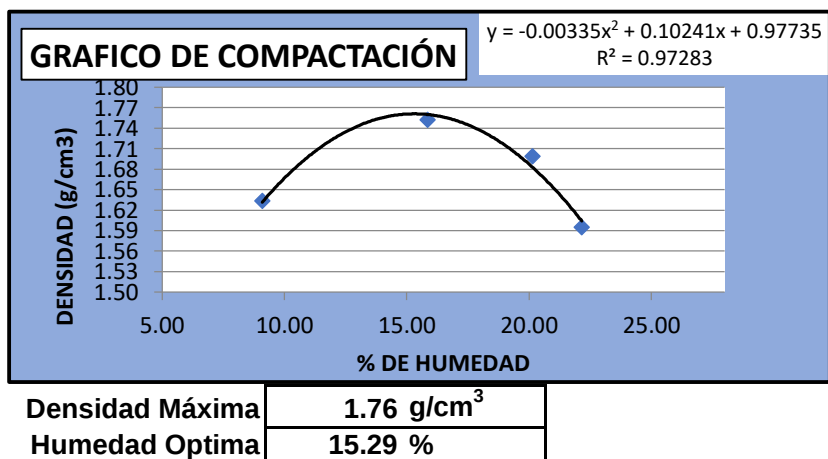
Zona: Constructor

Identificación : M-6 con 10%

Fecha: 29/05/2023

Muestra: Unica **Volumen:** 936.3 cm³

Nº de capas	5	5	5	5
Nº de golpes por capa	25	25	25	25
Peso suelo húmedo + molde(g)	5793.80	6025.70	6036.00	5949.8
Peso del molde(g)	4125.4	4125.4	4125.4	4125.4
Peso suelo húmedo (g)	1668.40	1900.30	1910.6	1824.4
Volumén de la muestra (cm ³)	936.3	936.3	936.3	936.3
Densidad suelo húmedo (g/cm ³)	1.78	2.03	2.04	1.95
Cápsula Nº	1	2	3	4
Peso suelo húmedo + capsula(g)	59.90	69.10	52.70	64.9
Peso suelo seco + cápsula(g)	56.00	61.55	45.91	55.45
Peso del agua(g)	3.9	7.55	6.79	9.45
Peso de la cápsula(g)	13.1	13.9	12.2	12.8
Peso suelo seco (g)	42.9	47.65	33.71	42.65
Contenido de humedad (%)	9.09	15.84	20.14	22.16
Densidad suelo seco (g/cm ³)	1.63	1.75	1.70	1.60



Olga Yeny Hurtado Sequeiros
TESISTA

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

Nota: El Laboratorio de Suelos de la Carrera de Ingeniería Civil, no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigación, es enteramente responsabilidad del investigador.



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS

ENSAYO: CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)

Proyecto: Análisis de la ceniza de rastrojo de maíz en pruebas de CBR para suelos arcillosos tipo CH y CL

Asignatura: CIV-502 Proyecto de Grado Ing. Civil

Zona: Constructor

Identificación : M-6 con 10%

Nº capas	5			5			5		
Nº golpes por capa	12			25			56		
CONDICION DE MUESTRA	Antes de mojar		D. de M	Antes de mojar		D. de M	Antes de mojar		D. de M
Peso muestra húm.+molde	11080		11395	11390		11565	11575		11680
Peso Molde	7180		7190	7150		7155	7150		7155
Peso muestra húmeda	3900		4205	4240		4410	4425		4525
Volumen de la muestra	2106		2106	2138		2138	2137		2137
Peso Unit. Muestra Húm.	1.852		1.997	1.983		2.062	2.071		2.117
MUESTRA DE HUMEDAD	Fondo	Superf.	2" sup.	Fondo	Superf.	2" sup.	Fondo	Superf.	2" sup.
Tara Nº	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Peso muestra húm + tara	96.2	97.17	93.29	98.56	93.13	99.29	94.2	93.52	73.46
Peso muestra seca + tara	84.55	84.99	82.57	85.37	81.19	87.61	82.79	82.89	66.91
Peso del agua	11.65	12.18	10.72	13.19	11.94	11.68	11.41	10.63	6.55
Peso de tara	18.65	19.41	18.92	18.03	18.41	17.88	18.07	18.09	17.35
Peso de la muestra seca	65.90	65.58	63.65	67.34	62.78	69.73	64.72	64.80	40.16
Contenido humedad %	17.68	18.57	16.84	19.59	19.02	16.75	17.63	16.40	16.31
Promedio cont. Humedad	18.13		16.84	19.30		16.75	17.02		16.31
Peso Unit.muestra seca	1.57		1.71	1.66		1.77	1.77		1.82

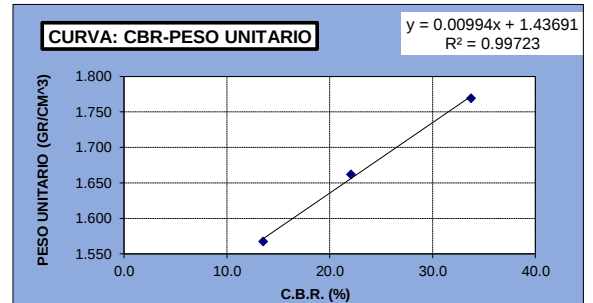
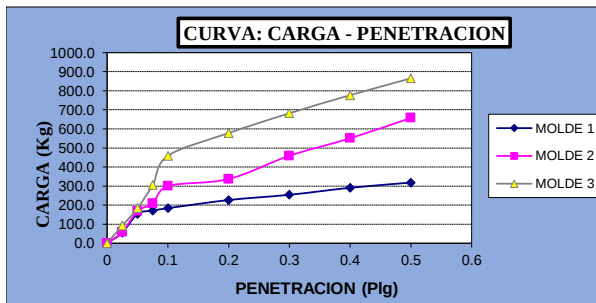
Hum. Opt. %	Peso Unit. g/cm3
15.29	1.76

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO EN DIAS	MOLDE Nº 1			MOLDE Nº 2			MOLDE Nº 3		
			LECT.	EXPANSION		LECT.	EXPANSION		LECT.	EXPANSION	
			EXTENS.	CM.	%	EXTENS.	CM.	%	EXTENS.	CM.	%
06-sep	10:48	1	21.47	0.00	0.00	21.87	0.00	0.00	24.40	0.00	0.00
07-sep	10:40	2	22.73	0.13	1.07	22.92	0.11	0.89	24.76	0.04	0.31
08-sep	10:45	3	22.99	0.15	1.30	22.95	0.11	0.92	24.85	0.05	0.39
09-sep	10:55	4	23.77	0.23	1.96	23	0.11	0.96	25.01	0.06	0.52

C.B.R. %	Peso Unit. g/cm3
13.5	1.568
22.1	1.662
33.7	1.770

PENETRACION		CARGA EN NORMAL	MOLDE Nº 1				MOLDE Nº 2				MOLDE Nº 3			
			CARGA ENSAYO		C.B.R. CORREG		CARGA ENSAYO		C.B.R. CORREG		CARGA ENSAYO		C.B.R. CORREG	
Pulg.	mm	Kg	Kg	Kg/cm2	Kg	%	Kg	Kg/cm2	Kg	%	Kg	Kg/cm2	Kg	%
0	0		0.0	0			0.0	0			0.0	0		
0.025	0.63		55.5	2.9			58.5	3.0			92.1	4.8		
0.05	1.27		153.2	7.9			168.5	8.7			183.8	9.5		
0.075	1.9		171.6	8.9			208.2	10.8			306.0	15.8		
0.1	2.54	1360	183.8	9.5	13.5		299.9	15.5	22.1		458.8	23.7	33.7	
0.2	5.08	2040	226.6	11.7	11.1		336.6	17.4	16.5		578.0	29.9	28.3	
0.3	7.62		254.1	13.1			458.8	23.7			681.9	35.2		
0.4	10.16		290.8	15.0			550.5	28.4			776.6	40.1		
0.5	12.7		318.3	16.4			657.5	34.0			865.3	44.7		



CBR 100% D.máx

32.51 %

CBR 95% D.Máx.

23.65 %

Olga Yeny Hurtado Sequeiros
TESISTA

Ing. Jose Ricardo Arce Avendaño
RESP.DE LAB. DE SUELOS°

Nota: El Laboratorio de Suelos de la Carrera de Ingenieria Civil, no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigacion, es enteramente responsabilidad del investigador.



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS

ENSAYO: CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)

Proyecto: Análisis de la ceniza de rastrojo de maíz en pruebas de CBR para suelos arcillosos tipo CH y CL

Asignatura: CIV-502 Proyecto de Grado Ing. Civil

Zona: Constructor

Identificación : M-6 con 10%

Nº capas	5			5			5		
Nº golpes por capa	12			25			56		
CONDICION DE MUESTRA	Antes de mojarse		D. de M	Antes de mojarse		D. de M	Antes de mojarse		D. de M
Peso muestra húm.+molde	11025		11280	11265		11485	11590		11750
Peso Molde	7180		7190	7150		7155	7150		7155
Peso muestra húmeda	3845		4090	4115		4330	4440		4595
Volumen de la muestra	2106		2106	2138		2138	2137		2137
Peso Unit. Muestra Húm.	1.826		1.942	1.925		2.025	2.078		2.150
MUESTRA DE HUMEDAD	Fondo	Superf.	2" sup.	Fondo	Superf.	2" sup.	Fondo	Superf.	2" sup.
Tara Nº	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Peso muestra húm + tara	77.1	72.9	69.6	77.8	76.8	69.9	74.8	73.5	86.2
Peso muestra seca + tara	67.9	64.6	61.9	67.99	67.76	62.7	66.2	65.45	79.6
Peso del agua	9.2	8.3	7.7	9.81	9.04	7.2	8.6	8.05	6.6
Peso de tara	20.5	16.9	17.5	18	19.3	18.9	17.8	17.2	18.8
Peso de la muestra seca	47.40	47.70	44.40	49.99	48.46	43.80	48.40	48.25	40.16
Contenido humedad %	19.41	17.40	17.34	19.62	18.65	16.44	17.77	16.68	16.43
Promedio cont. Humedad	18.40		17.34	19.14		16.44	17.23		16.43
Peso Unit.muestra seca	1.54		1.66	1.62		1.74	1.77		1.85

Hum. Opt. %	Peso Unit. g/cm³
15.29	1.76

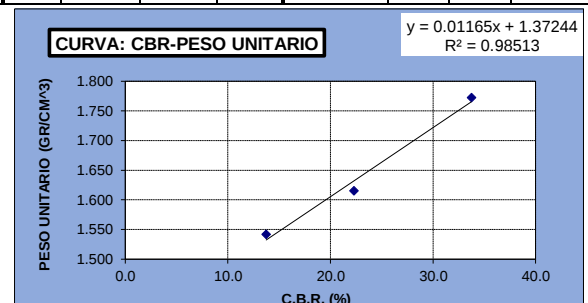
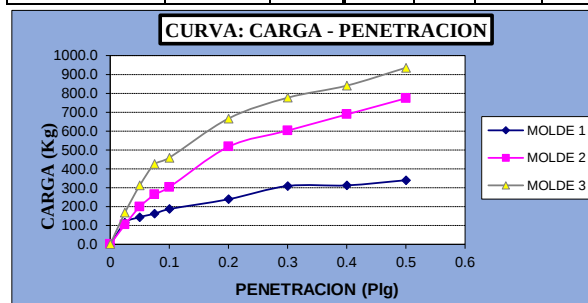
EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO EN DIAS	MOLDE Nº 1			MOLDE Nº 2			MOLDE Nº 3		
			LECT. EXPANSION			LECT. EXPANSION			LECT. EXPANSION		
			EXTENS.	CM.	%	EXTENS.	CM.	%	EXTENS.	CM.	%
06-sep	10:48	1	25.29	0.00	0.00	21.96	0.00	0.00	13.76	0.00	0.00
07-sep	10:40	2	26.3	0.10	0.86	22.45	0.05	0.42	13.95	0.02	0.16
08-sep	10:45	3	26.87	0.16	1.35	22.94	0.10	0.83	14	0.02	0.21
09-sep	10:55	4	26.98	0.17	1.44	23.09	0.11	0.96	14.36	0.06	0.52

C.B.R. %	Peso Unit. g/cm³
13.7	1.542
22.3	1.615
33.7	1.772

23.09

PENETRACION		CARGA EN NORMAL Kg	MOLDE Nº 1				MOLDE Nº 2				MOLDE Nº 3			
			CARGA ENSAYO		C.B.R. CORREG		CARGA ENSAYO		C.B.R. CORREG		CARGA ENSAYO		C.B.R. CORREG	
Pulg.	mm	Kg	Kg	Kg/cm²	Kg	%	Kg	Kg/cm²	Kg	%	Kg	Kg/cm²	Kg	%
0	0		0.0	0			0.0	0			0.0	0		
0.025	0.63		113.5	5.9			104.3	5.4			168.5	8.7		
0.05	1.27		144.1	7.4			199.1	10.3			312.1	16.1		
0.075	1.9		162.4	8.4			263.3	13.6			425.2	22.0		
0.1	2.54	1360	186.9	9.7		13.7	303.0	15.7		22.3	458.8	23.7		33.7
0.2	5.08	2040	238.8	12.3		11.7	516.9	26.7		25.3	666.6	34.4		32.7
0.3	7.62		309.1	16.0			602.5	31.1			776.6	40.1		
0.4	10.16		312.1	16.1			688.0	35.5			840.8	43.4		
0.5	12.7		339.7	17.5			773.6	40.0			935.6	48.3		



Olga Yeny Hurtado Sequeros
TESISTA

CBR 100% D.máx
33.27 %
CBR 95% D.Máx.
25.72 %

Ing. Jose Ricardo Arce Avendaño
RESP.DE LAB. DE SUELOS°

Nota: El Laboratorio de Suelos de la Carrera de Ingeniería Civil, no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigación, es enteramente responsabilidad del investigador.



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS

ENSAYO: CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)

Proyecto: Análisis de la ceniza de rastrojo de maíz en pruebas de CBR para suelos arcillosos tipo CH y CL

Asignatura: CIV-502 Proyecto de Grado Ing. Civil

Zona: Constructor

Identificación : M-6 con 10%

Nº capas	5			5			5		
Nº golpes por capa	12			25			56		
CONDICION DE MUESTRA	Antes de mojarse		D. de M	Antes de mojarse		D. de M	Antes de mojarse		D. de M
Peso muestra húm.+molde	11015		11270	11295		11475	11560		11740
Peso Molde	7180		7190	7150		7155	7150		7155
Peso muestra húmeda	3835		4080	4145		4320	4410		4585
Volumen de la muestra	2106		2106	2138		2138	2137		2137
Peso Unit. Muestra Húm.	1.821		1.937	1.939		2.020	2.064		2.146
MUESTRA DE HUMEDAD	Fondo	Superf.	2" sup.	Fondo	Superf.	2" sup.	Fondo	Superf.	2" sup.
Tara Nº	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Peso muestra húm + tara	77.1	72.9	69.6	77.8	76.8	69.9	74.8	73.5	86.2
Peso muestra seca + tara	67.9	64.6	61.9	67.59	68.76	62.7	66.2	65.45	79.6
Peso del agua	9.2	8.3	7.7	10.21	8.04	7.2	8.6	8.05	6.6
Peso de tara	20.5	16.9	17.5	18	19.3	18.9	17.8	17.2	18.8
Peso de la muestra seca	47.40	47.70	44.40	49.59	49.46	43.80	48.40	48.25	40.16
Contenido humedad %	19.41	17.40	17.34	20.59	16.26	16.44	17.77	16.68	16.43
Promedio cont. Humedad	18.40		17.34	18.42		16.44	17.23		16.43
Peso Unit.muestra seca	1.54		1.65	1.64		1.74	1.76		1.84

Hum. Opt. %	Peso Unit. g/cm³
15.29	1.76

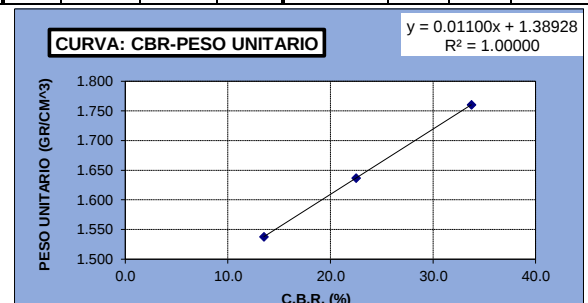
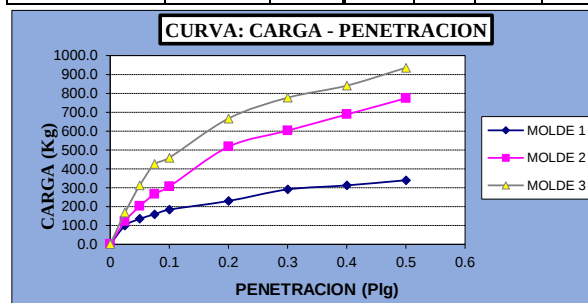
EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO EN DIAS	MOLDE Nº 1			MOLDE Nº 2			MOLDE Nº 3		
			LECT.	EXPANSION		LECT.	EXPANSION		LECT.	EXPANSION	
			EXTENS.	CM.	%	EXTENS.	CM.	%	EXTENS.	CM.	%
06-sep	10:48	1	25.29	0.00	0.00	21.96	0.00	0.00	13.76	0.00	0.00
07-sep	10:40	2	26.3	0.10	0.86	22.45	0.05	0.42	13.95	0.02	0.16
08-sep	10:45	3	26.88	0.16	1.36	22.94	0.10	0.83	14	0.02	0.21
09-sep	10:55	4	26.99	0.17	1.45	23.1	0.11	0.97	14.4	0.06	0.55

C.B.R. %	Peso Unit. g/cm³
13.5	1.538
22.5	1.637
33.7	1.760

23.09

PENETRACION		CARGA EN NORMAL	MOLDE Nº 1				MOLDE Nº 2				MOLDE Nº 3			
			CARGA ENSAYO		C.B.R. CORREG		CARGA ENSAYO		C.B.R. CORREG		CARGA ENSAYO		C.B.R. CORREG	
Pulg.	mm	Kg	Kg	Kg/cm²	Kg	%	Kg	Kg/cm²	Kg	%	Kg	Kg/cm²	Kg	%
0	0		0.0	0			0.0	0			0.0	0		
0.025	0.63		98.2	5.1			122.7	6.3			168.5	8.7		
0.05	1.27		134.9	7.0			202.1	10.4			312.1	16.1		
0.075	1.9		159.4	8.2			266.3	13.8			425.2	22.0		
0.1	2.54	1360	183.8	9.5	13.5		306.0	15.8	22.5		458.8	23.7	33.7	
0.2	5.08	2040	229.6	11.9	11.3		516.9	26.7	25.3		666.6	34.4	32.7	
0.3	7.62		290.8	15.0			602.5	31.1			776.6	40.1		
0.4	10.16		312.1	16.1			688.0	35.5			840.8	43.4		
0.5	12.7		339.7	17.5			773.6	40.0			935.6	48.3		



Olga Yeny Hurtado Sequeros
TESISTA

CBR 100% D.máx
33.70 %
CBR 95% D.Máx.
25.70 %

Ing. Jose Ricardo Arce Avendaño
RESP.DE LAB. DE SUELOS°

Nota: El Laboratorio de Suelos de la Carrera de Ingeniería Civil, no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigación, es enteramente responsabilidad del investigador.

RESULTADOS CON 15% DE CENIZA DE
RASTROJO DE MAÍZ
(SUELO CH DEL BARRIO FRAY QUEBRACHO)



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA

PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL

LABORATORIO DE SUELOS

LÍMITES DE ATTERBERG-AGREGADO FINO

Proyecto: Análisis de la ceniza de rastrojo de maíz en pruebas de CBR para suelos arcillosos tipo CH y CL

Asignatura: CIV-502 Proyecto de Grado Ing. Civil

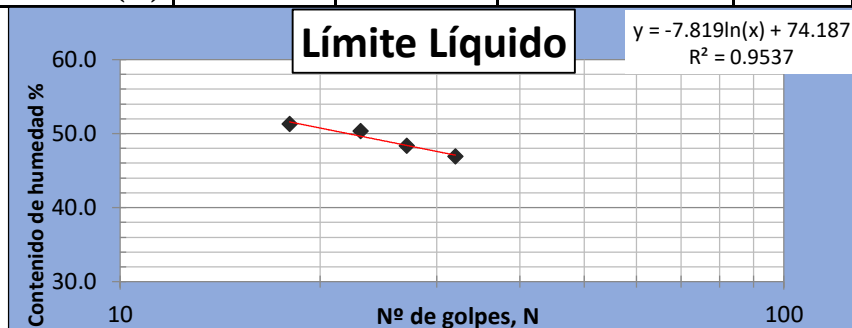
Zona: Fray Quebracho

Identificación : M-1 con 15%

Fecha: 09/05/23

Límite líquido

Capsula N°	1	2	3	4
N° de golpes	18	23	27	32
Suelo Húmedo + Cápsula(g)	43.50	39.50	39.50	41.10
Suelo Seco + Cápsula(g)	33.30	30.60	30.70	32.10
Peso del agua(g)	10.2	8.9	8.8	9
Peso de la Cápsula(g)	13.40	12.90	12.50	12.90
Peso Suelo seco(g)	19.9	17.7	18.2	19.2
Porcentaje de Humedad(%)	51.26	50.28	48.35	46.88



LL	=	49.02
----	---	-------

Límite Plástico

Cápsula	1	2	3
Peso de suelo húmedo + Cápsula(g)	21.51	15.40	16.30
Peso de suelo seco + Cápsula(g)	20.74	14.60	15.49
Peso de cápsula(g)	18.64	12.41	13.27
Peso de suelo seco(g)	2.1	2.19	2.22
Peso del agua(g)	0.77	0.80	0.81
Contenido de humedad(%)	36.67	36.53	36.49
	LP	=	36.56
	IP	=	12.46

Olga Yeny Hurtado Sequeiros
TESISTA

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

Nota: El Laboratorio de Suelos de la Carrera de Ingeniería Civil, no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigación, es enteramente responsabilidad del investigador.



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS

LÍMITES DE ATTERBERG-AGREGADO FINO

Proyecto: Análisis de la ceniza de rastrojo de maíz en pruebas de CBR para suelos arcillosos tipo CH y CL

Asignatura: CIV-502 Proyecto de Grado Ing. Civil

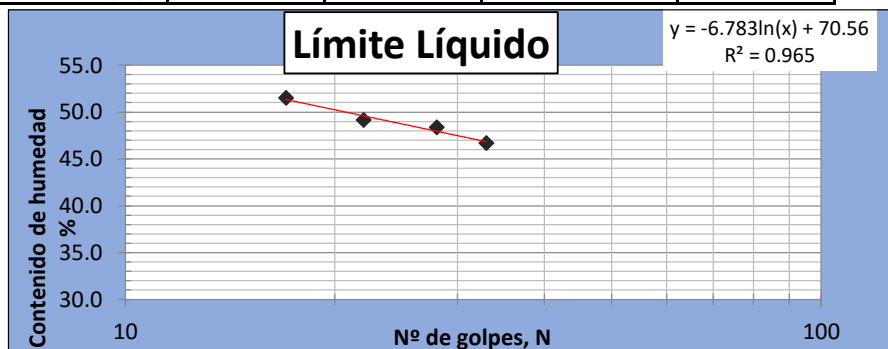
Zona: Fray Quebracho

Identificación : M-1 con 15%

Fecha: 10/05/23

Límite líquido

Capsula N°	1	2	3	4
N° de golpes	17	22	28	33
Suelo Húmedo + Cápsula(g)	43.40	39.40	39.40	41.20
Suelo Seco + Cápsula(g)	33.20	30.75	30.63	32.19
Peso del agua(g)	10.2	8.65	8.77	9.01
Peso de la Cápsula(g)	13.40	13.15	12.50	12.90
Peso Suelo seco(g)	19.8	17.6	18.13	19.29
Porcentaje de Humedad(%)	51.52	49.15	48.37	46.71



LL	=	48.98
----	---	-------

Límite Plástico

Cápsula	1	2	3
Peso de suelo húmedo + Cápsula(g)	21.50	15.40	16.30
Peso de suelo seco + Cápsula(g)	20.70	14.60	15.50
Peso de cápsula(g)	18.51	12.42	13.30
Peso de suelo seco(g)	2.19	2.18	2.2
Peso del agua(g)	0.80	0.80	0.80
Contenido de humedad(%)	36.53	36.70	36.36
LP	=	36.53	
IP	=	12.45	

Olga Yeny Hurtado Sequeiros
TESISTA

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

Nota: El Laboratorio de Suelos de la Carrera de Ingeniería Civil, no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigación, es enteramente responsabilidad del investigador.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS

COMPACTACION

Proyecto: Análisis de la ceniza de rastrojo de maíz en pruebas de CBR para suelos arcillosos tipo CH y CL

Asignatura: CIV-502 Proyecto de Grado Ing. Civil

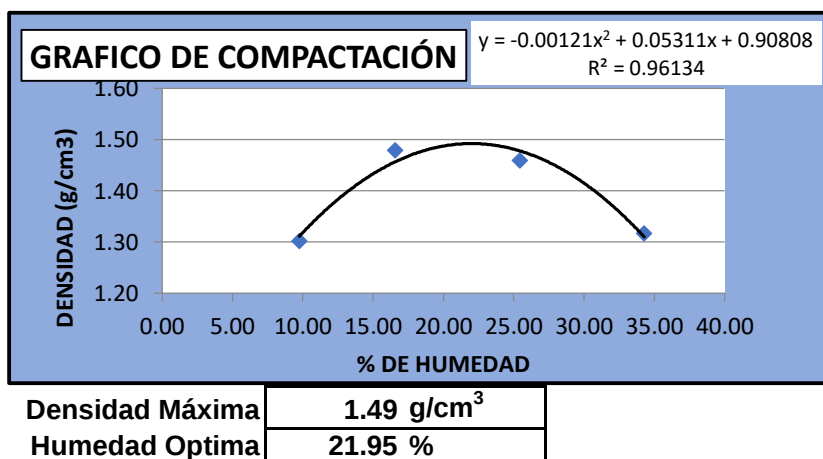
Zona: Fray Quebracho

Identificación : M-1 con 15%

Fecha: 06/05/2023

Muestra: Única	Volumen: 936.3	cm ³
-----------------------	-----------------------	-----------------

Nº de capas	5	5	5	5
Nº de golpes por capa	25	25	25	25
Peso suelo húmedo + molde(g)	5497.80	5773.80	5872.80	5814.8
Peso del molde(g)	4159.9	4159.9	4159.9	4159.9
Peso suelo húmedo (g)	1337.90	1613.90	1712.9	1654.9
Volumén de la muestra (cm ³)	936.3	936.3	936.3	936.3
Densidad suelo húmedo (g/cm ³)	1.43	1.72	1.83	1.77
Cápsula Nº	1	2	3	4
Peso suelo húmedo + capsula(g)	80.90	79.15	85.60	73.1
Peso suelo seco + cápsula(g)	76.05	71.50	73.52	61.00
Peso del agua(g)	4.85	7.65	12.08	12.1
Peso de la cápsula(g)	26.3	25.3	26	25.7
Peso suelo seco (g)	49.75	46.2	47.52	35.30
Contenido de humedad (%)	9.75	16.56	25.42	34.28
Densidad suelo seco (g/cm ³)	1.30	1.48	1.46	1.32



Olga Yeny Hurtado Sequeiros
TESISTA

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

Nota: El Laboratorio de Suelos de la Carrera de Ingeniería Civil, no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigación, es enteramente responsabilidad del investigador.



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS

ENSAYO: CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)

Proyecto: Análisis de la ceniza de rastrojo de maíz en pruebas de CBR para suelos arcillosos tipo CH y CL

Asignatura: CIV-502 Proyecto de Grado Ing. Civil

Zona: Fray Quebracho

Identificación : M-1 con 15%

Nº capas	5			5			5		
Nº golpes por capa	12			25			56		
CONDICION DE MUESTRA	Antes de mojarse		D. de M	Antes de mojarse		D. de M	Antes de mojarse		D. de M
Peso muestra húm.+molde	10395		10900	11600		11889	11915		12065
Peso Molde	7220		7235	7970		7990	7968		7980
Peso muestra húmeda	3175		3665	3630		3899	3947		4085
Volumen de la muestra	2139		2139	2152		2152	2141		2141
Peso Unit. Muestra Húm.	1.484		1.714	1.687		1.812	1.843		1.908
MUESTRA DE HUMEDAD	Fondo	Superf.	2" sup.	Fondo	Superf.	2" sup.	Fondo	Superf.	2" sup.
Tara Nº	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Peso muestra húm + tara	56	65.9	61.6	55.8	66.3	61	56.3	65.9	56.8
Peso muestra seca + tara	47.6	55.7	52.5	47.7	55.7	51.8	48.05	56.1	47.9
Peso del agua	8.4	10.2	9.1	8.1	10.6	9.2	8.25	9.8	8.9
Peso de tara	12.7	13.3	12.7	13.9	13	13.2	13.4	13.3	12.9
Peso de la muestra seca	34.90	42.40	39.80	33.80	42.70	38.60	34.65	42.80	35.00
Contenido humedad %	24.07	24.06	22.86	23.96	24.82	23.83	23.81	22.90	25.43
Promedio cont. Humedad	24.06		22.86	24.39		23.83	23.35		25.43
Peso Unit.muestra seca	1.20		1.39	1.36		1.46	1.49		1.52

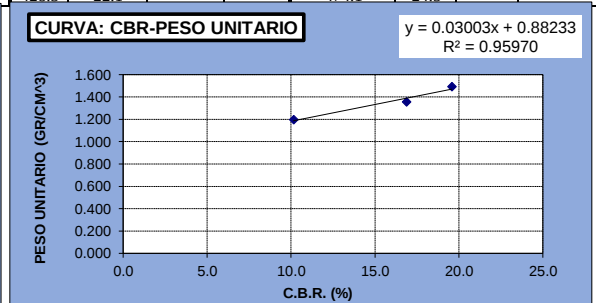
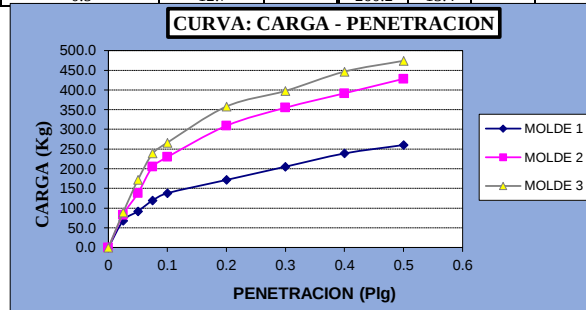
Hum. Opt. %	Peso Unit. g/cm³
21.95	1.49

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO EN DIAS	MOLDE Nº 1			MOLDE Nº 2			MOLDE Nº 3		
			LECT. EXPANSION			LECT. EXPANSION			LECT. EXPANSION		
			EXTENS.	CM.	%	EXTENS.	CM.	%	EXTENS.	CM.	%
04-abr	10:50	1	23.87	0.00	0.00	21.53	0.00	0.00	22.56	0.00	0.00
05-abr	10:52	2	25.95	0.21	1.77	23.43	0.19	1.62	24.24	0.17	1.45
06-abr	10:52	3	26.87	0.30	2.56	24.24	0.27	2.31	24.28	0.17	1.48
07-abr	10:55	4	26.99	0.31	2.66	24.29	0.28	2.38	24.32	0.18	1.51

C.B.R. %	Peso Unit. g/cm³
10.1	1.197
16.9	1.356
19.6	1.494

PENETRACION		CARGA EN NORMAL	MOLDE Nº 1				MOLDE Nº 2				MOLDE Nº 3			
			CARGA ENSAYO		C.B.R. CORREG		CARGA ENSAYO		C.B.R. CORREG		CARGA ENSAYO		C.B.R. CORREG	
Pulg.	mm	Kg	Kg	Kg/cm²	Kg	%	Kg	Kg/cm²	Kg	%	Kg	Kg/cm²	Kg	%
0	0		0.0	0			0.0	0			0.0	0		
0.025	0.63		67.7	3.5			83.0	4.3			89.1	4.6		
0.05	1.27		92.1	4.8			138.0	7.1			171.6	8.9		
0.075	1.9		119.6	6.2			205.2	10.6			238.8	12.3		
0.1	2.54	1360	138.0	7.1		10.1	229.6	11.9		16.9	266.3	13.8		19.6
0.2	5.08	2040	171.6	8.9		8.4	309.1	16.0		15.2	358.0	18.5		17.5
0.3	7.62		205.2	10.6			354.9	18.3			397.7	20.5		
0.4	10.16		238.8	12.3			391.6	20.2			446.6	23.1		
0.5	12.7		260.2	13.4			428.3	22.1			474.1	24.5		



Olga Yeny Hurtado Sequeiros
TESISTA

CBR 100% D.máx

20.26 %

CBR 95% D.Máx.

17.78 %

Ing. Jose Ricardo Arce Avendaño
RESP.DE LAB. DE SUELOSº

Nota: El Laboratorio de Suelos de la Carrera de Ingenieria Civil, no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigacion, es enteramente responsabilidad del investigador.



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS

ENSAYO: CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)

Proyecto: Análisis de la ceniza de rastrojo de maíz en pruebas de CBR para suelos arcillosos tipo CH y CL

Asignatura: CIV-502 Proyecto de Grado Ing. Civil

Zona: Fray Quebracho

Identificación : M-1 con 15%

Nº capas	5			5			5		
Nº golpes por capa	12			25			56		
CONDICION DE MUESTRA	Antes de mojar		D. de M	Antes de mojar		D. de M	Antes de mojar		D. de M
Peso muestra húm.+molde	10510		11100	10835		11150	11050		11235
Peso Molde	7200		7280	7165		7240	7125		7190
Peso muestra húmeda	3310		3820	3670		3910	3925		4045
Volumen de la muestra	2126		2126	2138		2138	2137		2137
Peso Unit. Muestra Húm.	1.557		1.797	1.716		1.829	1.837		1.893
MUESTRA DE HUMEDAD	Fondo	Superf.	2" sup.	Fondo	Superf.	2" sup.	Fondo	Superf.	2" sup.
Tara Nº	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Peso muestra húm + tara	82.8	79.1	86.6	71.3	70	63.8	81.2	76	83.4
Peso muestra seca + tara	69.6	67.4	73.7	60.7	59.5	55.45	69.1	64.9	71.1
Peso del agua	13.2	11.7	12.9	10.6	10.5	8.35	12.1	11.1	12.3
Peso de tara	18.6	19.3	17.6	18.9	18.6	18.9	17.9	18	17.3
Peso de la muestra seca	51.00	48.10	56.10	41.80	40.90	36.55	51.20	46.90	53.80
Contenido humedad %	25.88	24.32	22.99	25.36	25.67	22.85	23.63	23.67	22.86
Promedio cont. Humedad	25.10		22.99	25.52		22.85	23.65		22.86
Peso Unit.muestra seca	1.24		1.46	1.37		1.49	1.49		1.54

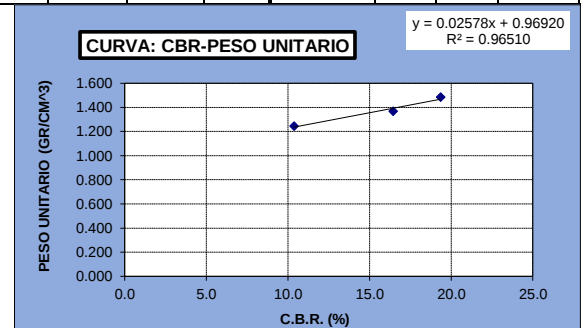
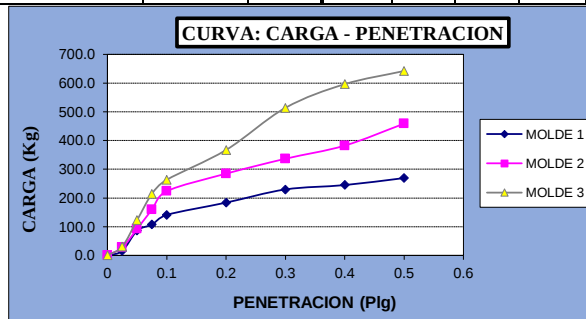
Hum. Opt. %	Peso Unit. g/cm3
21.95	1.49

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO EN DIAS	MOLDE Nº 1			MOLDE Nº 2			MOLDE Nº 3		
			LECT.	EXPANSION		LECT.	EXPANSION		LECT.	EXPANSION	
			EXTENS.	CM.	%	EXTENS.	CM.	%	EXTENS.	CM.	%
04-abr	10:50	1	25.47	0.00	0.00	22.41	0.00	0.00	21.87	0.00	0.00
05-abr	10:52	2	28.21	0.27	2.38	24.85	0.24	2.10	23.55	0.17	1.45
06-abr	10:52	3	28.34	0.29	2.49	24.99	0.26	2.22	23.58	0.17	1.47
07-abr	10:55	4	30.15	0.47	2.65	25.17	0.28	2.37	23.63	0.18	1.52

C.B.R. %	Peso Unit. g/cm3
10.4	1.245
16.4	1.367
19.4	1.485

PENETRACION		CARGA EN NORMAL	MOLDE Nº 1				MOLDE Nº 2				MOLDE Nº 3			
			CARGA ENSAYO		C.B.R. CORREG		CARGA ENSAYO		C.B.R. CORREG		CARGA ENSAYO		C.B.R. CORREG	
Pulg.	mm	Kg	Kg	Kg/cm2	Kg	%	Kg	Kg/cm2	Kg	%	Kg	Kg/cm2	Kg	%
0	0		0.0	0			0.0	0			0.0	0		
0.025	0.63		15.7	0.8			27.9	1.4			31.0	1.6		
0.05	1.27		86.0	4.4			92.1	4.8			122.7	6.3		
0.075	1.9		107.4	5.5			159.4	8.2			214.4	11.1		
0.1	2.54	1360	141.0	7.3		10.4	223.5	11.5		16.4	263.3	13.6		19.4
0.2	5.08	2040	183.8	9.5		9.0	284.6	14.7		14.0	367.2	19.0		18.0
0.3	7.62		229.6	11.9			336.6	17.4			513.8	26.5		
0.4	10.16		244.9	12.7			382.4	19.8			596.3	30.8		
0.5	12.7		269.4	13.9			458.8	23.7			642.2	33.2		



CBR 100% D.máx

20.24 %

CBR 95% D.Máx.

17.34 %

Olga Yeny Hurtado Sequeiros
TESISTA

Ing. Jose Ricardo Arce Avendaño
RESP.DE LAB. DE SUELOS°

Nota: El Laboratorio de Suelos de la Carrera de Ingeniería Civil, no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigación, es enteramente responsabilidad del investigador.



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS

ENSAYO: CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)

Proyecto: Análisis de la ceniza de rastrojo de maíz en pruebas de CBR para suelos arcillosos tipo CH y CL

Asignatura: CIV-502 Proyecto de Grado Ing. Civil

Zona: Fray Quebracho

Identificación: M-1 con 15%

Nº capas	5			5			5		
Nº golpes por capa	12			25			56		
CONDICION DE MUESTRA	Antes de mojarse		D. de M	Antes de mojarse		D. de M	Antes de mojarse		D. de M
Peso muestra húm.+molde	10410		11100	10825		11150	11020		11235
Peso Molde	7200		7280	7165		7240	7125		7190
Peso muestra húmeda	3210		3820	3660		3910	3895		4045
Volumen de la muestra	2126		2126	2138		2138	2137		2137
Peso Unit. Muestra Húm.	1.510		1.797	1.712		1.829	1.823		1.893
MUESTRA DE HUMEDAD	Fondo	Superf.	2" sup.	Fondo	Superf.	2" sup.	Fondo	Superf.	2" sup.
Tara Nº	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Peso muestra húm + tara	82.8	79.1	86.6	71.3	70	63.8	81.2	76	83.4
Peso muestra seca + tara	69.6	67.4	73.7	60.7	59.5	55.45	69.1	64.9	71.1
Peso del agua	13.2	11.7	12.9	10.6	10.5	8.35	12.1	11.1	12.3
Peso de tara	18.6	19.3	17.6	18.9	18.6	18.9	17.9	18	17.3
Peso de la muestra seca	51.00	48.10	56.10	41.80	40.90	36.55	51.20	46.90	53.80
Contenido humedad %	25.88	24.32	22.99	25.36	25.67	22.85	23.63	23.67	22.86
Promedio cont. Humedad	25.10		22.99	25.52		22.85	23.65		22.86
Peso Unit.muestra seca	1.21		1.46	1.36		1.49	1.47		1.54

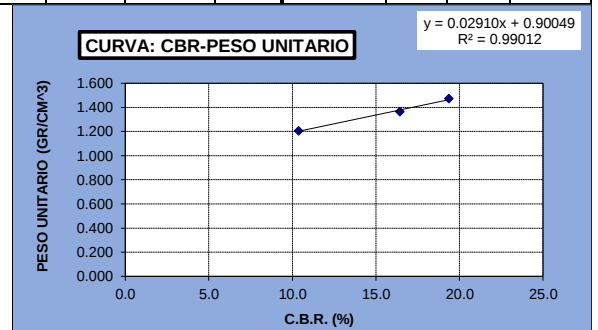
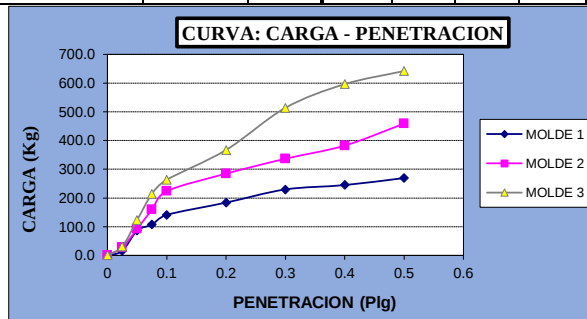
Hum. Opt. %	Peso Unit. g/cm3
21.95	1.49

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO EN DIAS	MOLDE Nº 1			MOLDE Nº 2			MOLDE Nº 3		
			LECT.	EXPANSION		LECT.	EXPANSION		LECT.	EXPANSION	
			EXTENS.	CM.	%	EXTENS.	CM.	%	EXTENS.	CM.	%
04-abr	10:50	1	25.47	0.00	0.00	22.41	0.00	0.00	21.87	0.00	0.00
05-abr	10:52	2	28.21	0.27	2.38	24.85	0.24	2.10	23.55	0.17	1.45
06-abr	10:52	3	28.34	0.29	2.49	24.99	0.26	2.22	23.58	0.17	1.47
07-abr	10:55	4	30.05	0.46	2.59	25.07	0.27	2.29	23.53	0.17	1.43

C.B.R. %	Peso Unit. g/cm3
10.4	1.207
16.4	1.364
19.4	1.474

PENETRACION		CARGA EN NORMAL	MOLDE Nº 1				MOLDE Nº 2				MOLDE Nº 3			
			CARGA ENSAYO		C.B.R. CORREG		CARGA ENSAYO		C.B.R. CORREG		CARGA ENSAYO		C.B.R. CORREG	
Pulg.	mm	Kg	Kg	Kg/cm2	Kg	%	Kg	Kg/cm2	Kg	%	Kg	Kg/cm2	Kg	%
0	0		0.0	0			0.0	0			0.0	0		
0.025	0.63		15.7	0.8			27.9	1.4			31.0	1.6		
0.05	1.27		86.0	4.4			92.1	4.8			122.7	6.3		
0.075	1.9		107.4	5.5			159.4	8.2			214.4	11.1		
0.1	2.54	1360	141.0	7.3		10.4	223.5	11.5		16.4	263.3	13.6		19.4
0.2	5.08	2040	183.8	9.5		9.0	284.6	14.7		14.0	367.2	19.0		18.0
0.3	7.62		229.6	11.9			336.6	17.4			513.8	26.5		
0.4	10.16		244.9	12.7			382.4	19.8			596.3	30.8		
0.5	12.7		269.4	13.9			458.8	23.7			642.2	33.2		



CBR 100% D.máx
20.29 %
CBR 95% D.Máx.
17.73 %

Olga Yeny Hurtado Sequeiros
TESISTA

Ing. Jose Ricardo Arce Avendaño
RESP.DE LAB. DE SUELOS°

Nota: El Laboratorio de Suelos de la Carrera de Ingenieria Civil, no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigacion, es enteramente responsabilidad del investigador.

RESULTADOS CON 15% DE CENIZA DE
RASTROJO DE MAÍZ
(SUELO CL DEL BARRIO CONSTRUCTOR)



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS

LÍMITES DE ATTERBERG-AGREGADO FINO

Proyecto: Análisis de la ceniza de rastrojo de maíz en pruebas de CBR para suelos arcillosos tipo CH y CL

Asignatura: CIV-502 Proyecto de Grado Ing. Civil

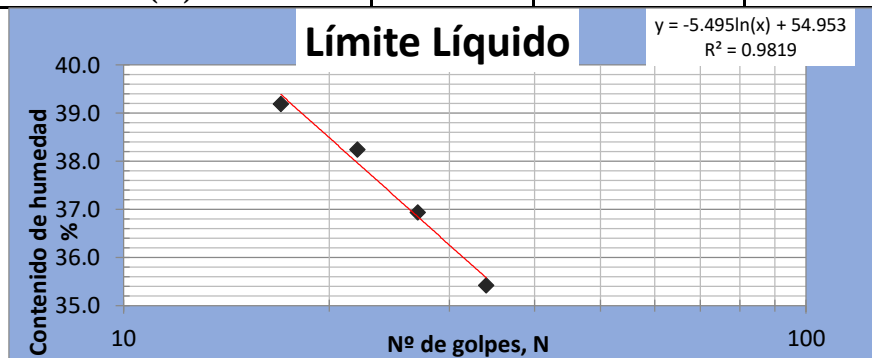
Zona: Constructor

Identificación : M-6 con 15%

Fecha: 26/04/23

Límite líquido

Capsula N°	1	2	3	4
N° de golpes	17	22	27	34
Peso de suelo húmedo + Cápsula (g)	38.50	34.50	37.40	35.60
Peso de suelo seco + Cápsula (g)	31.18	28.47	30.90	29.48
Peso del agua (g)	7.32	6.03	6.50	6.12
Peso de la Cápsula (g)	12.50	12.70	13.30	12.20
Peso Suelo seco (g)	18.68	15.77	17.60	17.28
Contenido de humedad (%)	39.19	38.24	36.93	35.42



LL	=	37.27
----	---	-------

Límite Plástico

Cápsula	1	2	3
Peso de suelo húmedo + Cápsula(g)	16.60	16.10	16.30
Peso de suelo seco + Cápsula(g)	15.90	15.20	15.60
Peso de cápsula(g)	13.06	11.61	12.80
Peso de suelo seco(g)	2.84	3.59	2.8
Peso del agua(g)	0.70	0.90	0.70
Contenido de humedad(%)	24.65	25.07	25.00
	LP	=	24.91
	IP	=	12.36

Olga Yeny Hurtado
Sequeiros

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

Nota: El Laboratorio de Suelos de la Carrera de Ingenieria Civil, no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigacion, es enteramente responsabilidad del investigador.



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS

LÍMITES DE ATTERBERG-AGREGADO FINO

Proyecto: Análisis de la ceniza de rastrojo de maíz en pruebas de CBR para suelos arcillosos tipo CH y CL

Asignatura: CIV-502 Proyecto de Grado Ing. Civil

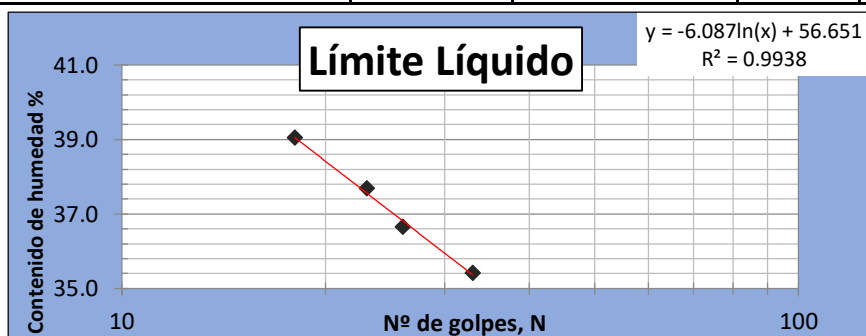
Zona: Constructor

Identificación : M-6 con 15%

Fecha: 26/04/23

Límite líquido

Capsula N°	1	2	3	4
N° de golpes	18	23	26	33
Peso de suelo húmedo + Cápsula (gr)	38.66	34.95	37.91	35.70
Peso de suelo seco + Cápsula (gr)	31.44	28.86	31.47	29.58
Peso del agua (gr)	7.22	6.09	6.44	6.12
Peso de la Cápsula (gr)	12.95	12.70	13.90	12.30
Peso Suelo seco (gr)	18.49	16.16	17.57	17.28
Contenido de humedad (%)	39.05	37.69	36.65	35.42



LL = 37.06

Límite Plástico

Cápsula	1	2	3
Peso de suelo húmedo + Cápsula(g)	17.60	17.20	17.30
Peso de suelo seco + Cápsula(g)	16.90	16.30	16.60
Peso de cápsula(g)	14.06	12.61	13.80
Peso de suelo seco(g)	2.84	3.69	2.8
Peso del agua(g)	0.70	0.90	0.70
Contenido de humedad(%)	24.65	24.39	25.00
	LP	=	24.68
	IP	=	12.38

Olga Yeny Hurtado Sequeiros
TESISTA

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

Nota: El Laboratorio de Suelos de la Carrera de Ingeniería Civil, no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigación, es enteramente responsabilidad del investigador.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS

COMPACTACION

Proyecto: Análisis de la ceniza de rastrojo de maíz en pruebas de CBR para suelos arcillosos tipo CH y CL

Asignatura: CIV-502 Proyecto de Grado Ing. Civil

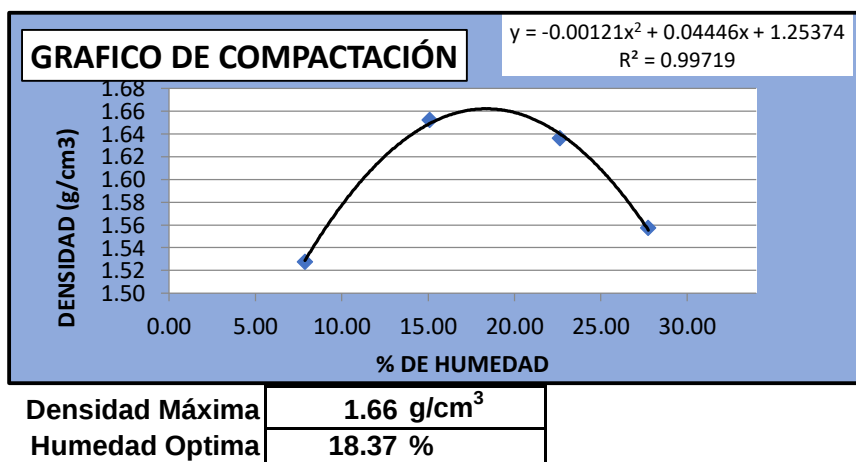
Zona: Constructor

Identificación : M-6 con 15%

Fecha: 06/06/2023

Muestra: Única	Volumen:	936.3	cm ³
-----------------------	-----------------	-------	-----------------

Nº de capas	5	5	5	5
Nº de golpes por capa	25	25	25	25
Peso suelo húmedo + molde(g)	5668.30	5905.90	6004.00	5988.1
Peso del molde(g)	4125.4	4125.4	4125.4	4125.4
Peso suelo húmedo (g)	1542.90	1780.50	1878.6	1862.7
Volumén de la muestra (cm ³)	936.3	936.3	936.3	936.3
Densidad suelo húmedo (g/cm ³)	1.65	1.90	2.01	1.99
Cápsula Nº	1	2	3	4
Peso suelo húmedo + capsula(g)	60.10	78.10	62.50	65.7
Peso suelo seco + cápsula(g)	56.70	69.50	53.40	54.10
Peso del agua(g)	3.4	8.6	9.10	11.6
Peso de la cápsula(g)	13.5	12.5	13.2	12.3
Peso suelo seco (g)	43.2	57	40.2	41.80
Contenido de humedad (%)	7.87	15.09	22.64	27.75
Densidad suelo seco (g/cm ³)	1.53	1.65	1.64	1.56



Olga Yeny Hurtado Sequeiros
TESISTA

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

Nota: El Laboratorio de Suelos de la Carrera de Ingeniería Civil, no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigación, es enteramente responsabilidad del investigador.



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS

ENSAYO: CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)

Proyecto: Análisis de la ceniza de rastrojo de maíz en pruebas de CBR para suelos arcillosos tipo CH y CL

Asignatura: CIV-502 Proyecto de Grado Ing. Civil

Zona: Constructor

Identificación : M-6 con 15%

Nº capas	5			5			5		
Nº golpes por capa	12			25			56		
CONDICION DE MUESTRA	Antes de mojar		D. de M	Antes de mojar		D. de M	Antes de mojar		D. de M
Peso muestra húm.+molde	11525		12145	11220		11605	12310		12505
Peso Molde	7900		7200	7230		7245	7995		8010
Peso muestra húmeda	3625		4945	3990		4360	4315		4495
Volumen de la muestra	2106		2106	2138		2138	2137		2137
Peso Unit. Muestra Húm.	1.721		2.348	1.866		2.039	2.019		2.103
MUESTRA DE HUMEDAD	Fondo	Superf.	2" sup.	Fondo	Superf.	2" sup.	Fondo	Superf.	2" sup.
Tara Nº	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Peso muestra húm + tara	87.5	82.3	78.8	80.3	79.2	75.2	83.1	77.88	76.7
Peso muestra seca + tara	74.8	71.3	65.5	70.1	68.2	66	69.8	69.05	68.9
Peso del agua	12.7	11	13.3	10.2	11	9.2	13.3	8.83	7.8
Peso de tara	18	18.4	17.5	18.4	18.6	19.6	17.5	18.6	18.1
Peso de la muestra seca	56.80	52.90	48.00	51.70	49.60	46.40	52.30	50.45	40.16
Contenido humedad %	22.36	20.79	27.71	19.73	22.18	19.83	25.43	17.50	19.42
Promedio cont. Humedad	21.58		27.71	20.95		19.83	21.47		19.42
Peso Unit.muestra seca	1.42		1.84	1.54		1.70	1.66		1.76

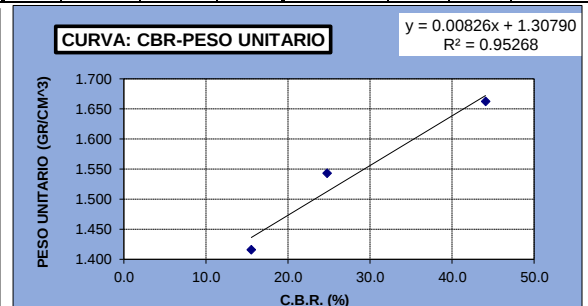
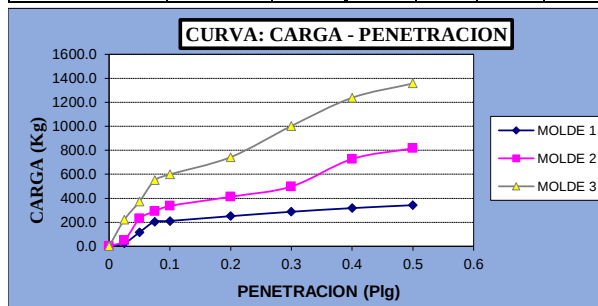
Hum. Opt. %	Peso Unit. g/cm³
18.37	1.66

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO EN DIAS	MOLDE Nº 1			MOLDE Nº 2			MOLDE Nº 3		
			LECT.	EXPANSION		LECT.	EXPANSION		LECT.	EXPANSION	
			EXTENS.	CM.	%	EXTENS.	CM.	%	EXTENS.	CM.	%
06-sep	10:48	1	18.95	0.00	0.00	19.94	0.00	0.00	24.92	0.00	0.00
07-sep	10:40	2	18.99	0.00	0.03	19.97	0.00	0.03	24.95	0.00	0.03
08-sep	10:45	3	19.2	0.03	0.21	19.99	0.00	0.04	24.97	0.00	0.04
09-sep	10:55	4	19.38	0.04	0.37	20.3	0.04	0.31	24.99	0.01	0.06

C.B.R. %	Peso Unit. g/cm³
15.5	1.416
24.7	1.543
44.1	1.662

PENETRACION		CARGA NORMAL	MOLDE Nº 1				MOLDE Nº 2				MOLDE Nº 3			
			CARGA ENSAYO		C.B.R. CORREG		CARGA ENSAYO		C.B.R. CORREG		CARGA ENSAYO		C.B.R. CORREG	
Pulg.	mm	Kg	Kg	Kg/cm²	Kg	%	Kg	Kg/cm²	Kg	%	Kg	Kg/cm²	Kg	%
0	0		0.0	0			0.0	0			0.0	0		
0.025	0.63		24.9	1.3			49.3	2.5			220.5	11.4		
0.05	1.27		116.6	6.0			229.6	11.9			373.3	19.3		
0.075	1.9		205.2	10.6			290.8	15.0			550.5	28.4		
0.1	2.54	1360	211.3	10.9	15.5		336.6	17.4	24.7		599.4	31.0	44.1	
0.2	5.08	2040	251.0	13.0	12.3		413.0	21.3	20.2		743.0	38.4	36.4	
0.3	7.62		287.7	14.9			498.6	25.8			1002.8	51.8		
0.4	10.16		318.3	16.4			727.7	37.6			1238.1	64.0		
0.5	12.7		342.7	17.7			816.4	42.2			1357.3	70.1		



CBR 100% D.máx
42.89 %
CBR 95% D.Máx.
32.83 %

Olga Yeny Hurtado Sequeiros
TESISTA

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

Nota: El Laboratorio de Suelos de la Carrera de Ingenieria Civil, no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigacion, es enteramente responsabilidad del investigador.



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS

ENSAYO: CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)

Proyecto: Análisis de la ceniza de rastrojo de maíz en pruebas de CBR para suelos arcillosos tipo CH y CL

Asignatura: CIV-502 Proyecto de Grado Ing. Civil

Zona: Constructor

Identificación : M-6 con 15%

Nº capas	5			5			5		
Nº golpes por capa	12			25			56		
CONDICION DE MUESTRA	Antes de mojar		D. de M	Antes de mojar		D. de M	Antes de mojar		D. de M
Peso muestra húm.+molde	10715		10840	11815		11835	12310		12200
Peso Molde	7185		7195	7890		7900	7970		7980
Peso muestra húmeda	3530		3645	3925		3935	4340		4220
Volumen de la muestra	2106		2106	2138		2138	2137		2137
Peso Unit. Muestra Húm.	1.676		1.731	1.836		1.840	2.031		1.975
MUESTRA DE HUMEDAD	Fondo	Superf.	2" sup.	Fondo	Superf.	2" sup.	Fondo	Superf.	2" sup.
Tara Nº	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Peso muestra húm + tara	83.9	79.8	60.6	71.9	49.9	48.1	57.4	54.1	54.9
Peso muestra seca + tara	71.8	68.97	52.5	62.1	42.95	42.04	49.8	46.05	46.9
Peso del agua	12.1	10.83	8.1	9.8	6.95	6.06	7.6	8.05	8
Peso de tara	12.5	13.1	12.5	13.6	13.4	13.4	13.5	12.9	12.8
Peso de la muestra seca	59.30	55.87	40.00	48.50	29.55	28.64	36.30	33.15	40.16
Contenido humedad %	20.40	19.38	20.25	20.21	23.52	21.16	20.94	24.28	19.92
Promedio cont. Humedad	19.89		20.25	21.86		21.16	22.61		19.92
Peso Unit.muestra seca	1.40		1.44	1.51		1.52	1.66		1.65

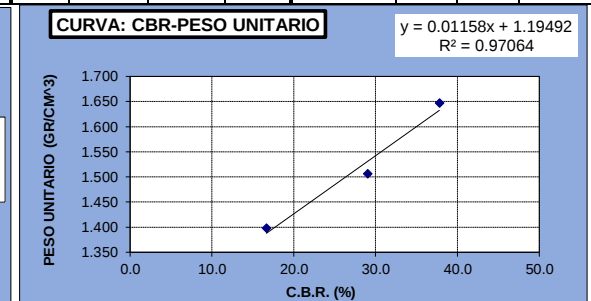
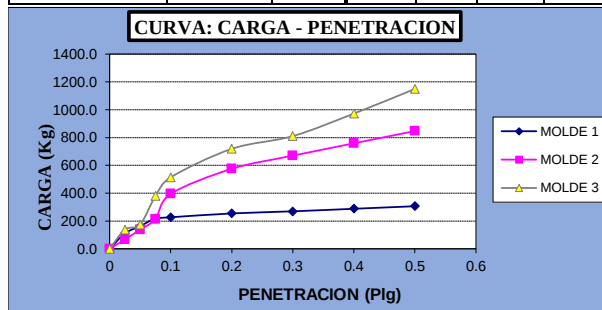
Hum. Opt. %	Peso Unit. g/cm³
18.37	1.66

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO EN DIAS	MOLDE Nº 1			MOLDE Nº 2			MOLDE Nº 3		
			LECT.	EXPANSION		LECT.	EXPANSION		LECT.	EXPANSION	
			EXTENS.	CM.	%	EXTENS.	CM.	%	EXTENS.	CM.	%
06-sep	10:48	1	22.7	0.00	0.00	19.94	0.00	0.00	17.92	0.00	0.00
07-sep	10:40	2	22.96	0.03	0.22	20.11	0.02	0.14	18.05	0.01	0.11
08-sep	10:45	3	22.99	0.03	0.25	20.21	0.03	0.23	18.07	0.01	0.13
09-sep	10:55	4	23.15	0.04	0.38	20.32	0.04	0.32	18.1	0.02	0.15

C.B.R. %	Peso Unit. g/cm³
16.7	1.398
29.0	1.506
37.8	1.647

PENETRACION		CARGA NORMAL	MOLDE Nº 1				MOLDE Nº 2				MOLDE Nº 3			
			CARGA ENSAYO		C.B.R. CORREG		CARGA ENSAYO		C.B.R. CORREG		CARGA ENSAYO		C.B.R. CORREG	
Pulg.	mm	Kg	Kg	Kg/cm²	Kg	%	Kg	Kg/cm²	Kg	%	Kg	Kg/cm²	Kg	%
0	0		0.0	0			0.0	0			0.0	0		
0.025	0.63		110.5	5.7			67.7	3.5			138.0	7.1		
0.05	1.27		162.4	8.4			138.0	7.1			174.6	9.0		
0.075	1.9		217.4	11.2			214.4	11.1			379.4	19.6		
0.1	2.54	1360	226.6	11.7	16.7		394.7	20.4	29.0		513.8	26.5	37.8	
0.2	5.08	2040	254.1	13.1	12.5		575.0	29.7	28.2		718.6	37.1	35.2	
0.3	7.62		269.4	13.9			669.7	34.6			810.3	41.9		
0.4	10.16		287.7	14.9			758.3	39.2			972.2	50.2		
0.5	12.7		306.0	15.8			846.9	43.8			1149.5	59.4		



Olga Yeny Hurtado Sequeiros
TESISTA

CBR 100% D.máx

40.35 %

CBR 95% D.Máx.

33.17 %

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

Nota: El Laboratorio de Suelos de la Carrera de Ingenieria Civil, no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigacion, es enteramente responsabilidad del investigador.



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS

ENSAYO: CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)

Proyecto: Análisis de la ceniza de rastrojo de maíz en pruebas de CBR para suelos arcillosos tipo CH y CL

Asignatura: CIV-502 Proyecto de Grado Ing. Civil

Zona: Constructor

Identificación : M-6 con 15%

Nº capas	5			5			5		
Nº golpes por capa	12			25			56		
CONDICION DE MUESTRA	Antes de mojar	D. de M		Antes de mojar	D. de M		Antes de mojar	D. de M	
Peso muestra húm.+molde	10615	10840		11705	11835		12209	12200	
Peso Molde	7185	7195		7890	7900		7970	7980	
Peso muestra húmeda	3430	3645		3815	3935		4239	4220	
Volumen de la muestra	2106	2106		2138	2138		2137	2137	
Peso Unit. Muestra Húm.	1.629	1.731		1.784	1.840		1.984	1.975	
MUESTRA DE HUMEDAD	Fondo	Superf.	2" sup.	Fondo	Superf.	2" sup.	Fondo	Superf.	2" sup.
Tara Nº	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Peso muestra húm + tara	83.9	79.8	60.6	71.9	49.9	48.1	57.4	54.1	54.9
Peso muestra seca + tara	71.8	68.97	52.5	62.1	43.75	42.04	49.8	47.05	47.9
Peso del agua	12.1	10.83	8.1	9.8	6.15	6.06	7.6	7.05	7
Peso de tara	12.5	13.1	12.5	13.6	13.4	13.4	13.5	12.9	12.8
Peso de la muestra seca	59.30	55.87	40.00	48.50	30.35	28.64	36.30	34.15	40.16
Contenido humedad %	20.40	19.38	20.25	20.21	20.26	21.16	20.94	20.64	17.43
Promedio cont. Humedad	19.89			20.25			20.79		
Peso Unit.muestra seca	1.36			1.48			1.64		

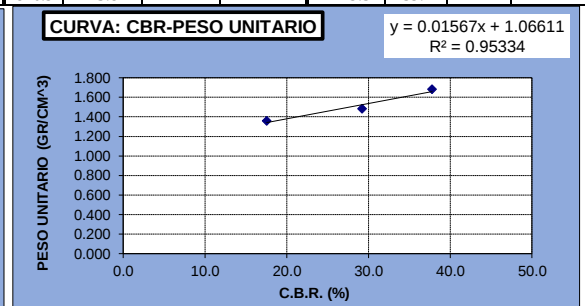
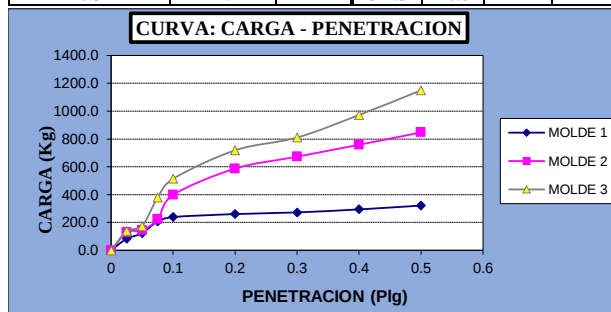
Hum.	Peso
Opt.	Unit.
%	g/cm³
18.37	1.66

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO EN DIAS	MOLDE Nº 1			MOLDE Nº 2			MOLDE Nº 3		
			LECT.	EXPANSION		LECT.	EXPANSION		LECT.	EXPANSION	
			EXTENS.	CM.	%	EXTENS.	CM.	%	EXTENS.	CM.	%
06-sep	10:48	1	22.7	0.00	0.00	19.94	0.00	0.00	17.93	0.00	0.00
07-sep	10:40	2	22.97	0.03	0.23	20.12	0.02	0.15	18.06	0.01	0.11
08-sep	10:45	3	22.98	0.03	0.24	20.22	0.03	0.24	18.08	0.01	0.13
09-sep	10:55	4	23.12	0.04	0.36	20.33	0.04	0.33	18.09	0.02	0.14

C.B.R.	Peso
%	Unit.
	g/cm³
17.6	1.358
29.2	1.484
37.8	1.682

PENETRACION		CARGA NORMAL	MOLDE Nº 1				MOLDE Nº 2				MOLDE Nº 3			
			CARGA ENSAYO	C.B.R. CORREG			CARGA ENSAYO	C.B.R. CORREG			CARGA ENSAYO	C.B.R. CORREG		
Pulg.	mm	Kg	Kg	Kg/cm²	Kg	%	Kg	Kg/cm²	Kg	%	Kg	Kg/cm²	Kg	%
0	0		0.0	0			0.0	0			0.0	0		
0.025	0.63		83.0	4.3			128.8	6.7			138.0	7.1		
0.05	1.27		122.7	6.3			144.1	7.4			174.6	9.0		
0.075	1.9		208.2	10.8			223.5	11.5			379.4	19.6		
0.1	2.54	1360	238.8	12.3		17.6	397.7	20.5		29.2	513.8	26.5		37.8
0.2	5.08	2040	260.2	13.4		12.8	587.2	30.3		28.8	718.6	37.1		35.2
0.3	7.62		272.4	14.1			672.7	34.8			810.3	41.9		
0.4	10.16		293.8	15.2			758.3	39.2			972.2	50.2		
0.5	12.7		321.3	16.6			846.9	43.8			1149.5	59.4		



Olga Yeny Hurtado Sequeiros
TESISTA

CBR 100% D.máx
38.04 %
CBR 95% D.Máx.
32.73 %

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

Nota: El Laboratorio de Suelos de la Carrera de Ingenieria Civil, no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigacion, es enteramente responsabilidad del investigador.

RESULTADOS CON 20% DE CENIZA DE
RASTROJO DE MAÍZ
(SUELO CH DEL BARRIO FRAY QUEBRACHO)



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS

LÍMITES DE ATTERBERG-AGREGADO FINO

Proyecto: Análisis de la ceniza de rastrojo de maíz en pruebas de CBR para suelos arcillosos tipo CH y CL

Asignatura: CIV-502 Proyecto de Grado Ing. Civil

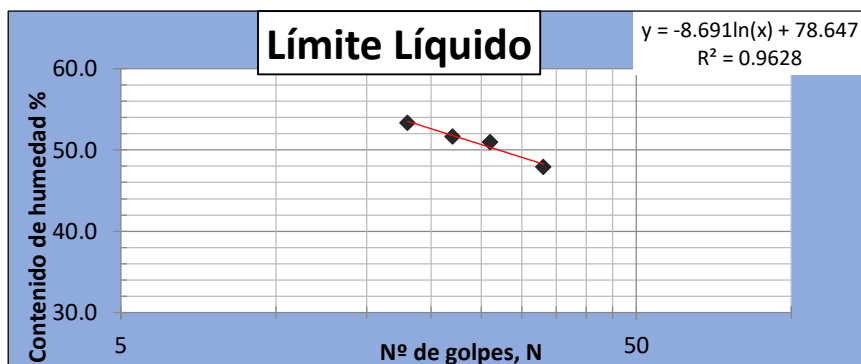
Zona: Fray Quebracho

Identificación : M-1 con 20%

Fecha: 18/07/23

Límite líquido

Capsula N°	1	2	3	4
N° de golpes	18	22	26	33
Suelo Húmedo + Cápsula(g)	46.80	53.01	42.90	47.80
Suelo Seco + Cápsula(g)	35.00	41.04	34.80	38.03
Peso del agua(g)	11.8	11.97	8.1	9.77
Peso de la Cápsula(g)	12.89	17.86	18.91	17.64
Peso Suelo seco(g)	22.11	23.18	15.89	20.39
Porcentaje de Humedad(%)	53.37	51.64	50.98	47.92



LL	=	50.67
----	---	-------

Límite Plástico

Cápsula	1	2	3
Peso de suelo húmedo + Cápsula(g)	23.01	22.90	22.51
Peso de suelo seco + Cápsula(g)	22.01	21.90	21.50
Peso de cápsula(g)	19.01	18.89	18.47
Peso de suelo seco(g)	3	3.01	3.03
Peso del agua(g)	1.00	1.00	1.01
Contenido de humedad(%)	33.33	33.22	33.33
	LP	=	33.30
	IP	=	17.38

Olga Yeny Hurtado
Sequeiros

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

Nota: El Laboratorio de Suelos de la Carrera de Ingenieria Civil, no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigacion, es enteramente responsabilidad del investigador.



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS

LÍMITES DE ATTERBERG-AGREGADO FINO

Proyecto: Análisis de la ceniza de rastrojo de maíz en pruebas de CBR para suelos arcillosos tipo CH y CL

Asignatura: CIV-502 Proyecto de Grado Ing. Civil

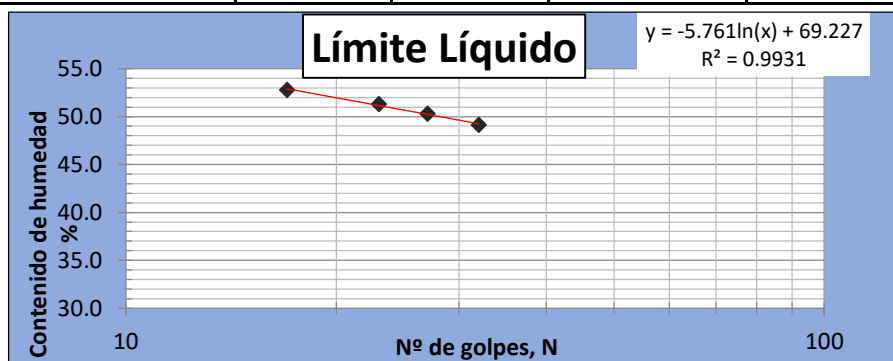
Zona: Fray Quebracho

Identificación : M-1 con 20%

Fecha: 18/07/23

Límite líquido

Capsula N°	1	2	3	4
N° de golpes	17	23	27	32
Suelo Húmedo + Cápsula(g)	46.90	52.70	42.80	47.80
Suelo Seco + Cápsula(g)	35.15	40.90	34.80	37.85
Peso del agua(g)	11.75	11.8	8	9.95
Peso de la Cápsula(g)	12.90	17.90	18.90	17.60
Peso Suelo seco(g)	22.25	23	15.9	20.25
Porcentaje de Humedad(%)	52.81	51.30	50.31	49.14



LL	=	50.73
----	---	-------

Límite Plástico

Cápsula	1	2	3
Peso de suelo húmedo + Cápsula(g)	22.60	22.60	20.80
Peso de suelo seco + Cápsula(g)	21.70	21.80	20.00
Peso de cápsula(g)	19.01	19.40	17.59
Peso de suelo seco(g)	2.69	2.4	2.41
Peso del agua(g)	0.90	0.80	0.80
Contenido de humedad(%)	33.46	33.33	33.20
	LP	=	33.33
	IP	=	17.40

Olga Yeny Hurtado
Sequeiros

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

Nota: El Laboratorio de Suelos de la Carrera de Ingeniería Civil, no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigación, es enteramente responsabilidad del investigador.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS

COMPACTACION

Proyecto: Análisis de la ceniza de rastrojo de maíz en pruebas de CBR para suelos arcillosos tipo CH y CL

Asignatura: CIV-502 Proyecto de Grado Ing. Civil

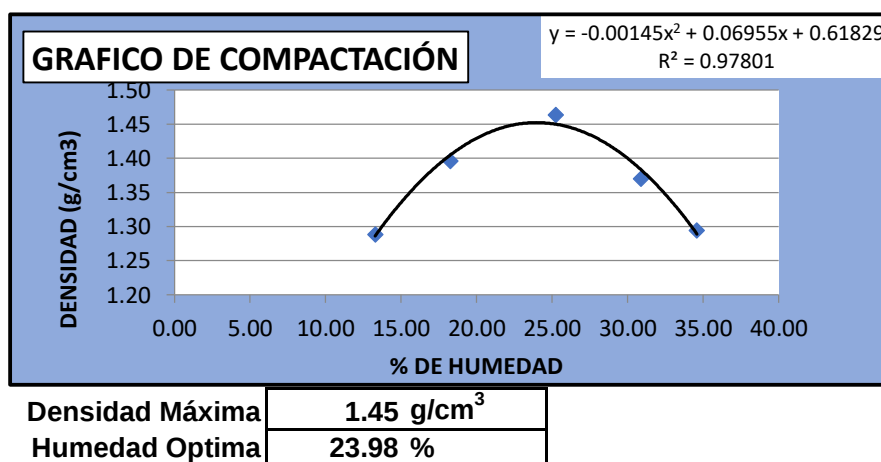
Zona: Fray Quebracho

Identificación : M-1 con 20%

Fecha: 06/04/2023

Muestra: Unica	Volumen: 934.1	cm ³
-----------------------	-----------------------	-----------------

Nº de capas	5	5	5	5	5
Nº de golpes por capa	25	25	25	25	25
Peso suelo húmedo + molde(g)	5521.20	5699.90	5870.00	5832.35	5784.7
Peso del molde(g)	4157.5	4157.5	4157.5	4157.5	4157.5
Peso suelo húmedo (g)	1363.70	1542.40	1712.5	1674.85	1627.2
Volumén de la muestra (cm ³)	934.1	934.1	934.1	934.1	934.1
Densidad suelo húmedo (g/cm ³)	1.46	1.65	1.83	1.79	1.74
Cápsula Nº	1	2	3	4	4
Peso suelo húmedo + capsula(g)	40.70	41.30	45.50	51.9	58.3
Peso suelo seco + cápsula(g)	37.50	36.87	38.97	42.70	46.53
Peso del agua(g)	3.2	4.43	6.53	9.20	11.77
Peso de la cápsula(g)	13.4	12.6	13.1	12.9	12.5
Peso suelo seco (g)	24.1	24.27	25.87	29.80	34.03
Contenido de humedad (%)	13.28	18.25	25.24	30.87	34.59
Densidad suelo seco (g/cm ³)	1.29	1.40	1.46	1.37	1.29



Olga Yeny Hurtado Sequeiros
TESISTA

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

Nota: El Laboratorio de Suelos de la Carrera de Ingeniería Civil, no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigación, es enteramente responsabilidad del investigador.



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS

ENSAYO: CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)

Proyecto: Análisis de la ceniza de rastrojo de maíz en pruebas de CBR para suelos arcillosos tipo CH y CL

Asignatura: CIV-502 Proyecto de Grado Ing. Civil

Zona: Fray Quebracho

Identificación: M-1 con 20%

Nº capas	5			5			5		
Nº golpes por capa	12			25			56		
CONDICION DE MUESTRA	Antes de mojarse		D. de M	Antes de mojarse		D. de M	Antes de mojarse		D. de M
Peso muestra húm. + molde	10650.00		10880.00	11605.00		11810.00	12168.00		12255.00
Peso Molde	7195.00		7230.00	7955.00		7980.00	7910.00		7965.00
Peso muestra húmeda	3455		3650	3650		3830	4258		4290
Volumen de la muestra	2138		2138	2138		2138	2290		2290
Peso Unit. Muestra Húm.	1.616		1.708	1.707		1.791	1.859		1.873
MUESTRA DE HUMEDAD	Fondo	Superf.	2" sup.	Fondo	Superf.	2" sup.	Fondo	Superf.	2" sup.
Tara Nº	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Peso muestra húm + tara	56.49	65.46	61.09	57.85	65.52	60.05	58.81	65.03	58.57
Peso muestra seca + tara	47.89	55.66	51.55	49.32	55.39	51.16	50.02	54.96	50.12
Peso del agua	8.6	9.8	9.54	8.53	10.13	8.89	8.79	10.07	8.45
Peso de tara	16.51	18.63	18.24	17.93	18.34	17.56	17.53	18.58	17.04
Peso de la muestra seca	31.38	37.03	33.31	31.39	37.05	33.60	32.49	36.38	33.08
Contenido humedad %	27.41	26.47	28.64	27.17	27.34	26.46	27.05	27.68	25.54
Promedio cont. Humedad	26.94		28.64	27.26		26.46	27.37		25.54
Peso Unit. muestra seca	1.27		1.33	1.34		1.42	1.46		1.49

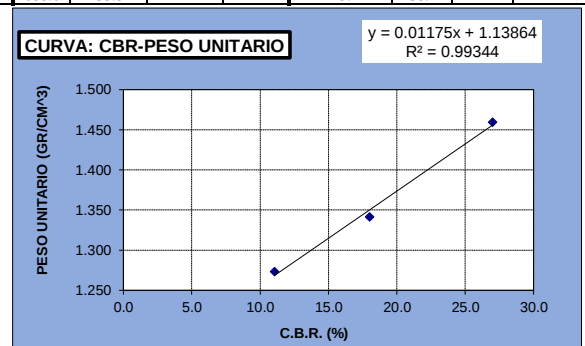
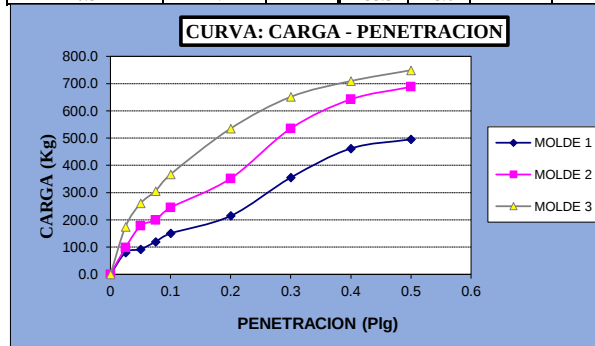
Hum. Opt. %	Peso Unit. g/cm³
23.98	1.45

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO EN DIAS	MOLDE Nº 1			MOLDE Nº 2			MOLDE Nº 3		
			LECT.	EXPANSION		LECT.	EXPANSION		LECT.	EXPANSION	
			EXTENS.	CM.	%	EXTENS.	CM.	%	EXTENS.	CM.	%
04-abr	10:50	1	21.16	0.00	0.00	16.39	0.00	0.00	19.46	0.00	0.00
05-abr	10:52	2	23.72	0.26	2.18	19.11	0.27	2.31	20.33	0.09	0.75
06-abr	10:52	3	25.56	0.44	3.75	20.89	0.45	3.83	21.71	0.23	1.94
07-abr	10:55	4	26.04	0.49	4.16	21.10	0.47	4.01	22.31	0.28	2.45

C.B.R. %	Peso Unit. g/cm³
11.0	1.273
18.0	1.341
27.0	1.460

PENETRACION		CARGA NORMAL	MOLDE N° 1				MOLDE N° 2				MOLDE N° 3			
			CARGA ENSAYO		C.B.R. CORREG		CARGA ENSAYO		C.B.R. CORREG		CARGA ENSAYO		C.B.R. CORREG	
Pulg.	mm	Kg	Kg	Kg/cm2	Kg	%	Kg	Kg/cm2	Kg	%	Kg	Kg/cm2	Kg	%
0	0		0.0	0			0.0	0			0.0	0		
0.025	0.63		79.9	4.1			98.2	5.1			174.6	9.0		
0.05	1.27		92.1	4.8			177.7	9.2			260.2	13.4		
0.075	1.9		119.6	6.2			199.1	10.3			306.0	15.8		
0.1	2.54	1360	150.2	7.8		11.0	244.9	12.7		18.0	367.2	19.0		27.0
0.2	5.08	2040	214.4	11.1		10.5	351.9	18.2		17.2	535.2	27.7		26.2
0.3	7.62		354.9	18.3			535.2	27.7			651.4	33.7		
0.4	10.16		461.9	23.9			642.2	33.2			709.4	36.7		
0.5	12.7		495.5	25.6			688.0	35.5			749.1	38.7		



Olga Yeny Hurtado Sequeiros
TESISTA

CBR 100% D.máx	26.69 %
CBR 95% D.Máx.	20.51 %

Ing. Jose Ricardo Arce Avendaño
RESP.DE LAB. DE SUELOS°

Nota: El Laboratorio de Suelos de la Carrera de Ingenieria Civil, no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigacion, es enteramente responsabilidad del investigador.



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS

ENSAYO: CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)

Proyecto: Análisis de la ceniza de rastrojo de maíz en pruebas de CBR para suelos arcillosos tipo CH y CL

Asignatura: CIV-502 Proyecto de Grado Ing. Civil

Zona: Fray Quebracho

Identificación: M-1 con 20%

Nº capas	5			5			5		
Nº golpes por capa	12			25			56		
CONDICION DE MUESTRA	Antes de mojarse		D. de M	Antes de mojarse		D. de M	Antes de mojarse		D. de M
Peso muestra húm. + molde	11390.00		11815.00	9950.00		10235.00	11355.00		11565.00
Peso Molde	7890.00		7990.00	6265.00		6355.00	7125.00		7225.00
Peso muestra húmeda	3500		3825	3685		3880	4230		4340
Volumen de la muestra	2138		2138	2138		2138	2290		2290
Peso Unit. Muestra Húm.	1.637		1.789	1.723		1.815	1.847		1.895
MUESTRA DE HUMEDAD	Fondo	Superf.	2" sup.	Fondo	Superf.	2" sup.	Fondo	Superf.	2" sup.
Tara Nº	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Peso muestra húm + tara	84.20	89.81	83.18	83.59	97.88	75.93	86.06	85.31	81.83
Peso muestra seca + tara	69.95	74.30	69.66	69.98	81.88	63.99	71.99	70.88	68.99
Peso del agua	14.25	15.51	13.52	13.61	16	11.94	14.07	14.43	12.84
Peso de tara	18.98	17.53	17.70	18.87	18.82	17.95	18.62	18.01	18.64
Peso de la muestra seca	50.97	56.77	51.96	51.11	63.06	46.04	53.37	52.87	50.35
Contenido humedad %	27.96	27.32	26.02	26.63	25.37	25.93	26.36	27.29	25.50
Promedio cont. Humedad	27.64		26.02	26.00		25.93	26.83		25.50
Peso Unit. muestra seca	1.28		1.42	1.37		1.44	1.46		1.51

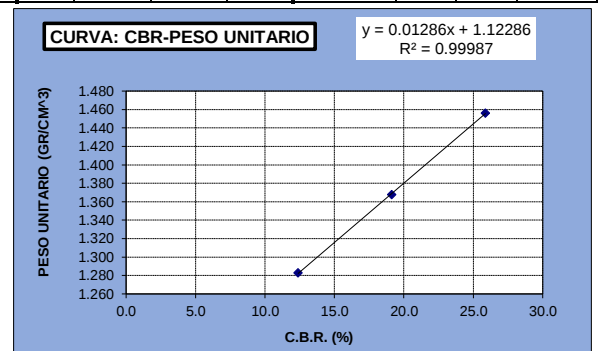
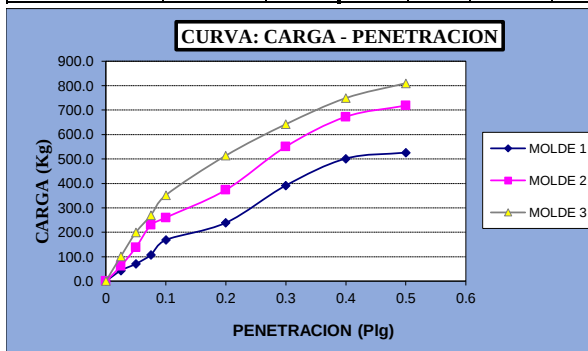
Hum. Opt. %	Peso Unit. g/cm³
23.98	1.45

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO EN DIAS	MOLDE Nº 1			MOLDE Nº 2			MOLDE Nº 3		
			LECT.	EXPANSION		LECT.	EXPANSION		LECT.	EXPANSION	
			EXTENS.	CM.	%	EXTENS.	CM.	%	EXTENS.	CM.	%
04-abr	10:50	1	24.33	0.00	0.00	17.22	0.00	0.00	25.73	0.00	0.00
05-abr	10:52	2	26.66	0.23	1.99	21.97	0.48	4.04	28.57	0.28	2.44
06-abr	10:52	3	27.74	0.34	2.91	21.98	0.48	4.05	28.58	0.29	2.45
07-abr	10:55	4	29.20	0.49	4.15	21.99	0.48	4.06	28.59	0.29	2.46

C.B.R. %	Peso Unit. g/cm³
12.4	1.283
19.1	1.368
25.9	1.456

PENETRACION		CARGA NORMAL	MOLDE N° 1				MOLDE N° 2				MOLDE N° 3			
			CARGA ENSAYO		C.B.R. CORREG		CARGA ENSAYO		C.B.R. CORREG		CARGA ENSAYO		C.B.R. CORREG	
Pulg.	mm	Kg	Kg	Kg/cm2	Kg	%	Kg	Kg/cm2	Kg	%	Kg	Kg/cm2	Kg	%
0	0		0.0	0			0.0	0			0.0	0		
0.025	0.63		43.2	2.2			61.6	3.2			101.3	5.2		
0.05	1.27		70.7	3.7			138.0	7.1			199.1	10.3		
0.075	1.9		107.4	5.5			229.6	11.9			269.4	13.9		
0.1	2.54	1360	168.5	8.7		12.4	260.2	13.4		19.1	351.9	18.2		25.9
0.2	5.08	2040	238.8	12.3		11.7	373.3	19.3		18.3	513.8	26.5		25.2
0.3	7.62		391.6	20.2			550.5	28.4			642.2	33.2		
0.4	10.16		501.6	25.9			672.7	34.8			749.1	38.7		
0.5	12.7		526.1	27.2			718.6	37.1			810.3	41.9		



Olga Yeny Hurtado Sequeiros
TESISTA

CBR 100% D.máx
25.62 %
CBR 95% D.Máx.
19.97 %

Ing. Jose Ricardo Arce Avendaño
RESP.DE LAB. DE SUELOS°

Nota: El Laboratorio de Suelos de la Carrera de Ingenieria Civil, no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigacion, es enteramente responsabilidad del investigador.



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS

ENSAYO: CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)

Proyecto: Análisis de la ceniza de rastrojo de maíz en pruebas de CBR para suelos arcillosos tipo CH y CL

Asignatura: CIV-502 Proyecto de Grado Ing. Civil

Zona: Fray Quebracho

Identificación: M-1 con 20%

Nº capas	5			5			5		
Nº golpes por capa	12			25			56		
CONDICION DE MUESTRA	Antes de mojarse		D. de M	Antes de mojarse		D. de M	Antes de mojarse		D. de M
Peso muestra húm. + molde	11390.00		11815.00	9950.00		10235.00	11255.00		11555.00
Peso Molde	7890.00		7990.00	6265.00		6355.00	7125.00		7225.00
Peso muestra húmeda	3500		3825	3685		3880	4130		4330
Volumen de la muestra	2138		2138	2138		2138	2290		2290
Peso Unit. Muestra Húm.	1.637		1.789	1.723		1.815	1.803		1.891
MUESTRA DE HUMEDAD	Fondo	Superf.	2" sup.	Fondo	Superf.	2" sup.	Fondo	Superf.	2" sup.
Tara Nº	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Peso muestra húm + tara	84.20	89.81	83.18	83.59	97.88	75.93	86.06	85.31	81.83
Peso muestra seca + tara	69.95	74.30	69.66	69.98	81.88	63.99	72.99	71.98	68.99
Peso del agua	14.25	15.51	13.52	13.61	16	11.94	13.07	13.33	12.84
Peso de tara	18.98	17.53	17.70	18.87	18.82	17.95	18.62	18.01	18.64
Peso de la muestra seca	50.97	56.77	51.96	51.11	63.06	46.04	54.37	53.97	50.35
Contenido humedad %	27.96	27.32	26.02	26.63	25.37	25.93	24.04	24.70	25.50
Promedio cont. Humedad	27.64		26.02	26.00		25.93	24.37		25.50
Peso Unit. muestra seca	1.28		1.42	1.37		1.44	1.45		1.51

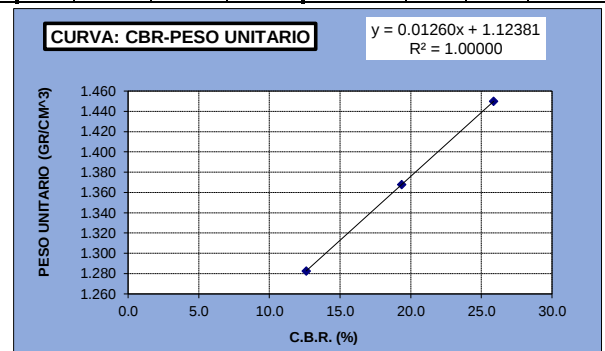
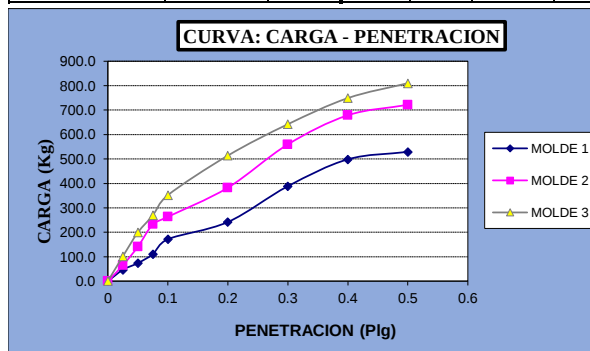
Hum. Opt. %	Peso Unit. g/cm³
23.98	1.45

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO EN DIAS	MOLDE Nº 1			MOLDE Nº 2			MOLDE Nº 3		
			LECT.	EXPANSION		LECT.	EXPANSION		LECT.	EXPANSION	
			EXTENS.	CM.	%	EXTENS.	CM.	%	EXTENS.	CM.	%
04-abr	10:50	1	24.33	0.00	0.00	17.22	0.00	0.00	25.73	0.00	0.00
05-abr	10:52	2	26.66	0.23	1.99	21.97	0.48	4.04	28.57	0.28	2.44
06-abr	10:52	3	27.74	0.34	2.91	21.98	0.48	4.05	28.58	0.29	2.45
07-abr	10:55	4	29.25	0.49	4.19	22.00	0.48	4.07	28.68	0.30	2.54

C.B.R. %	Peso Unit. g/cm³
12.6	1.283
19.4	1.368
25.9	1.450

PENETRACION		CARGA NORMAL	MOLDE N° 1				MOLDE N° 2				MOLDE N° 3			
			CARGA ENSAYO		C.B.R. CORREG		CARGA ENSAYO		C.B.R. CORREG		CARGA ENSAYO		C.B.R. CORREG	
Pulg.	mm	Kg	Kg	Kg/cm2	Kg	%	Kg	Kg/cm2	Kg	%	Kg	Kg/cm2	Kg	%
0	0		0.0	0			0.0	0			0.0	0		
0.025	0.63		46.3	2.4			64.6	3.3			101.3	5.2		
0.05	1.27		73.8	3.8			141.0	7.3			199.1	10.3		
0.075	1.9		110.5	5.7			232.7	12.0			269.4	13.9		
0.1	2.54	1360	171.6	8.9		12.6	263.3	13.6		19.4	351.9	18.2		25.9
0.2	5.08	2040	241.9	12.5		11.9	382.4	19.8		18.7	513.8	26.5		25.2
0.3	7.62		388.5	20.1			559.7	28.9			642.2	33.2		
0.4	10.16		498.6	25.8			678.9	35.1			749.1	38.7		
0.5	12.7		529.1	27.3			721.6	37.3			810.3	41.9		



Olga Yeny Hurtado Sequeiros
TESISTA

CBR 100% D.máx	26.07 %
CBR 95% D.Máx.	20.31 %

Ing. Jose Ricardo Arce Avendaño
RESP.DE LAB. DE SUELOS°

Nota: El Laboratorio de Suelos de la Carrera de Ingeniería Civil, no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigación, es enteramente responsabilidad del investigador.

RESULTADOS CON 20% DE CENIZA DE
RASTROJO DE MAÍZ
(SUELO CL DEL BARRIO CONSTRUCTOR)



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS
LÍMITES DE ATTERBERG-AGREGADO FINO

Proyecto: Análisis de la ceniza de rastrojo de maíz en pruebas de CBR para suelos arcillosos tipo CH y CL

Asignatura: CIV-502 Proyecto de Grado Ing. Civil

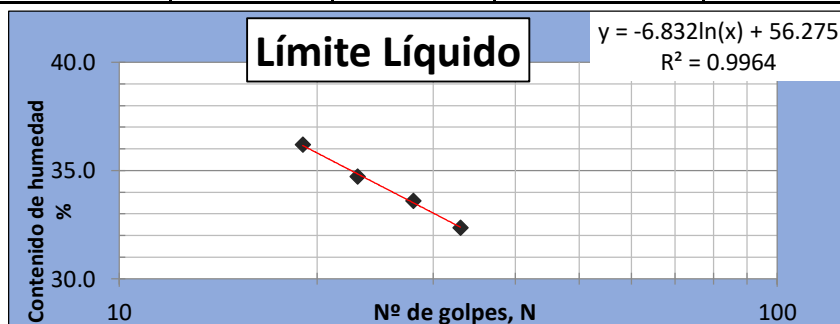
Zona: Constructor

Identificación : M-6 con 20%

Fecha: 26/06/23

Límite líquido

Capsula N°	1	2	3	4
N° de golpes	19	23	28	33
Suelo Húmedo + Cápsula(g)	36.80	36.60	32.10	32.40
Suelo Seco + Cápsula(g)	30.26	30.44	27.12	27.51
Peso del agua(g)	6.54	6.16	4.98	4.89
Peso de la Cápsula(g)	12.20	12.70	12.30	12.40
Peso Suelo seco(g)	18.06	17.74	14.82	15.11
Porcentaje de Humedad(%)	36.21	34.72	33.60	32.36



LL	=	34.28
----	---	--------------

Límite Plástico

Cápsula	1	2	3
Peso de suelo húmedo + Cápsula(g)	16.50	15.50	15.80
Peso de suelo seco + Cápsula(g)	15.91	14.97	15.28
Peso de cápsula(g)	13.10	12.40	12.80
Peso de suelo seco(g)	2.81	2.57	2.48
Peso del agua(g)	0.59	0.53	0.52
Contenido de humedad(%)	21.00	20.62	20.97
LP	=	20.86	
IP	=	13.42	

Olga Yeny Hurtado Sequeiros
 TESISTA

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

Nota: El Laboratorio de Suelos de la Carrera de Ingenieria Civil, no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigacion, es enteramente responsabilidad del investigador.



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA

PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL

LABORATORIO DE SUELOS

LÍMITES DE ATTERBERG-AGREGADO FINO

Proyecto: Análisis de la ceniza de rastrojo de maíz en pruebas de CBR para suelos arcillosos tipo CH y CL

Asignatura: CIV-502 Proyecto de Grado Ing. Civil

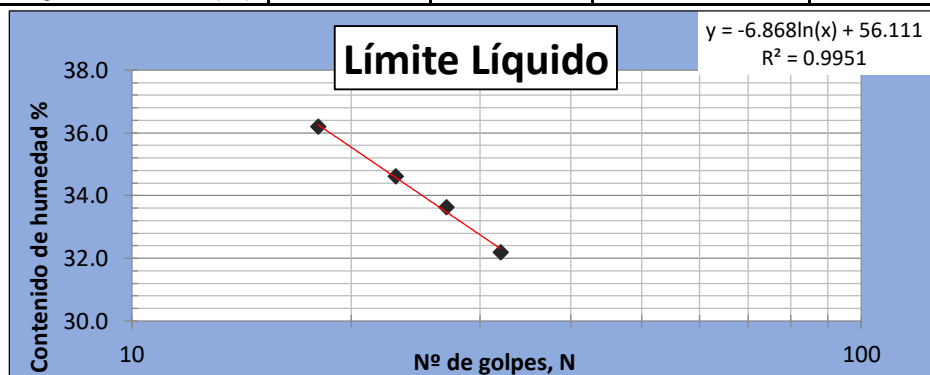
Zona: Constructor

Identificación : M-6 con 20%

Fecha: 26/06/23

Límite líquido

Capsula N°	1	2	3	4
N° de golpes	18	23	27	32
Suelo Húmedo + Cápsula(g)	37.78	37.70	33.20	33.51
Suelo Seco + Cápsula(g)	31.25	31.53	28.22	28.64
Peso del agua(g)	6.53	6.17	4.98	4.87
Peso de la Cápsula(g)	13.21	13.70	13.41	13.51
Peso Suelo seco(g)	18.04	17.83	14.81	15.13
Porcentaje de Humedad(%)	36.20	34.60	33.63	32.19



LL = 34.00

Límite Plástico

Cápsula	1	2	3
Peso de suelo húmedo + Cápsula(g)	17.50	16.50	16.80
Peso de suelo seco + Cápsula(g)	16.91	15.97	16.28
Peso de cápsula(g)	14.04	13.40	13.78
Peso de suelo seco(g)	2.87	2.57	2.5
Peso del agua(g)	0.59	0.53	0.52
Contenido de humedad(%)	20.56	20.62	20.80
LP	=		20.66
IP	=		13.34

Olga Yeny Hurtado Sequeiros
TESISTA

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

Nota: El Laboratorio de Suelos de la Carrera de Ingeniería Civil, no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigación, es enteramente responsabilidad del investigador.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS

COMPACTACION

Proyecto: Análisis de la ceniza de rastrojo de maíz en pruebas de CBR para suelos arcillosos tipo CH y CL

Asignatura: CIV-502 Proyecto de Grado Ing. Civil

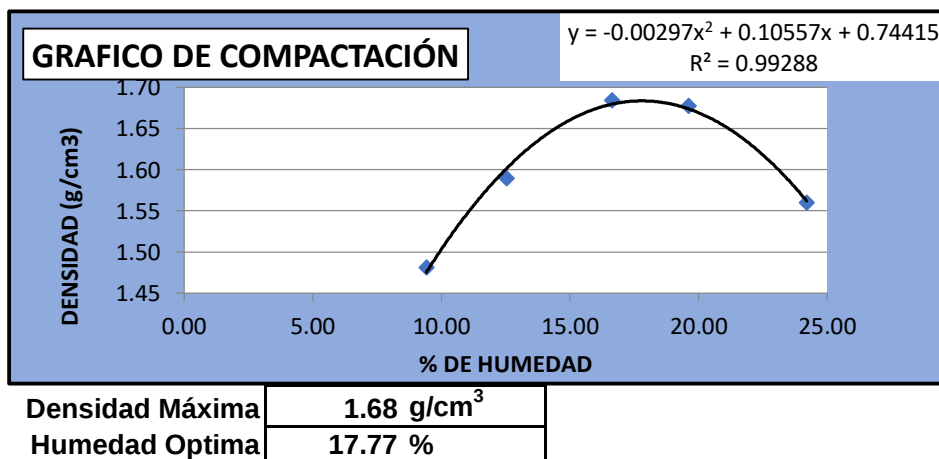
Zona: Constructor

Identificación : M-6 con 20%

Fecha: 06/06/2023

Muestra: Única **Volumen:** 936.3 cm³

Nº de capas	5	5	5	5	5
Nº de golpes por capa	25	25	25	25	25
Peso suelo húmedo + molde(g)	5642.60	5800.30	5964.80	6004.2	5939.2
Peso del molde(g)	4125.4	4125.4	4125.4	4125.4	4125.4
Peso suelo húmedo (g)	1517.20	1674.90	1839.4	1878.8	1813.8
Volumén de la muestra (cm ³)	936.3	936.3	936.3	936.3	936.3
Densidad suelo húmedo (g/cm ³)	1.62	1.79	1.96	2.01	1.94
Cápsula Nº	1	2	3	4	4
Peso suelo húmedo + capsula(g)	62.80	61.40	58.10	59.7	61.3
Peso suelo seco + cápsula(g)	58.54	55.90	51.65	51.99	51.87
Peso del agua(g)	4.26	5.5	6.45	7.71	9.43
Peso de la cápsula(g)	13.3	12	12.9	12.7	12.9
Peso suelo seco (g)	45.24	43.9	38.75	39.29	38.97
Contenido de humedad (%)	9.42	12.53	16.65	19.62	24.20
Densidad suelo seco (g/cm ³)	1.48	1.59	1.68	1.68	1.56



Olga Yeny Hurtado Sequeiros
TESISTA

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

Nota: El Laboratorio de Suelos de la Carrera de Ingeniería Civil, no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigación, es enteramente responsabilidad del investigador.



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS

ENSAYO: CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)

Proyecto: Análisis de la ceniza de rastrojo de maíz en pruebas de CBR para suelos arcillosos tipo CH y CL

Asignatura: CIV-502 Proyecto de Grado Ing. Civil

Zona: Constructor

Identificación : M-6 con 20%

Nº capas	5			5			5		
Nº golpes por capa	12			25			56		
CONDICION DE MUESTRA	Antes de mojarse		D. de M	Antes de mojarse		D. de M	Antes de mojarse		D. de M
Peso muestra húm.+molde	10430		10895	11020		11415	11481		11590
Peso Molde	6974.5		6985	7193.8		7210	7178.4		7195
Peso muestra húmeda	3455.5		3910	3826.2		4205	4302.6		4395
Volumen de la muestra	2106		2106	2138		2138	2137		2137
Peso Unit. Muestra Húm.	1.641		1.857	1.789		1.967	2.013		2.057
MUESTRA DE HUMEDAD	Fondo	Superf.	2" sup.	Fondo	Superf.	2" sup.	Fondo	Superf.	2" sup.
Tara Nº	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Peso muestra húm + tara	78	71.8	57.3	58.6	70.5	80.1	51.4	68.6	64.5
Peso muestra seca + tara	68.01	62.99	51.16	52.51	61.98	70.12	45.98	61.15	57.5
Peso del agua	9.99	8.81	6.14	6.09	8.52	9.98	5.42	7.45	7
Peso de tara	18	18.4	17.5	18.4	18.6	19.6	17.5	18.6	18.1
Peso de la muestra seca	50.01	44.59	33.66	34.11	43.38	50.52	28.48	42.55	40.16
Contenido humedad %	19.98	19.76	18.24	17.85	19.64	19.75	19.03	17.51	17.43
Promedio cont. Humedad	19.87		18.24	18.75		19.75	18.27		17.43
Peso Unit.muestra seca	1.37		1.57	1.51		1.64	1.70		1.75

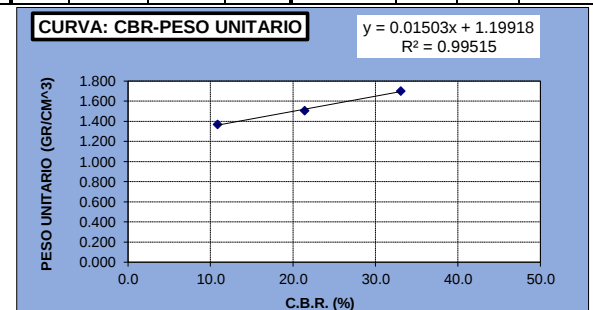
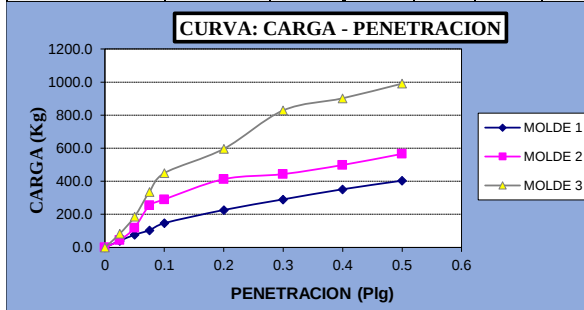
Hum. Opt. %	Peso Unit. g/cm³
17.77	1.68

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO EN DIAS	MOLDE Nº 1			MOLDE Nº 2			MOLDE Nº 3		
			LECT.		EXPANSION	LECT.		EXPANSION	LECT.		EXPANSION
			EXTENS.	CM.	%	EXTENS.	CM.	%	EXTENS.	CM.	%
06-sep	10:48	1	25.28	0.00	0.00	22.98	0.00	0.00	23.38	0.00	0.00
07-sep	10:40	2	25.95	0.07	0.57	23.25	0.03	0.23	24.35	0.10	0.83
08-sep	10:45	3	26.45	0.12	1.00	23.95	0.10	0.83	24.57	0.12	1.02
09-sep	10:55	4	27.52	0.22	1.91	24.81	0.18	1.56	24.79	0.14	1.21

C.B.R. %	Peso Unit. g/cm³
10.8	1.369
21.4	1.507
33.1	1.702

PENETRACION		CARGA EN NORMAL	MOLDE Nº 1				MOLDE Nº 2				MOLDE Nº 3			
			CARGA ENSAYO		C.B.R. CORREG		CARGA ENSAYO		C.B.R. CORREG		CARGA ENSAYO		C.B.R. CORREG	
Pulg.	mm	Kg	Kg	Kg/cm²	Kg	%	Kg	Kg/cm²	Kg	%	Kg	Kg/cm²	Kg	%
0	0		0.0	0			0.0	0			0.0	0		
0.025	0.63		40.2	2.1			43.2	2.2			83.0	4.3		
0.05	1.27		76.8	4.0			119.6	6.2			186.9	9.7		
0.075	1.9		104.3	5.4			254.1	13.1			336.6	17.4		
0.1	2.54	1360	147.1	7.6	10.8		290.8	15.0	21.4		449.7	23.2	33.1	
0.2	5.08	2040	226.6	11.7	11.1		413.0	21.3	20.2		596.3	30.8	29.2	
0.3	7.62		290.8	15.0			443.6	22.9			828.6	42.8		
0.4	10.16		351.9	18.2			498.6	25.8			901.9	46.6		
0.5	12.7		403.8	20.9			565.8	29.2			990.6	51.2		



CBR 100% D.máx
32.14 %
CBR 95% D.Máx.
26.55 %

.....
Olga Yeny Hurtado Sequeiros
TESISTA

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

Nota: El Laboratorio de Suelos de la Carrera de Ingenieria Civil, no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigacion, es enteramente responsabilidad del investigador.



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS

ENSAYO: CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)

Proyecto: Análisis de la ceniza de rastrojo de maíz en pruebas de CBR para suelos arcillosos tipo CH y CL

Asignatura: CIV-502 Proyecto de Grado Ing. Civil

Zona: Constructor

Identificación: M-6 con 20%

Nº capas	5			5			5		
Nº golpes por capa	12			25			56		
CONDICION DE MUESTRA	Antes de mojar		D. de M	Antes de mojar		D. de M	Antes de mojar		D. de M
Peso muestra húm.+molde	11795		11420	10770		11285	11550		11695
Peso Molde	7905		7995	6950		7010	7220		7290
Peso muestra húmeda	3890		3425	3820		4275	4330		4405
Volumen de la muestra	2106		2106	2138		2138	2137		2137
Peso Unit. Muestra Húm.	1.847		1.626	1.787		1.999	2.026		2.061
MUESTRA DE HUMEDAD	Fondo	Superf.	2" sup.	Fondo	Superf.	2" sup.	Fondo	Superf.	2" sup.
Tara Nº	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Peso muestra húm + tara	86.28	89.46	82.72	87.13	83.27	85.96	71.43	83.7	89.68
Peso muestra seca + tara	75.63	77.93	72.96	76.69	72.98	75.99	62.59	72.89	82.29
Peso del agua	10.65	11.53	9.76	10.44	10.29	9.97	8.84	10.81	7.39
Peso de tara	17.75	17.06	20.49	18.88	18.69	19.69	17.93	17.64	18.54
Peso de la muestra seca	57.88	60.87	52.47	57.81	54.29	56.30	44.66	55.25	40.16
Contenido humedad %	18.40	18.94	18.60	18.06	18.95	17.71	19.79	19.57	18.40
Promedio cont. Humedad	18.67		18.60	18.51		17.71	19.68		18.40
Peso Unit.muestra seca	1.56		1.37	1.51		1.70	1.69		1.74

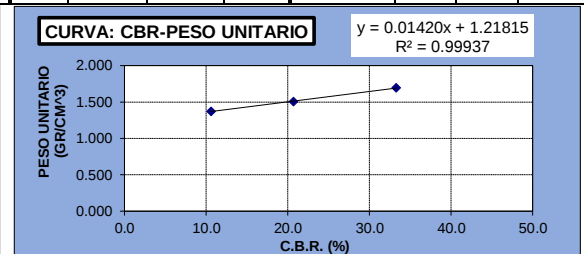
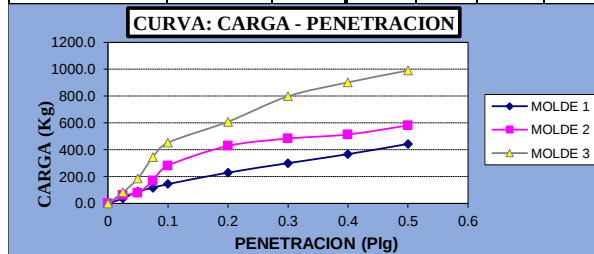
Hum.	Peso
Opt.	Unit.
%	g/cm³
17.77	1.68

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO EN DIAS	MOLDE Nº 1			MOLDE Nº 2			MOLDE Nº 3		
			LECT.	EXPANSION		LECT.	EXPANSION		LECT.	EXPANSION	
			EXTENS.	CM.	%	EXTENS.	CM.	%	EXTENS.	CM.	%
06-sep	10:48	1	21.62	0.00	0.00	25.43	0.00	0.00	14.76	0.00	0.00
07-sep	10:40	2	22.55	0.09	0.79	26.38	0.09	0.81	15.15	0.04	0.34
08-sep	10:45	3	23.76	0.21	1.82	26.97	0.15	1.31	15.25	0.05	0.42
09-sep	10:55	4	23.87	0.23	1.92	27.23	0.18	1.53	16.16	0.14	1.20

C.B.R.	Peso
%	Unit.
	g/cm³
10.6	1.371
20.7	1.508
33.3	1.693

PENETRACION		CARGA EN NORMAL	MOLDE Nº 1				MOLDE Nº 2				MOLDE Nº 3			
			CARGA ENSAYO		C.B.R. CORREG		CARGA ENSAYO		C.B.R. CORREG		CARGA ENSAYO		C.B.R. CORREG	
Pulg.	mm	Kg	Kg	Kg/cm²	Kg	%	Kg	Kg/cm²	Kg	%	Kg	Kg/cm²	Kg	%
0	0		0.0	0			0.0	0			0.0	0		
0.025	0.63		37.1	1.9			61.6	3.2			83.0	4.3		
0.05	1.27		89.1	4.6			76.8	4.0			186.9	9.7		
0.075	1.9		116.6	6.0			168.5	8.7			345.8	17.9		
0.1	2.54	1360	144.1	7.4	10.6		281.6	14.5	20.7		452.7	23.4	33.3	
0.2	5.08	2040	229.6	11.9	11.3		428.3	22.1	21.0		608.6	31.4	29.8	
0.3	7.62		299.9	15.5			483.3	25.0			798.0	41.2		
0.4	10.16		367.2	19.0			513.8	26.5			901.9	46.6		
0.5	12.7		443.6	22.9			581.1	30.0			990.6	51.2		



CBR 100% D.máx
32.69 %
CBR 95% D.Máx.
26.76 %

Olga Yeny Hurtado Sequeiros
TESISTA

Ing. Jose Ricardo Arce Avendaño
RESP.DE LAB. DE SUELOSº

Nota: El Laboratorio de Suelos de la Carrera de Ingeniería Civil, no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigación, es enteramente responsabilidad del investigador



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS

ENSAYO: CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)

Proyecto: Análisis de la ceniza de rastrojo de maíz en pruebas de CBR para suelos arcillosos tipo CH y CL

Asignatura: CIV-502 Proyecto de Grado Ing. Civil

Zona: Constructor

Identificación: M-6 con 20%

Nº capas	5			5			5		
Nº golpes por capa	12			25			56		
CONDICION DE MUESTRA	Antes de mojarse		D. de M	Antes de mojarse		D. de M	Antes de mojarse		D. de M
Peso muestra húm.+molde	11775		11420	10750		11285	11540		11695
Peso Molde	7905		7995	6950		7010	7220		7290
Peso muestra húmeda	3870		3425	3800		4275	4320		4405
Volumen de la muestra	2106		2106	2138		2138	2137		2137
Peso Unit. Muestra Húm.	1.838		1.626	1.777		1.999	2.022		2.061
MUESTRA DE HUMEDAD	Fondo	Superf.	2" sup.	Fondo	Superf.	2" sup.	Fondo	Superf.	2" sup.
Tara Nº	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Peso muestra húm + tara	86.28	89.46	82.72	87.13	83.27	85.96	71.43	83.7	89.68
Peso muestra seca + tara	75.63	77.93	72.96	76.69	72.98	75.99	62.59	72.89	82.29
Peso del agua	10.65	11.53	9.76	10.44	10.29	9.97	8.84	10.81	7.39
Peso de tara	17.75	17.06	20.49	18.88	18.69	19.69	17.93	17.64	18.54
Peso de la muestra seca	57.88	60.87	52.47	57.81	54.29	56.30	44.66	55.25	40.16
Contenido humedad %	18.40	18.94	18.60	18.06	18.95	17.71	19.79	19.57	18.40
Promedio cont. Humedad	18.67		18.60	18.51		17.71	19.68		18.40
Peso Unit.muestra seca	1.55		1.37	1.50		1.70	1.69		1.74

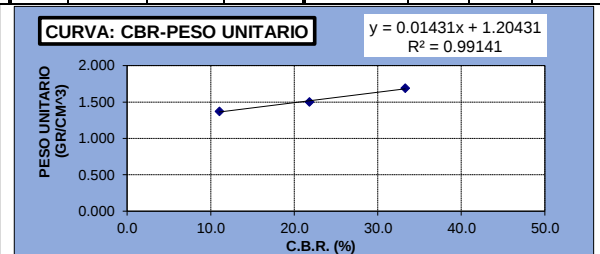
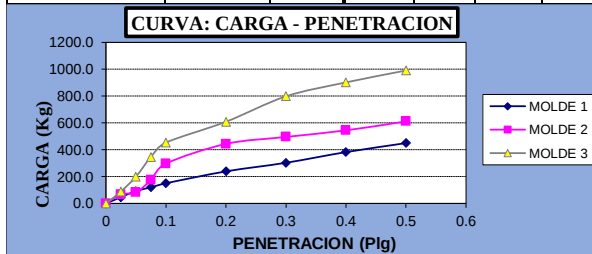
Hum. Opt. %	Peso Unit. g/cm³
17.77	1.68

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO EN DIAS	MOLDE Nº 1			MOLDE Nº 2			MOLDE Nº 3		
			LECT.		EXPANSION	LECT.		EXPANSION	LECT.		EXPANSION
			EXTENS.	CM.		EXTENS.	CM.		EXTENS.	CM.	
06-sep	10:48	1	21.62	0.00	0.00	25.43	0.00	0.00	14.76	0.00	0.00
07-sep	10:40	2	22.55	0.09	0.79	26.38	0.09	0.81	15.15	0.04	0.34
08-sep	10:45	3	23.76	0.21	1.82	26.97	0.15	1.31	15.25	0.05	0.42
09-sep	10:55	4	23.89	0.23	1.94	27.33	0.19	1.62	16.2	0.14	1.24

C.B.R. %	Peso Unit. g/cm³
11.0	1.371
21.8	1.500
33.3	1.689

PENETRACION		CARGA EN NORMAL	MOLDE Nº 1				MOLDE Nº 2				MOLDE Nº 3			
			CARGA ENSAYO		C.B.R. CORREG		CARGA ENSAYO		C.B.R. CORREG		CARGA ENSAYO		C.B.R. CORREG	
Pulg.	mm	Kg	Kg	Kg/cm²	Kg	%	Kg	Kg/cm²	Kg	%	Kg	Kg/cm²	Kg	%
0	0		0.0	0			0.0	0			0.0	0		
0.025	0.63		46.3	2.4			67.7	3.5			89.1	4.6		
0.05	1.27		92.1	4.8			83.0	4.3			199.1	10.3		
0.075	1.9		119.6	6.2			174.6	9.0			345.8	17.9		
0.1	2.54	1360	150.2	7.8		11.0	296.9	15.3		21.8	452.7	23.4		33.3
0.2	5.08	2040	238.8	12.3		11.7	443.6	22.9		21.7	608.6	31.4		29.8
0.3	7.62		303.0	15.7			495.5	25.6			798.0	41.2		
0.4	10.16		382.4	19.8			544.4	28.1			901.9	46.6		
0.5	12.7		449.7	23.2			611.6	31.6			990.6	51.2		



CBR 100% D.máx
32.97 %
CBR 95% D.Máx.
27.17 %

.....
Olga Yeny Hurtado Sequeiros
TESISTA

.....
Ing. Jose Ricardo Arce Avendaño
RESP.DE LAB. DE SUELOS°

Nota: El Laboratorio de Suelos de la Carrera de Ingenieria Civil, no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigacion, es enteramente responsabilidad del investigador

RESULTADOS CON 25% DE CENIZA DE
RASTROJO DE MAÍZ
(SUELO CH DEL BARRIO FRAY QUEBRACHO)



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA

PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL

LABORATORIO DE SUELOS

LÍMITES DE ATTERBERG-AGREGADO FINO

Proyecto: Análisis de la ceniza de rastrojo de maíz en pruebas de CBR para suelos arcillosos tipo CH y CL

Asignatura: CIV-502 Proyecto de Grado Ing. Civil

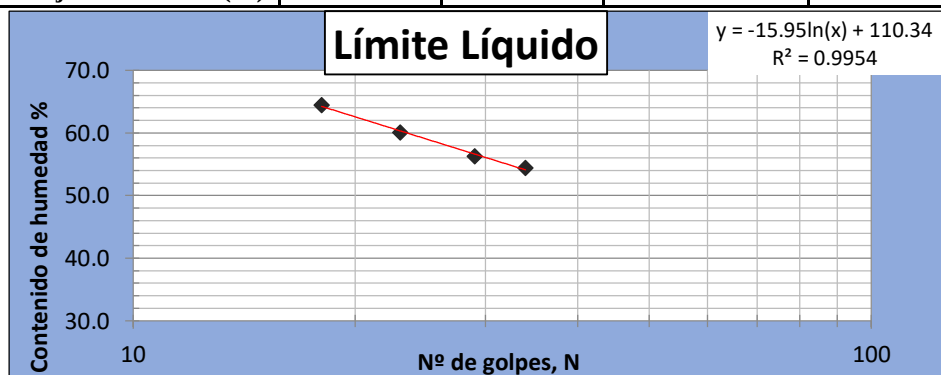
Zona: Fray Quebracho

Identificación : M-1 con 25%

Fecha: 28/08/23

Límite líquido

Capsula N°	1	2	3	4
N° de golpes	18	23	29	34
Suelo Húmedo + Cápsula(g)	44.60	42.50	44.40	39.70
Suelo Seco + Cápsula(g)	35.90	33.90	35.50	32.30
Peso del agua(g)	8.7	8.6	8.9	7.4
Peso de la Cápsula(g)	22.40	19.60	19.70	18.70
Peso Suelo seco(g)	13.5	14.3	15.8	13.6
Porcentaje de Humedad(%)	64.44	60.14	56.33	54.41



LL = 59.00

Límite Plástico

Cápsula	1	2	3
Peso de suelo húmedo + Cápsula(g)	22.20	19.10	17.00
Peso de suelo seco + Cápsula(g)	21.30	18.30	16.20
Peso de cápsula(g)	18.56	15.80	13.71
Peso de suelo seco(g)	2.74	2.5	2.49
Peso del agua(g)	0.90	0.80	0.80
Contenido de humedad(%)	32.85	32.00	32.13
LP	=		32.33
IP	=		26.67

Olga Yeny Hurtado Sequeiros
TESISTA

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

Nota: El Laboratorio de Suelos de la Carrera de Ingenieria Civil, no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigacion, es enteramente responsabilidad del investigador.



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA

PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL

LABORATORIO DE SUELOS

LÍMITES DE ATTERBERG-AGREGADO FINO

Proyecto: Análisis de la ceniza de rastrojo de maíz en pruebas de CBR para suelos arcillosos tipo CH y CL

Asignatura: CIV-502 Proyecto de Grado Ing. Civil

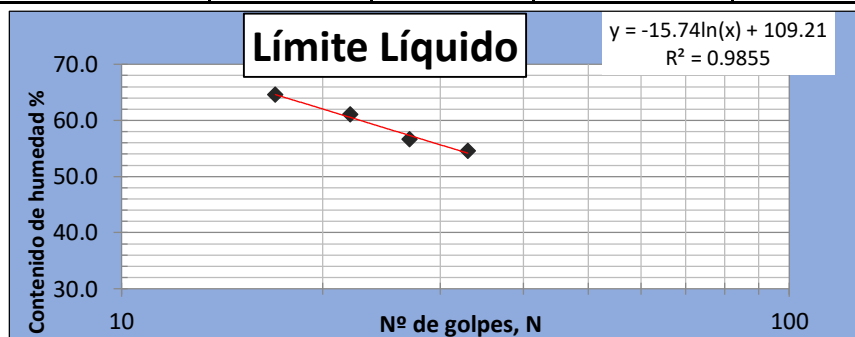
Zona: Fray Quebracho

Identificación : M-1 con 25%

Fecha: 28/08/23

Límite líquido

Capsula N°	1	2	3	4
N° de golpes	17	22	27	33
Suelo Húmedo + Cápsula(g)	45.60	43.50	45.40	39.90
Suelo Seco + Cápsula(g)	36.50	34.52	36.15	32.44
Peso del agua(g)	9.1	8.98	9.25	7.46
Peso de la Cápsula(g)	22.40	19.80	19.80	18.75
Peso Suelo seco(g)	14.1	14.72	16.35	13.69
Porcentaje de Humedad(%)	64.54	61.01	56.57	54.49



LL = 58.54

Límite Plástico

Cápsula	1	2	3
Peso de suelo húmedo + Cápsula(g)	21.20	18.00	17.00
Peso de suelo seco + Cápsula(g)	20.30	17.20	16.20
Peso de cápsula(g)	17.56	14.70	13.71
Peso de suelo seco(g)	2.74	2.5	2.49
Peso del agua(g)	0.90	0.80	0.80
Contenido de humedad(%)	32.85	32.00	32.13
	LP	=	32.33
	IP	=	26.22

Olga Yeny Hurtado Sequeiros
TESISTA

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

Nota: El Laboratorio de Suelos de la Carrera de Ingeniería Civil, no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigación, es enteramente responsabilidad del investigador.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS

COMPACTACION

Proyecto: Análisis de la ceniza de rastrojo de maíz en pruebas de CBR para suelos arcillosos tipo CH y CL

Asignatura: CIV-502 Proyecto de Grado Ing. Civil

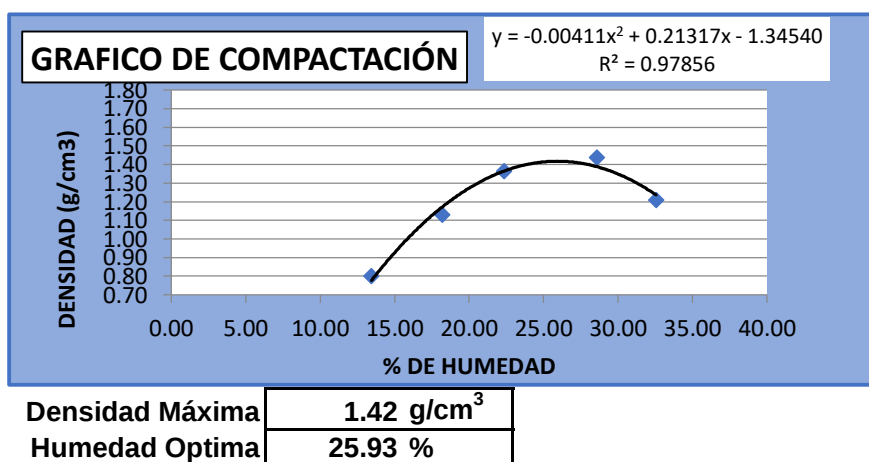
Zona: Fray Quebracho

Identificación : M-1 con 25%

Fecha: 06/07/2023

Muestra: Única **Volumen:** 936.3 cm³

Nº de capas	5	5	5	5	5
Nº de golpes por capa	25	25	25	25	25
Peso suelo húmedo + molde(g)	4973.80	5375.40	5686.70	5855.02	5625.1
Peso del molde(g)	4125.4	4125.4	4125.4	4125.4	4125.4
Peso suelo húmedo (g)	848.40	1250.00	1561.3	1729.62	1499.7
Volumén de la muestra (cm ³)	936.3	936.3	936.3	936.3	936.3
Densidad suelo húmedo (g/cm ³)	0.91	1.34	1.67	1.85	1.60
Cápsula Nº	1	2	3	4	4
Peso suelo húmedo + capsula(g)	58.60	58.20	67.80	66.5	67.77
Peso suelo seco + cápsula(g)	53.22	51.20	57.96	54.54	54.22
Peso del agua(g)	5.38	7.00	9.84	11.96	13.55
Peso de la cápsula(g)	13.2	12.7	13.9	12.7	12.6
Peso suelo seco (g)	40.02	38.5	44.06	41.84	41.62
Contenido de humedad (%)	13.44	18.18	22.33	28.59	32.56
Densidad suelo seco (g/cm ³)	0.80	1.13	1.36	1.44	1.21



Olga Yeny Hurtado Sequeiros
TESISTA

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

Nota: El Laboratorio de Suelos de la Carrera de Ingenieria Civil, no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigacion, es enteramente responsabilidad del investigador.



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS

ENSAYO: CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)

Proyecto: Análisis de la ceniza de rastrojo de maíz en pruebas de CBR para suelos arcillosos tipo CH y CL

Asignatura: CIV-502 Proyecto de Grado Ing. Civil

Zona: Fray Quebracho

Identificación: M-1 con 25%

Nº capas	5			5			5		
Nº golpes por capa	12			25			56		
CONDICION DE MUESTRA	Antes de mojarse		D. de M	Antes de mojarse		D. de M	Antes de mojarse		D. de M
Peso muestra húm. + molde	11250	11465		10915	10999		11025	11290	
Peso Molde	7960	7975		7275	7290		7185	7215	
Peso muestra húmeda	3290	3490		3640	3709		3840	4075	
Volumen de la muestra	2139	2139		2152	2152		2141	2141	
Peso Unit. Muestra Húm.	1.538	1.632		1.691	1.723		1.793	1.903	
MUESTRA DE HUMEDAD	Fondo		Superf.	Fondo		Superf.	Fondo		Superf.
Tara Nº	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Peso muestra húm + tara	55	64.9	62.6	54.9	64.4	60.1	53.3	64.5	54.8
Peso muestra seca + tara	45.9	53.5	52.05	46.2	53.9	50.4	45.1	54.2	46.4
Peso del agua	9.1	11.4	10.55	8.7	10.5	9.7	8.2	10.3	8.4
Peso de tara	12.7	13.3	12.7	13.9	13	13.2	13.4	13.3	12.9
Peso de la muestra seca	33.20	40.20	39.35	32.30	40.90	37.20	31.70	40.90	33.50
Contenido humedad %	27.41	28.36	26.81	26.93	25.67	26.08	25.87	25.18	25.07
Promedio cont. Humedad	27.88		26.81	26.30		26.08	25.53		25.07
Peso Unit. muestra seca	1.20		1.29	1.34		1.37	1.43		1.52

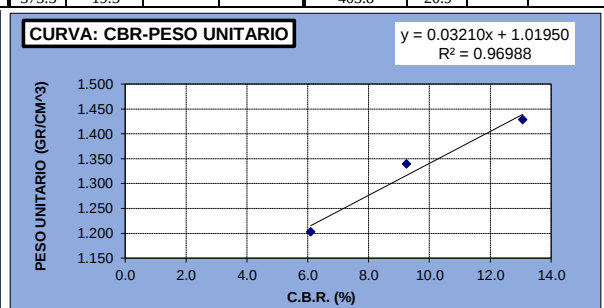
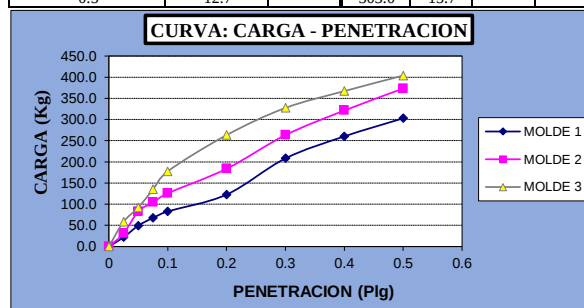
Hum. Opt. %	Peso Unit. g/cm³
25.93	1.42

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO EN DIAS	MOLDE Nº 1			MOLDE Nº 2			MOLDE Nº 3		
			LECT.		EXPANSION	LECT.		EXPANSION	LECT.		EXPANSION
			EXTENS.	CM.		EXTENS.	CM.		EXTENS.	CM.	
04-abr	10:50	1	23.61	0.00	0.00	21.9	0.00	0.00	24.97	0.00	0.00
05-abr	10:52	2	24.25	0.06	0.55	22.55	0.07	0.55	24.99	0.00	0.02
06-abr	10:52	3	24.3	0.07	0.59	22.94	0.10	0.89	25.02	0.01	0.04
07-abr	10:55	4	25.34	0.17	1.47	22.95	0.11	0.90	25.34	0.04	0.32

C.B.R. %	Peso Unit. g/cm³
6.1	1.203
9.2	1.339
13.1	1.429

PENETRACION		CARGA NORMAL	MOLDE N° 1				MOLDE N° 2				MOLDE N° 3			
			CARGA ENSAYO		C.B.R. CORREG		CARGA ENSAYO		C.B.R. CORREG		CARGA ENSAYO		C.B.R. CORREG	
Pulg.	mm	Kg	Kg	Kg/cm2	Kg	%	Kg	Kg/cm2	Kg	%	Kg	Kg/cm2	Kg	%
0	0		0.0	0			0.0	0			0.0	0		
0.025	0.63		21.8	1.1			31.0	1.6			58.5	3.0		
0.05	1.27		49.3	2.5			83.0	4.3			92.1	4.8		
0.075	1.9		67.7	3.5			104.3	5.4			134.9	7.0		
0.1	2.54	1360	83.0	4.3		6.1	125.7	6.5		9.2	177.7	9.2		13.1
0.2	5.08	2040	122.7	6.3		6.0	183.8	9.5		9.0	263.3	13.6		12.9
0.3	7.62		208.2	10.8			263.3	13.6			327.4	16.9		
0.4	10.16		260.2	13.4			321.3	16.6			367.2	19.0		
0.5	12.7		303.0	15.7			373.3	19.3			403.8	20.9		



CBR 100% D.máx
12.44 %
CBR 95% D.Máx.
10.23 %

.....
 Olga Yeny Hurtado Sequeiros
 TESISTA

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

Nota: El Laboratorio de Suelos de la Carrera de Ingenieria Civil, no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigacion, es enteramente responsabilidad del investigador.



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS

ENSAYO: CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)

Proyecto: Análisis de la ceniza de rastrojo de maíz en pruebas de CBR para suelos arcillosos tipo CH y CL

Asignatura: CIV-502 Proyecto de Grado Ing. Civil

Zona: Fray Quebracho

Identificación : M-1 con 25%

Nº capas	5			5			5		
Nº golpes por capa	12			25			56		
CONDICION DE MUESTRA	Antes de mojar		D. de M	Antes de mojar		D. de M	Antes de mojar		D. de M
Peso muestra húm.+molde	10499		11060	10740		11080	10845		11175
Peso Molde	7215		7290	7125		7195	7045		7097
Peso muestra húmeda	3284		3770	3615		3885	3800		4078
Volumen de la muestra	2139		2139	2152		2152	2141		2141
Peso Unit. Muestra Húm.	1.535		1.763	1.680		1.805	1.775		1.904
MUESTRA DE HUMEDAD	Fondo	Superf.	2" sup.	Fondo	Superf.	2" sup.	Fondo	Superf.	2" sup.
Tara Nº	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Peso muestra húm + tara	68.5	62.5	57.7	66.4	57.1	55.6	76	75.2	66
Peso muestra seca + tara	56.5	52.12	48.6	55.5	47.9	46.4	63.3	62.8	55.7
Peso del agua	12	10.38	9.1	10.9	9.2	9.2	12.7	12.4	10.3
Peso de tara	12.7	13.3	12.7	14.6	12.6	11.9	12.5	12.8	14.2
Peso de la muestra seca	43.80	38.82	35.90	40.90	35.30	34.50	50.80	50.00	41.50
Contenido humedad %	27.40	26.74	25.35	26.65	26.06	26.67	25.00	24.80	24.82
Promedio cont. Humedad	27.07		25.35	26.36		26.67	24.90		24.82
Peso Unit.muestra seca	1.21		1.41	1.33		1.43	1.42		1.53

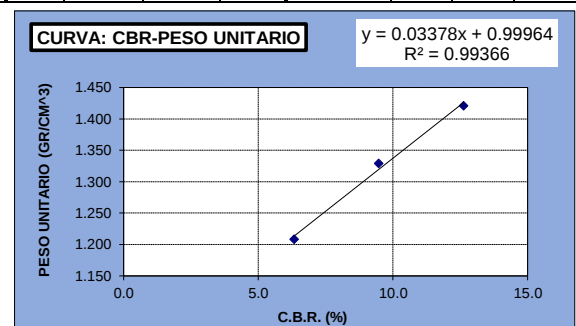
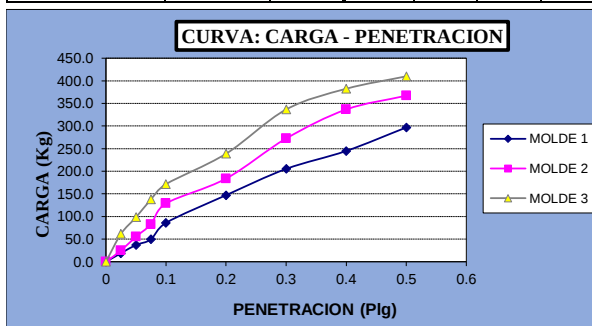
Hum. Opt. %	Peso Unit. g/cm³
25.93	1.42

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO EN DIAS	MOLDE Nº 1			MOLDE Nº 2			MOLDE Nº 3		
			LECT.	EXPANSION		LECT.	EXPANSION		LECT.	EXPANSION	
			EXTENS.	CM.	%	EXTENS.	CM.	%	EXTENS.	CM.	%
04-abr	10:50	1	22.45	0.00	0.00	11.43	0.00	0.00	23.88	0.00	0.00
05-abr	10:52	2	23.94	0.15	1.27	12.12	0.07	0.59	24.27	0.04	0.34
06-abr	10:52	3	23.95	0.15	1.28	12.86	0.14	1.22	24.28	0.04	0.34
07-abr	10:55	4	24.17	0.17	1.47	12.9	0.15	1.27	24.29	0.04	0.35

C.B.R. %	Peso Unit. g/cm³
6.3	1.208
9.5	1.329
12.6	1.421

PENETRACION		CARGA EN NORMAL	MOLDE Nº 1				MOLDE Nº 2				MOLDE Nº 3			
			CARGA ENSAYO		C.B.R. CORREG		CARGA ENSAYO		C.B.R. CORREG		CARGA ENSAYO		C.B.R. CORREG	
Pulg.	mm	Kg	Kg	Kg/cm²	Kg	%	Kg	Kg/cm²	Kg	%	Kg	Kg/cm²	Kg	%
0	0		0.0	0			0.0	0			0.0	0		
0.025	0.63		18.8	1.0			24.9	1.3			61.6	3.2		
0.05	1.27		37.1	1.9			55.5	2.9			98.2	5.1		
0.075	1.9		49.3	2.5			83.0	4.3			138.0	7.1		
0.1	2.54	1360	86.0	4.4	6.3		128.8	6.7	9.5		171.6	8.9	12.6	
0.2	5.08	2040	147.1	7.6	7.2		183.8	9.5	9.0		238.8	12.3	11.7	
0.3	7.62		205.2	10.6			272.4	14.1			336.6	17.4		
0.4	10.16		244.9	12.7			336.6	17.4			382.4	19.8		
0.5	12.7		296.9	15.3			367.2	19.0			409.9	21.2		



.....
Olga Yeny Hurtado Sequeiros
TESISTA

CBR 100% D.máx
12.40 %
CBR 95% D.Máx.
10.31 %

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

Nota: El Laboratorio de Suelos de la Carrera de Ingeniería Civil, no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigación, es enteramente responsabilidad del investigador.



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS

ENSAYO: CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)

Proyecto: Análisis de la ceniza de rastrojo de maíz en pruebas de CBR para suelos arcillosos tipo CH y CL

Asignatura: CIV-502 Proyecto de Grado Ing. Civil

Zona: Fray Quebracho

Identificación : M-1 con 25%

Nº capas	5			5			5		
Nº golpes por capa	12			25			56		
CONDICION DE MUESTRA	Antes de mojar		D. de M	Antes de mojar		D. de M	Antes de mojar		D. de M
Peso muestra húm.+molde	10499		11060	10740		11080	10845		11175
Peso Molde	7215		7290	7125		7195	7045		7097
Peso muestra húmeda	3284		3770	3615		3885	3800		4078
Volumen de la muestra	2139		2139	2152		2152	2141		2141
Peso Unit. Muestra Húm.	1.535		1.763	1.680		1.805	1.775		1.904
MUESTRA DE HUMEDAD	Fondo	Superf.	2" sup.	Fondo	Superf.	2" sup.	Fondo	Superf.	2" sup.
Tara Nº	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Peso muestra húm + tara	68.5	62.5	57.7	66.4	57.1	55.6	76	75.2	66
Peso muestra seca + tara	56.5	52.12	48.6	55.5	47.9	46.4	63.3	62.8	55.7
Peso del agua	12	10.38	9.1	10.9	9.2	9.2	12.7	12.4	10.3
Peso de tara	12.7	13.3	12.7	14.6	12.6	11.9	12.5	12.8	14.2
Peso de la muestra seca	43.80	38.82	35.90	40.90	35.30	34.50	50.80	50.00	41.50
Contenido humedad %	27.40	26.74	25.35	26.65	26.06	26.67	25.00	24.80	24.82
Promedio cont. Humedad	27.07		25.35	26.36		26.67	24.90		24.82
Peso Unit.muestra seca	1.21		1.41	1.33		1.43	1.42		1.53

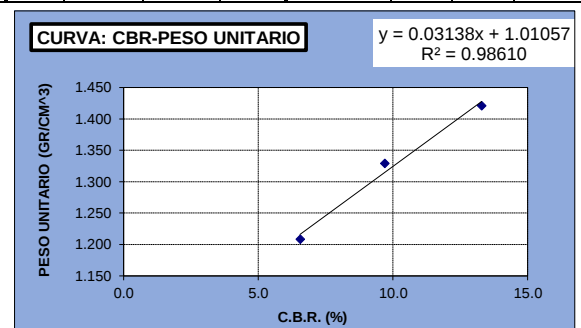
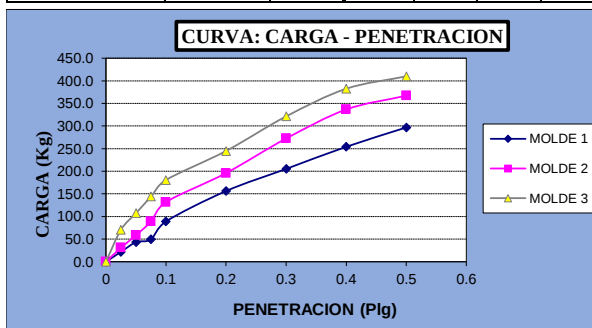
Hum. Opt. %	Peso Unit. g/cm³
25.93	1.42

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO EN DIAS	MOLDE Nº 1			MOLDE Nº 2			MOLDE Nº 3		
			LECT.	EXPANSION		LECT.	EXPANSION		LECT.	EXPANSION	
			EXTENS.	CM.	%	EXTENS.	CM.	%	EXTENS.	CM.	%
04-abr	10:50	1	22.45	0.00	0.00	11.43	0.00	0.00	23.88	0.00	0.00
05-abr	10:52	2	23.94	0.15	1.27	12.12	0.07	0.59	24.27	0.04	0.34
06-abr	10:52	3	23.95	0.15	1.28	12.86	0.14	1.22	24.28	0.04	0.34
07-abr	10:55	4	24.07	0.16	1.38	12.92	0.15	1.28	24.3	0.04	0.36

C.B.R. %	Peso Unit. g/cm³
6.5	1.208
9.7	1.329
13.3	1.421

PENETRACION		CARGA EN NORMAL	MOLDE Nº 1				MOLDE Nº 2				MOLDE Nº 3			
			CARGA ENSAYO		C.B.R. CORREG		CARGA ENSAYO		C.B.R. CORREG		CARGA ENSAYO		C.B.R. CORREG	
Pulg.	mm	Kg	Kg	Kg/cm²	Kg	%	Kg	Kg/cm²	Kg	%	Kg	Kg/cm²	Kg	%
0	0		0.0	0			0.0	0			0.0	0		
0.025	0.63		21.8	1.1			31.0	1.6			70.7	3.7		
0.05	1.27		43.2	2.2			58.5	3.0			107.4	5.5		
0.075	1.9		49.3	2.5			89.1	4.6			144.1	7.4		
0.1	2.54	1360	89.1	4.6		6.5	131.8	6.8		9.7	180.7	9.3		13.3
0.2	5.08	2040	156.3	8.1		7.7	196.0	10.1		9.6	244.9	12.7		12.0
0.3	7.62		205.2	10.6			272.4	14.1			321.3	16.6		
0.4	10.16		254.1	13.1			336.6	17.4			382.4	19.8		
0.5	12.7		296.9	15.3			367.2	19.0			409.9	21.2		



.....
Olga Yeny Hurtado Sequeiros
TESISTA

CBR 100% D.máx
13.01 %
CBR 95% D.Máx.
10.74 %

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

Nota: El Laboratorio de Suelos de la Carrera de Ingeniería Civil, no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigación, es enteramente responsabilidad del investigador.

RESULTADOS CON 25% DE CENIZA DE
RASTROJO DE MAÍZ
(SUELO CL DEL BARRIO CONSTRUCTOR)



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA

PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL

LABORATORIO DE SUELOS

LÍMITES DE ATTERBERG-AGREGADO FINO

Proyecto: Análisis de la ceniza de rastrojo de maíz en pruebas de CBR para suelos arcillosos tipo CH y CL

Asignatura: CIV-502 Proyecto de Grado Ing. Civil

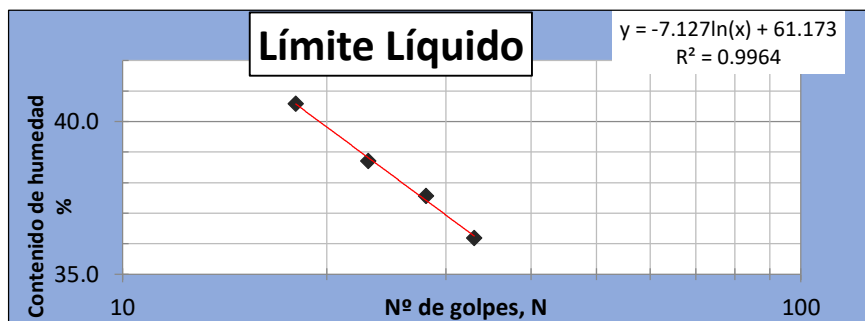
Zona: Constructor

Identificación : M-6 con 25%

Fecha: 26/06/23

Límite líquido

Capsula N°	1	2	3	4
N° de golpes	18	23	28	33
Suelo Húmedo + Cápsula(g)	45.50	44.10	46.90	41.50
Suelo Seco + Cápsula(g)	36.00	35.35	37.56	33.90
Peso del agua(g)	9.5	8.75	9.34	7.6
Peso de la Cápsula(g)	12.60	12.75	12.70	12.90
Peso Suelo seco(g)	23.4	22.6	24.86	21
Porcentaje de Humedad(%)	40.60	38.72	37.57	36.19



LL	=	38.23
----	---	-------

Límite Plástico

Cápsula	1	2	3
Peso de suelo húmedo + Cápsula(g)	15.60	16.30	16.20
Peso de suelo seco + Cápsula(g)	15.00	15.70	15.50
Peso de cápsula(g)	12.40	13.10	12.51
Peso de suelo seco(g)	2.6	2.6	2.99
Peso del agua(g)	0.60	0.60	0.70
Contenido de humedad(%)	23.08	23.08	23.41
	LP	=	23.19
	IP	=	15.04

Olga Yeny Hurtado Sequeiros
TESISTA

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

Nota: El Laboratorio de Suelos de la Carrera de Ingeniería Civil, no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigación, es enteramente responsabilidad del investigador.



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA

PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL

LABORATORIO DE SUELOS

LÍMITES DE ATTERBERG-AGREGADO FINO

Proyecto: Análisis de la ceniza de rastrojo de maíz en pruebas de CBR para suelos arcillosos tipo CH y CL

Asignatura: CIV-502 Proyecto de Grado Ing. Civil

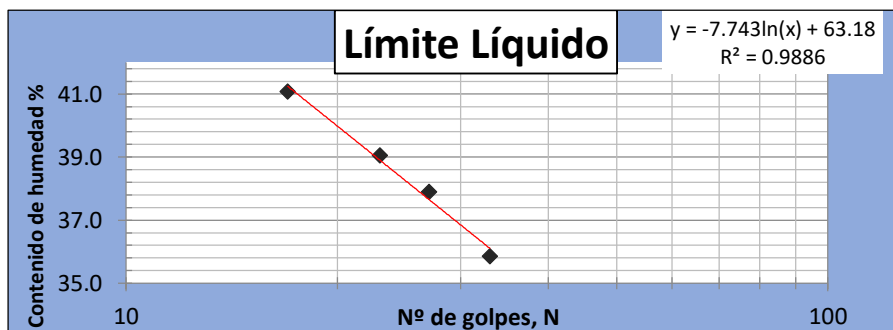
Zona: Constructor

Identificación : M-6 con 25%

Fecha: 26/06/23

Límite líquido

Capsula N°	1	2	3	4
N° de golpes	17	23	27	33
Suelo Húmedo + Cápsula(g)	46.85	45.12	47.92	41.50
Suelo Seco + Cápsula(g)	37.24	36.31	38.52	33.95
Peso del agua(g)	9.61	8.81	9.4	7.55
Peso de la Cápsula(g)	13.85	13.75	13.72	12.90
Peso Suelo seco(g)	23.39	22.56	24.8	21.05
Porcentaje de Humedad(%)	41.09	39.05	37.90	35.87



LL	=	38.26
----	---	-------

Límite Plástico

Cápsula	1	2	3
Peso de suelo húmedo + Cápsula(g)	16.60	17.30	17.25
Peso de suelo seco + Cápsula(g)	16.00	16.70	16.55
Peso de cápsula(g)	13.40	14.10	13.56
Peso de suelo seco(g)	2.6	2.6	2.99
Peso del agua(g)	0.60	0.60	0.70
Contenido de humedad(%)	23.08	23.08	23.41
	LP	=	23.19
	IP	=	15.07

Olga Yeny Hurtado Sequeiros
TESISTA

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

Nota: El Laboratorio de Suelos de la Carrera de Ingeniería Civil, no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigación, es enteramente responsabilidad del investigador.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS

COMPACTACION

Proyecto: Análisis de la ceniza de rastrojo de maíz en pruebas de CBR para suelos arcillosos tipo CH y CL

Asignatura: CIV-502 Proyecto de Grado Ing. Civil

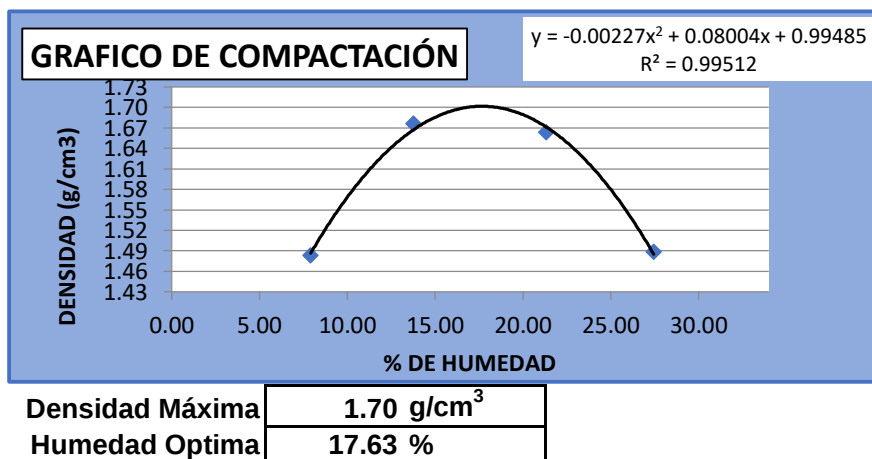
Zona: Constructor

Identificación M-6 con 25%

Fecha: 06/07/2023

Muestra: Única **Volumen:** 936.3 cm³

Nº de capas	5	5	5	5
Nº de golpes por capa	25	25	25	25
Peso suelo húmedo + molde(g)	5623.90	5910.60	6014.60	5901.2
Peso del molde(g)	4125.40	4125.4	4125.4	4125.4
Peso suelo húmedo (g)	1498.50	1785.20	1889.2	1775.8
Volumén de la muestra (cm ³)	936.3	936.3	936.3	936.3
Densidad suelo húmedo (g/cm ³)	1.60	1.91	2.02	1.90
Cápsula N°	1	2	3	4
Peso suelo húmedo + capsula(g)	59.60	63.10	61.80	63.1
Peso suelo seco + cápsula(g)	56.16	57.05	53.35	52.44
Peso del agua(g)	3.44	6.05	8.45	10.66
Peso de la cápsula(g)	12.7	13.1	13.7	13.6
Peso suelo seco (g)	43.46	43.95	39.65	38.84
Contenido de humedad (%)	7.92	13.77	21.31	27.45
Densidad suelo seco (g/cm ³)	1.48	1.68	1.66	1.49



Olga Yeny Hurtado Sequeiros
TESISTA

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

Nota: El Laboratorio de Suelos de la Carrera de Ingenieria Civil, no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigacion, es enteramente responsabilidad del investigador.



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS

ENSAYO: CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)

Proyecto: Análisis de la ceniza de rastrojo de maíz en pruebas de CBR para suelos arcillosos tipo CH y CL

Asignatura: CIV-502 Proyecto de Grado Ing. Civil

Zona: Constructor

Identificación : M-6 con 25%

Nº capas	5			5			5		
Nº golpes por capa	12			25			56		
CONDICION DE MUESTRA	Antes de mojar		D. de M	Antes de mojar		D. de M	Antes de mojar		D. de M
Peso muestra húm.+molde	10475		11465	11909		12280	11495		11735
Peso Molde	7190		7200	7970		7980	7150		7155
Peso muestra húmeda	3285		4265	3939		4300	4345		4580
Volumen de la muestra	2106		2106	2138		2138	2137		2137
Peso Unit. Muestra Húm.	1.560		2.025	1.842		2.011	2.033		2.143
MUESTRA DE HUMEDAD	Fondo	Superf.	2" sup.	Fondo	Superf.	2" sup.	Fondo	Superf.	2" sup.
Tara Nº	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Peso muestra húm + tara	87.1	77.9	63.4	70.8	74.1	66.8	84.9	74.4	71.01
Peso muestra seca + tara	74.67	67.9	56.1	61.85	64.87	59.12	73.96	64.98	63.56
Peso del agua	12.43	10	7.3	8.95	9.23	7.68	10.94	9.42	7.45
Peso de tara	18	18.9	17.5	18.4	18.6	19.6	17.5	18.6	18.1
Peso de la muestra seca	56.67	49.00	38.60	43.45	46.27	39.52	56.46	46.38	40.16
Contenido humedad %	21.93	20.41	18.91	20.60	19.95	19.43	19.38	20.31	18.55
Promedio cont. Humedad	21.17		18.91	20.27		19.43	19.84		18.55
Peso Unit.muestra seca	1.29		1.70	1.53		1.68	1.70		1.81

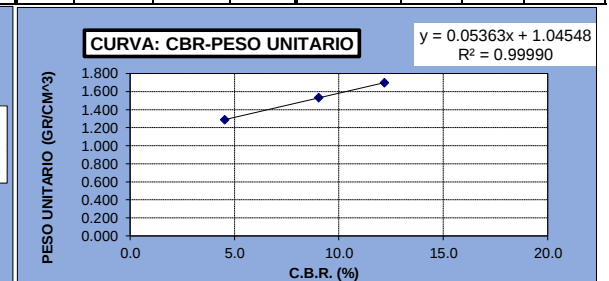
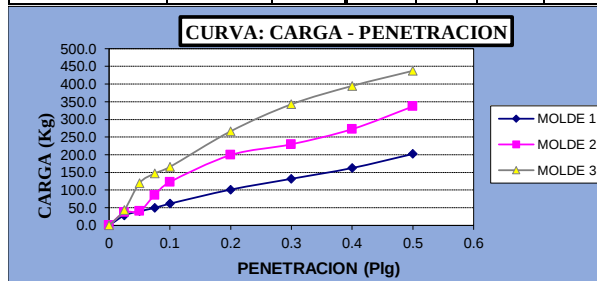
Hum. Opt. %	Peso Unit. g/cm³
17.63	1.70

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO EN DIAS	MOLDE Nº 1			MOLDE Nº 2			MOLDE Nº 3		
			LECT. EXPANSION			LECT. EXPANSION			LECT. EXPANSION		
			EXTENS.	CM.	%	EXTENS.	CM.	%	EXTENS.	CM.	%
06-sep	10:48	1	24.38	0.00	0.00	27.58	0.00	0.00	24.43	0.00	0.00
07-sep	10:40	2	24.95	0.06	0.49	27.85	0.03	0.23	24.65	0.02	0.19
08-sep	10:45	3	25.38	0.10	0.85	28.59	0.10	0.86	25.44	0.10	0.87
09-sep	10:55	4	25.74	0.14	1.16	28.9	0.13	1.12	25.66	0.12	1.06

C.B.R. %	Peso Unit. g/cm³
4.5	1.287
9.0	1.532
12.2	1.697

PENETRACION		CARGA EN NORMAL	MOLDE Nº 1				MOLDE Nº 2				MOLDE Nº 3			
			CARGA ENSAYO C.B.R. CORREG				CARGA ENSAYO C.B.R. CORREG				CARGA ENSAYO C.B.R. CORREG			
Pulg.	mm	Kg	Kg	Kg/cm²	Kg	%	Kg	Kg/cm²	Kg	%	Kg	Kg/cm²	Kg	%
0	0		0.0	0			0.0	0			0.0	0		
0.025	0.63		27.9	1.4			37.1	1.9			43.2	2.2		
0.05	1.27		40.2	2.1			40.2	2.1			119.6	6.2		
0.075	1.9		49.3	2.5			86.0	4.4			147.1	7.6		
0.1	2.54	1360	61.6	3.2	4.5		122.7	6.3	9.0		165.5	8.5	12.2	
0.2	5.08	2040	101.3	5.2	5.0		199.1	10.3	9.8		266.3	13.8	13.1	
0.3	7.62		131.8	6.8			229.6	11.9			342.7	17.7		
0.4	10.16		162.4	8.4			272.4	14.1			394.7	20.4		
0.5	12.7		202.1	10.4			336.6	17.4			437.4	22.6		



CBR 100% D.máx
12.21 %
CBR 95% D.Máx.
10.63 %

Olga Yeny Hurtado Sequeiros
TESISTA

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

Nota: El Laboratorio de Suelos de la Carrera de Ingenieria Civil, no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigacion, es enteramente responsabilidad del investigador.



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS

ENSAYO: CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)

Proyecto: Análisis de la ceniza de rastrojo de maíz en pruebas de CBR para suelos arcillosos tipo CH y CL

Asignatura: CIV-502 Proyecto de Grado Ing. Civil

Zona: Constructor

Identificación : M-6 con 25%

Nº capas	5			5			5		
Nº golpes por capa	12			25			56		
CONDICION DE MUESTRA	Antes de mojar		D. de M	Antes de mojar		D. de M	Antes de mojar		D. de M
Peso muestra húm.+molde	10935		11223	10955		11010	12245		12510
Peso Molde	7715		7725	7275		7285	7965		7975
Peso muestra húmeda	3220		3498	3680		3725	4280		4535
Volumen de la muestra	2106		2106	2138		2138	2137		2137
Peso Unit. Muestra Húm.	1.529		1.661	1.721		1.742	2.003		2.122
MUESTRA DE HUMEDAD	Fondo	Superf.	2" sup.	Fondo	Superf.	2" sup.	Fondo	Superf.	2" sup.
Tara Nº	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Peso muestra húm + tara	56.6	65.3	62.2	52.3	65.4	56.4	54.2	65.7	60.9
Peso muestra seca + tara	49.14	56.63	53.97	45.89	56.19	49.55	46.98	56.87	53.25
Peso del agua	7.46	8.67	8.23	6.41	9.21	6.85	7.22	8.83	7.65
Peso de tara	12.7	13.3	12.7	13.9	13	13.2	13.4	13.3	12.9
Peso de la muestra seca	36.44	43.33	41.27	31.99	43.19	36.35	33.58	43.57	40.16
Contenido humedad %	20.47	20.01	19.94	20.04	21.32	18.84	21.50	20.27	19.05
Promedio cont. Humedad	20.24		19.94	20.68		18.84	20.88		19.05
Peso Unit.muestra seca	1.27		1.38	1.43		1.47	1.66		1.78

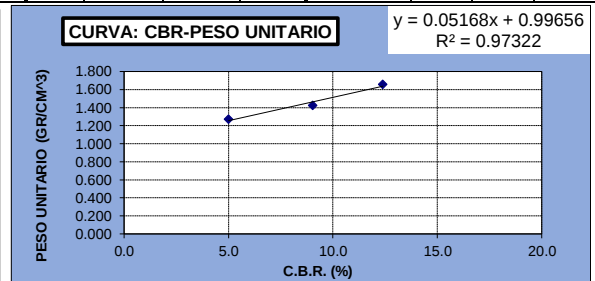
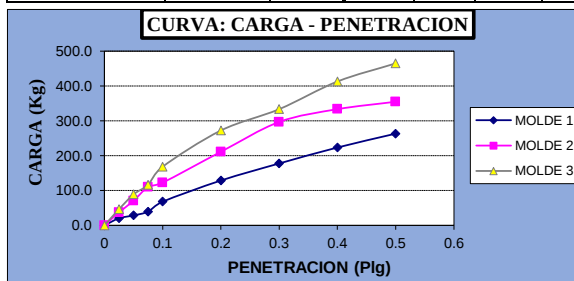
Hum. Opt. %	Peso Unit. g/cm³
17.63	1.70

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO EN DIAS	MOLDE Nº 1			MOLDE Nº 2			MOLDE Nº 3		
			LECT.	EXPANSION		LECT.	EXPANSION		LECT.	EXPANSION	
			EXTENS.	CM.	%	EXTENS.	CM.	%	EXTENS.	CM.	%
06-sep	10:48	1	23.15	0.00	0.00	22.28	0.00	0.00	26.36	0.00	0.00
07-sep	10:40	2	23.32	0.02	0.14	22.65	0.04	0.31	26.55	0.02	0.16
08-sep	10:45	3	24.25	0.11	0.94	23.25	0.10	0.83	27.15	0.08	0.68
09-sep	10:55	4	24.51	0.14	1.16	23.59	0.13	1.11	27.61	0.13	1.08

C.B.R. %	Peso Unit. g/cm³
5.0	1.272
9.0	1.426
12.4	1.657

PENETRACION		CARGA EN NORMAL	MOLDE Nº 1				MOLDE Nº 2				MOLDE Nº 3			
			CARGA ENSAYO		C.B.R. CORREG		CARGA ENSAYO		C.B.R. CORREG		CARGA ENSAYO		C.B.R. CORREG	
Pulg.	mm	Kg	Kg	Kg/cm²	Kg	%	Kg	Kg/cm²	Kg	%	Kg	Kg/cm²	Kg	%
0	0		0.0	0			0.0	0			0.0	0		
0.025	0.63		20.3	1.0			37.1	1.9			46.3	2.4		
0.05	1.27		28.6	1.5			70.7	3.7			89.1	4.6		
0.075	1.9		39.6	2.0			110.5	5.7			116.6	6.0		
0.1	2.54	1360	68.0	3.5	5.0		122.7	6.3	9.0		168.5	8.7	12.4	
0.2	5.08	2040	128.8	6.7	6.3		211.3	10.9	10.4		272.4	14.1	13.4	
0.3	7.62		177.7	9.2			296.9	15.3			333.5	17.2		
0.4	10.16		223.5	11.5			333.5	17.2			413.0	21.3		
0.5	12.7		263.3	13.6			354.9	18.3			464.9	24.0		



CBR 100% D.máx
13.62 %
CBR 95% D.Máx.
11.97 %

Olga Yeny Hurtado Sequeiros
TESISTA

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

Nota: El Laboratorio de Suelos de la Carrera de Ingeniería Civil, no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigación, es enteramente responsabilidad del investigador.



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS

ENSAYO: CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)

Proyecto: Análisis de la ceniza de rastrojo de maíz en pruebas de CBR para suelos arcillosos tipo CH y CL

Asignatura: CIV-502 Proyecto de Grado Ing. Civil

Zona: Constructor

Identificación : M-6 con 25%

Nº capas	5			5			5		
Nº golpes por capa	12			25			56		
CONDICION DE MUESTRA	Antes de mojarse		D. de M	Antes de mojarse		D. de M	Antes de mojarse		D. de M
Peso muestra húm.+molde	10825		11223	10945		11000	12155		12210
Peso Molde	7715		7725	7275		7285	7965		7975
Peso muestra húmeda	3110		3498	3670		3715	4190		4235
Volumen de la muestra	2106		2106	2138		2138	2137		2137
Peso Unit. Muestra Húm.	1.477		1.661	1.716		1.737	1.961		1.982
MUESTRA DE HUMEDAD	Fondo	Superf.	2" sup.	Fondo	Superf.	2" sup.	Fondo	Superf.	2" sup.
Tara Nº	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Peso muestra húm + tara	56.6	65.3	62.2	52.3	65.4	56.4	54.2	65.7	60.9
Peso muestra seca + tara	49.14	56.63	53.97	45.89	56.19	49.55	48.98	57.97	55.25
Peso del agua	7.46	8.67	8.23	6.41	9.21	6.85	5.22	7.73	5.65
Peso de tara	12.7	13.3	12.7	13.9	13	13.2	13.4	13.3	12.9
Peso de la muestra seca	36.44	43.33	41.27	31.99	43.19	36.35	35.58	44.67	40.16
Contenido humedad %	20.47	20.01	19.94	20.04	21.32	18.84	14.67	17.30	14.07
Promedio cont. Humedad	20.24		19.94	20.68		18.84	15.99		14.07
Peso Unit.muestra seca	1.23		1.38	1.42		1.46	1.69		1.74

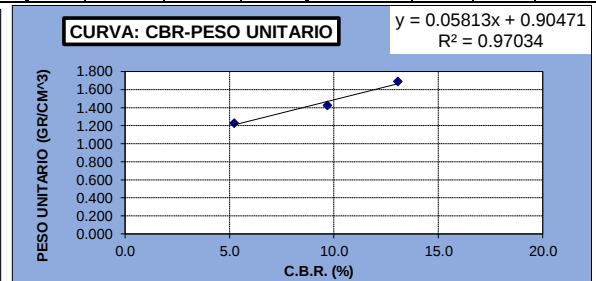
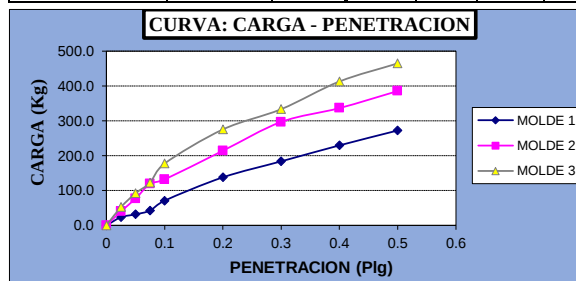
Hum. Opt. %	Peso Unit. g/cm³
17.63	1.70

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO EN DIAS	MOLDE Nº 1			MOLDE Nº 2			MOLDE Nº 3		
			LECT.	EXPANSION		LECT.	EXPANSION		LECT.	EXPANSION	
			EXTENS.	CM.	%	EXTENS.	CM.	%	EXTENS.	CM.	%
06-sep	10:48	1	23.15	0.00	0.00	22.28	0.00	0.00	26.36	0.00	0.00
07-sep	10:40	2	23.32	0.02	0.14	22.65	0.04	0.31	26.55	0.02	0.16
08-sep	10:45	3	24.25	0.11	0.94	23.25	0.10	0.83	27.15	0.08	0.68
09-sep	10:55	4	24.55	0.14	1.19	23.6	0.13	1.12	27.64	0.13	1.10

C.B.R. %	Peso Unit. g/cm³
5.2	1.228
9.7	1.422
13.1	1.690

PENETRACION		CARGA NORMAL	MOLDE Nº 1				MOLDE Nº 2				MOLDE Nº 3			
			CARGA ENSAYO		C.B.R. CORREG		CARGA ENSAYO		C.B.R. CORREG		CARGA ENSAYO		C.B.R. CORREG	
Pulg.	mm	Kg	Kg	Kg/cm²	Kg	%	Kg	Kg/cm²	Kg	%	Kg	Kg/cm²	Kg	%
0	0		0.0	0			0.0	0			0.0	0		
0.025	0.63		23.4	1.2			40.2	2.1			52.4	2.7		
0.05	1.27		31.6	1.6			76.8	4.0			92.1	4.8		
0.075	1.9		42.6	2.2			119.6	6.2			122.7	6.3		
0.1	2.54	1360	71.0	3.7		5.2	131.8	6.8		9.7	177.7	9.2		13.1
0.2	5.08	2040	138.0	7.1		6.8	214.4	11.1		10.5	275.5	14.2		13.5
0.3	7.62		183.8	9.5			296.9	15.3			333.5	17.2		
0.4	10.16		229.6	11.9			336.6	17.4			413.0	21.3		
0.5	12.7		272.4	14.1			385.5	19.9			464.9	24.0		



CBR 100% D.máx
13.69 %
CBR 95% D.Máx.
12.23 %

Olga Yeny Hurtado Sequeiros
TESISTA

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

Nota: El Laboratorio de Suelos de la Carrera de Ingeniería Civil, no se hace responsable por los resultados obtenidos en esta investigación, es enteramente responsabilidad del investigador.

ANEXO 5
DISEÑO DE ESPESORES,
MÉTODO AASTHO



SUELO NATURAL DE FRAY QUEBRACHO (CH)

DETERMINACION DEL NIVEL DE CONFIABILIDAD R:

Tipo de carretera	Nivel de confiabilidad R (%)	
	Urbana	Interurbana
Autopistas y carreteras importantes	85.0 - 99.9	80.0 - 99.9
Arterias principales	80.0 - 99.9	75.0 - 95.0
Colectoras	80.0 - 95.0	75.0 - 95.0
Locales	50.0 - 80.0	50.0 - 80.0

R= 90.00%

promedio

DETERMINACION DEL VALOR DE DESVIACION ESTANDAR NORMAL (Z_R):

R (%)	50	70	75	80	85	90	92	94	95	98	99.99
Z _r	0.000	-0.524	-0.674	-0.841	-1.037	-1.282	-1.405	-1.555	-1.645	-2.054	-3.750

Z_R= -1.282

DETERMINACION DEL VALOR DE LA DESVIACION ESTANDAR TOTAL (S₀):

Proyecto de pavimento	S ₀	
	Flexible	Rígido
	0.40 - 0.50	0.30 - 0.40
Construcción nueva	0.45	0.35
Sobrecapas	0.50	0.40

S₀= 0.45

INDICE DE SERVICIABILIDAD INICIAL Y FINAL PARA EL PROYECTO- PERDIDA DE SERVICIABILIDAD, Δ (PSI)

Indice de Servicioabilidad Inicial (P₀): 4.0 a 4.2

Pavimentos Flexibles= 4.2

los valores de partida usuales son 4.2 para pavimento flexible

Indice de Servicioabilidad Final (P_f):

Tipo de vía	Serviciabilidad final
Autopista	2.5 - 3.0
Carreteras	2.0 - 2.5

P₀=	4.20
P_f=	2.50
ΔPSI=	1.70

$$\Delta PSI = P_0 - P_f$$

Donde:

ΔPSI: Índice de servicio.
P₀: Servicioabilidad inicial.
P_f: Servicioabilidad final.

Para suelos finos:

Mr = 1500 x CBR; para CBR < 7.2%

Mr = 3000 x CBR; 065 para CBR de 7.2 a 20%

CALCULO DE LOS MODULOS RESILIENTES

CBR_{SUBRASANTE}= 1.06

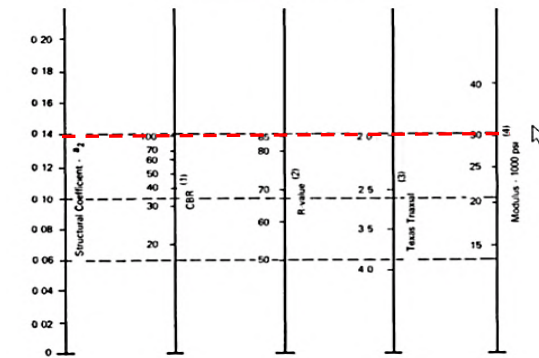
Modulo Resiliente (Subrasante)	Mr= 1500 x CBR
	Mr= 1590 psi

Mr=3000 x CBR ^{0.65}
Mr= 3116 psi

Mr=4326 x ln CBR + 241
Mr= 493 psi

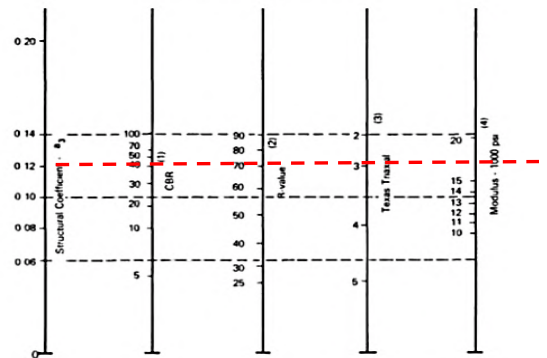
Modulo resiliente Base y Subase

Base granular



$$a_2 = 0.249 \cdot \log(E_2) - 0.977$$

Sub-base granular



$$a_3 = 0.227 \cdot \log(E_3) - 0.839$$

Mr _{Base} =	30000 psi
a ₂ =	0.138

Mr _{Subbase} =	17000 psi
a ₃ =	0.121

Calculo modulo resiliente mezcla asfaltica

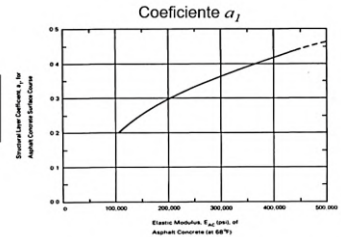
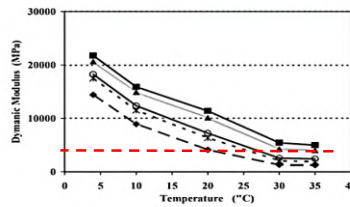
$$f = \frac{v}{2\pi} \quad T_s = (-0.0093 \cdot T_a^2 + 1.569 \cdot T_a - 1.578)(-0.084 \cdot \ln h_s + 1.55)$$

v=	30 km/h
T _a =	26.1 °C
h _s =	100 mm

f=	4.77 Hz
T _s =	38.43 °C

5.00 Hz

M_r Capa Rod	4500	Mpa
M_r Capa Rod	652671	psi
a_1	0.509	



$$a_1 = 0.184 \cdot \ln(E_1) - 1.9547$$

CALCULO DE LOS COEFICIENTES DE DRENAJE

Características del drenaje	Porcentaje del tiempo que la estructura del pavimento está expuesta a grados de humedad próxima a la saturación			
	Menos del 1%	1 - 5%	5 - 25%	Más del 25%
Excelente	1.40 - 1.35	1.35 - 1.30	1.30 - 1.20	1.20
Bueno	1.35 - 1.25	1.25 - 1.15	1.15 - 1.00	1.00
Regular	1.25 - 1.15	1.15 - 1.05	1.00 - 0.80	0.80
Pobre	1.15 - 1.05	1.05 - 0.80	0.80 - 0.60	0.60
Muy malo	1.05 - 0.95	0.95 - 0.75	0.75 - 0.40	0.40

Valores de m para corregir los coeficientes estructurales de bases y sub-bases granulares

Días de lluvia=	592.5
Calidad de drenaje=	Regular

% dias lluvia=	162.3 %
m2=	0.8
m3=	0.8

Calidad del drenaje	Tiempo que tarda el agua en ser evacuada
Excelente	2 horas
Bueno	1 día
Regular	1 semana
Pobre	1 mes
Muy malo	El agua no evacúa

CALCULO DEL NUMERO ESTRUCTURAL REQUERIDO POR LA CAPA ASFALTICA

$$\log(W_{18}) = Z_r \times S_0 + 9.36 \times \log(SN_i + 1) - 0.20 + \left[\frac{\log\left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}\right)}{0.40 + \left(\frac{1094}{(SN_i + 1)^{5.19}}\right)} \right] + 2.32 \times \log(M_r) - 8.07$$

W_{18} =	8373305.57	dato de trafico	Z_r =	-1.282
$\log(W_{18})$ =	6.9229		S_0 =	0.45
M_r =	30000	base	ΔPSI =	1.70

$$\text{Ecuacion} \quad 6.922900023 = \log(W_{18})$$

$$SN_i = 2.901$$

Valores recomendados de espesores mínimos de capa superficial y base granular

Tipo de caminos	Trafico	Ejes equivalentes acumulados	Capa superficial	Base granular
			Asfáltica en caliente	
	TP7	3.000.001	90mm	200mm
Resto de caminos	TP8	5.000.001	100mm	250mm
	TP9	7.500.001	110mm	250mm
	TP10	10.000.001	120mm	250mm

CALCULO DEL ESPESOR DE LA CAPA ASFALTICA.

$$h_1 = \frac{SN_1}{a_1}$$

h_1 =	5.70	pulg
h_1 =	6.00	pulg

h_1 =	4.33	pulg
h_1 =	4.00	pulg

h_1 =	15.24	cm
h_1 =	15.00	cm

h_1 =	10.16	cm
h_1 =	7.00	cm

$$SN_1^* = a_1 \times h_1$$

$$SN_1^* = 3.053$$

$$SN_1^* = 2.035$$

CALCULO DEL ESPESOR DE LA CAPA BASE

$$\log(W_{18}) = Z_r \times S_0 + 9.36 \times \log(SN_i + 1) - 0.20 + \left[\frac{\log\left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}\right)}{0.40 + \left(\frac{1094}{(SN_i + 1)^{5.19}}\right)} \right] + 2.32 \times \log(M_r) - 8.07$$

W_{18} =	8373305.567		Z_r =	-1.282
$\log(W_{18})$ =	6.9229		S_0 =	0.45
M_r =	17000	subbase	ΔPSI =	1.70

$$\text{Ecuacion} \quad 6.922900011 = \log(W_{18})$$

$$SN_i = 3.605$$

$$h_2 = \frac{SN_2 - SN_1^*}{a_2 \times m_2}$$

h_2 =	5.01	pulg
h_2 =	6.00	pulg

h_2 =	9.84	pulg
h_2 =	10.00	pulg

h_2 =	15.24	cm
h_2 =	15.00	cm

h_2 =	25.40	cm
h_2 =	13.00	cm

$$SN_2^* = 3.715 \text{ pulg}$$

$$SN_2^* = 4.155 \text{ pulg}$$

CALCULO DEL ESPESOR DE LA CAPA SUB-BASE

$$\log(W_{18}) = Z_r \times S_0 + 9.36 \times \log(SN_i + 1) - 0.20 + \left[\frac{\log\left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}\right)}{0.40 + \left(\frac{1094}{(SN_i + 1)^{5.19}}\right)} \right] + 2.32 \times \log(M_r) - 8.07$$

W_{18} =	8373305.567		Z_r =	-1.282
$\log(W_{18})$ =	6.9229		S_0 =	0.45
M_r =	1590	subrasante	ΔPSI =	1.70

$$\text{Ecuacion} \quad 6.922900119 = \log(W_{18})$$

$$SN_i = 7.773$$

$$h_3 = \frac{SN_3 - SN_2^*}{a_3 \times m_3}$$

h_3 =	41.82	pulg
h_3 =	42.00	pulg

h_3 =	37.28
h_3 =	37.00

h_3 =	93.98
h_3 =	94.00

h_3 =	106.68	cm
h_3 =	107.00	cm

CAPA ASFALTICA	4.00 pulg	7.00	Cm	10
CAPA BASE	10.00 pulg	13.00	Cm	15
CAPA SUB-BASE	37.00 pulg	94.00	Cm	91
Htotal		114.00		116.00



SUBRASANTE MEJORADA CON EL 20% DE CENIZA DE RASTROJO DE MAIZ EN EL SUELO (CH)

DETERMINACION DEL NIVEL DE CONFIABILIDAD R:

Tipo de carretera	Nivel de confiabilidad R (%)	
	Urbana	Interurbana
Autopistas y carreteras importantes	85.0 - 99.9	80.0 - 99.9
Arterias principales	80.0 - 99.9	75.0 - 95.0
Colectoras	80.0 - 95.0	75.0 - 95.0
Locales	50.0 - 80.0	50.0 - 80.0

R= 90.00%

promedio

DETERMINACION DEL VALOR DE DESVIACION ESTANDAR NORMAL (Z_R):

R (%)	50	70	75	80	85	90	92	94	95	98	99.99
Z _r	0.000	-0.524	-0.674	-0.841	-1.037	-1.282	-1.405	-1.555	-1.645	-2.054	-3.750

Z_R= -1.282

DETERMINACION DEL VALOR DE LA DESVIACION ESTANDAR TOTAL (S₀):

Proyecto de pavimento	S ₀	
	Flexible	Rígido
	0.40 - 0.50	0.30 - 0.40
Construcción nueva	0.45	0.35
Sobrecapas	0.50	0.40

S₀= 0.45

INDICE DE SERVICIABILIDAD INICIAL Y FINAL PARA EL PROYECTO- PERDIDA DE SERVICIABILIDAD, Δ (PSI)

Indice de Servicioabilidad Inicial (P_o):

4.0 a 4.2

Pavimentos Flexibles= 4.2

los valores de partida usuales son 4.2 para pavimento flexible

Indice de Servicioabilidad Final (P_f):

Tipo de vía	Serviciabilidad final
Autopista	2.5 - 3.0
Carreteras	2.0 - 2.5

P _o =	4.20
P _f =	2.50
ΔPSI=	1.70

$$\Delta PSI = P_o - P_f$$

Donde:
ΔPSI: Índice de servicio.
P_o: Servicioabilidad inicial.
P_f: Servicioabilidad final.

Para suelos finos:

Mr = 1500 x CBR; para CBR < 7.2%

Mr = 3000 x CBR; 0.65 para CBR de 7.2 a 20%

CALCULO DE LOS MODULOS RESILIENTES

CBR_{SUBRASANTE}= 20.26

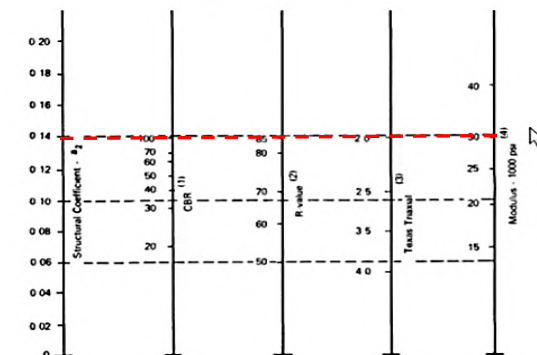
Modulo Resiliente (Subrasante)	Mr= 1500 x CBR
	Mr= 30390 psi

Mr=3000 x CBR ^{0.65}
Mr= 21205 psi

Mr=4326 x ln CBR + 241
Mr= 13256 psi

Modulo resiliente Base y Subase

Base granular

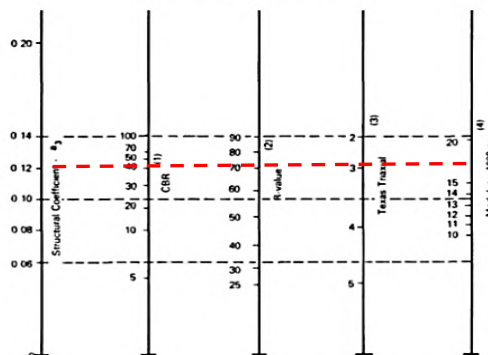


$$a_2 = 0.249 \cdot \log(E_2) - 0.977$$

Mr _{Base} =	30000 psi
a ₂ =	0.138

Mr _{Subase} =	17000 psi
a ₃ =	0.121

Sub-base granular



$$a_3 = 0.227 \cdot \log(E_3) - 0.839$$

Calculo modulo resiliente mezcla asfaltica

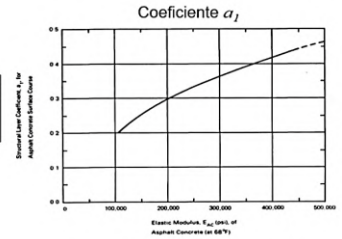
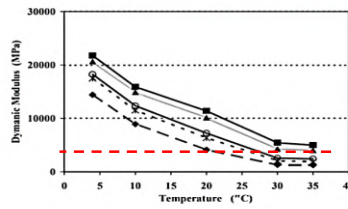
$$f = \frac{v}{2\pi} \quad T_s = (-0.0093 \cdot T_a^2 + 1.569 \cdot T_a - 1.578)(-0.084 \cdot \ln h_s + 1.55)$$

v=	30 km/h
T _a =	26.1 °C
h _s =	100 mm

f=	4.77 Hz
T _s =	38.43 °C

5.00 Hz

$M_{r_{\text{Capa Rod}}} =$	4500	Mpa
$M_{r_{\text{Capa Rod}}} =$	652671	psi
$a_1 =$	0.509	



$$a_1 = 0.184 \cdot \ln(E_1) - 1.9547$$

CALCULO DE LOS COEFICIENTES DE DRENAJE

Características del drenaje	Porcentaje del tiempo que la estructura del pavimento está expuesta a grados de humedad próxima a la saturación			
	Menos del 1%	1 - 5%	5 - 25%	Más del 25%
Excelente	1.40 - 1.35	1.35 - 1.30	1.30 - 1.20	1.20
Bueno	1.35 - 1.25	1.25 - 1.15	1.15 - 1.00	1.00
Regular	1.25 - 1.15	1.15 - 1.05	1.00 - 0.80	0.80
Pobre	1.15 - 1.05	1.05 - 0.80	0.80 - 0.60	0.60
Muy malo	1.05 - 0.95	0.95 - 0.75	0.75 - 0.40	0.40

Valores de m para corregir los coeficientes estructurales de bases y sub-bases granulares

Días de lluvia=	592.5
Calidad de drenaje=	Regular

% días lluvia=	162.3	%	m2=	0.8
			m3=	0.8

Calidad del drenaje	Tiempo que tarda el agua en ser evacuada
Excelente	2 horas
Bueno	1 día
Regular	1 semana
Pobre	1 mes
Muy malo	El agua no evacúa

CALCULO DEL NUMERO ESTRUCTURAL REQUERIDO POR LA CAPA ASFALTICA

$$\log(W_{18}) = Z_r \times S_0 + 9.36 \times \log(SN_i + 1) - 0.20 + \left[\frac{\log\left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}\right)}{0.40 + \left(\frac{1094}{(SN_i + 1)^{5.19}}\right)} \right] + 2.32 \times \log(M_r) - 8.07$$

$W_{18} =$	8373305.567	dato de trafico	$Z_r =$	-1.282
$\log(W_{18}) =$	6.9229		$S_0 =$	0.45
$M_r =$	30000	base	$\Delta PSI =$	1.70

$$\text{Ecuacion} \quad 6.922900023 = \log(W_{18})$$

$$SN_i = 2.901$$

CALCULO DEL ESPESOR DE LA CAPA ASFALTICA.

$$h_1 = \frac{SN_1}{a_1}$$

$h_1 =$	5.70	pulg
$h_1 =$	6.00	pulg

adoptamos

$h_1 =$	4.33	pulg
$h_1 =$	4.00	pulg

Cambiar h= 110 mm
55 mm

adoptamos

$h_1 =$	15.24	cm
$h_1 =$	15.00	cm

$h_1 =$	10.16	cm
$h_1 =$	10.00	cm

$$SN'_1 = a_1 \times h_1$$

$$SN'_1 = 3.053$$

$$SN'_1 = 2.035$$

CALCULO DEL ESPESOR DE LA CAPA BASE

$$\log(W_{18}) = Z_r \times S_0 + 9.36 \times \log(SN_i + 1) - 0.20 + \left[\frac{\log\left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}\right)}{0.40 + \left(\frac{1094}{(SN_i + 1)^{5.19}}\right)} \right] + 2.32 \times \log(M_r) - 8.07$$

$W_{18} =$	8373305.567		$Z_r =$	-1.282
$\log(W_{18}) =$	6.9229		$S_0 =$	0.45
$M_r =$	17000	subbase	$\Delta PSI =$	1.70

$$\text{Ecuacion} \quad 6.922900011 = \log(W_{18})$$

$$SN_2 = 3.605$$

$$h_2 = \frac{SN_2 - SN'_1}{a_2 \times m_2}$$

$h_2 =$	5.01	pulg
$h_2 =$	6.00	pulg

adoptamos

$h_2 =$	9.84	pulg
$h_2 =$	10.00	pulg

Cambiar h= 250 mm
125 mm

adoptamos

$h_2 =$	15.24	cm
$h_2 =$	15.00	cm

$h_2 =$	25.40	cm
$h_2 =$	25.00	cm

$$SN'_2 = 3.715 \text{ pulg}$$

$$SN'_2 = 4.155 \text{ pulg}$$

CALCULO DEL ESPESOR DE LA CAPA SUB-BASE

$$\log(W_{18}) = Z_r \times S_0 + 9.36 \times \log(SN_i + 1) - 0.20 + \left[\frac{\log\left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}\right)}{0.40 + \left(\frac{1094}{(SN_i + 1)^{5.19}}\right)} \right] + 2.32 \times \log(M_r) - 8.07$$

$W_{18} =$	8373305.567		$Z_r =$	-1.282
$\log(W_{18}) =$	6.9229		$S_0 =$	0.45
$M_r =$	13256	subrasante	$\Delta PSI =$	1.70

$$\text{Ecuacion} \quad 6.922900882 = \log(W_{18})$$

$$SN_3 = 3.955$$

$$h_3 = \frac{SN_3 - SN'_2}{a_3 \times m_3}$$

$h_3 =$	2.48	pulg
$h_3 =$	3.00	pulg

$h_3 =$	7.62	cm
$h_3 =$	8.00	cm

$h_3 =$	2.07	pulg
$h_3 =$	2.00	pulg

$h_3 =$	5.08	cm
$h_3 =$	5.00	cm



4.00 pulg	10.00	Cm	10
10.00 pulg	25.00	Cm	10
2.00 pulg	5.00	Cm	20
Htotal	40.00		40.00



SUELO NATURAL DE CONSTRUCTOR (CL)

DETERMINACION DEL NIVEL DE CONFIABILIDAD R:

Tipo de carretera	Nivel de confiabilidad R (%)	
	Urbana	Interurbana
Autopistas y carreteras importantes	85.0 - 99.9	80.0 - 99.9
Arterias principales	80.0 - 99.9	75.0 - 95.0
Colectoras	80.0 - 95.0	75.0 - 95.0
Locales	50.0 - 80.0	50.0 - 80.0

R= 90.00% promedio

DETERMINACION DEL VALOR DE DESVIACION ESTANDAR NORMAL (Z_R):

R (%)	50	70	75	80	85	90	92	94	95	98	99.99
Z _r	0.000	-0.524	-0.674	-0.841	-1.037	-1.282	-1.405	-1.555	-1.645	-2.054	-3.750

Z_R= -1.282

DETERMINACION DEL VALOR DE LA DESVIACION ESTANDAR TOTAL (S₀):

Proyecto de pavimento	S ₀	
	Flexible	Rígido
	0.40 - 0.50	0.30 - 0.40
Construcción nueva	0.45	0.35
Sobrecapas	0.50	0.40

S₀= 0.45

INDICE DE SERVICIABILIDAD INICIAL Y FINAL PARA EL PROYECTO- PERDIDA DE SERVICIABILIDAD, Δ (PSI)

Indice de Servicioabilidad Inicial (P₀): 4.0 a 4.2

Pavimentos Flexibles= 4.2

los valores de partida usuales son 4.2 para pavimento flexible

Indice de Servicioabilidad Final (P_f):

Tipo de vía	Serviciabilidad final
Autopista	2.5 - 3.0
Carreteras	2.0 - 2.5

P₀=	4.20
P_f=	2.50
ΔPSI=	1.70

$$\Delta PSI = P_0 - P_f$$

Donde:

ΔPSI: Índice de servicio.
P₀: Servicioabilidad inicial.
P_f: Servicioabilidad final.

Para suelos finos:

Mr = 1500 x CBR; para CBR < 7.2%

Mr = 3000 x CBR; 065 para CBR de 7.2 a 20%

CALCULO DE LOS MODULOS RESILIENTES

CBR_{SUBRASANTE}= 3.21

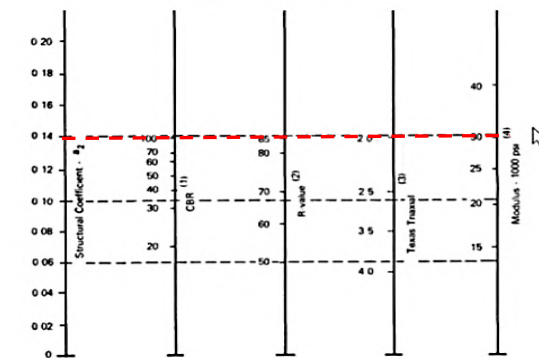
Modulo Resiliente (Subrasante)	Mr= 1500 x CBR
	Mr= 4815 psi

Mr=3000 x CBR ^{0.65}
Mr= 6402 psi

Mr=4326 x ln CBR + 241
Mr= 5286 psi

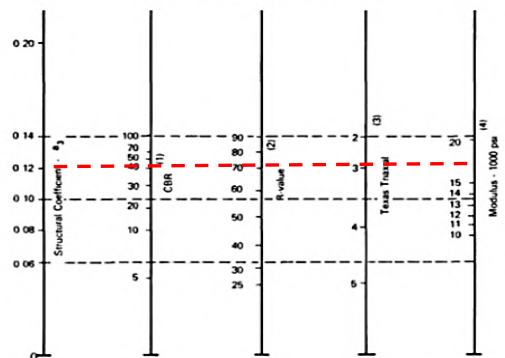
Modulo resiliente Base y Subase

Base granular



$$a_2 = 0.249 \cdot \log(E_2) - 0.977$$

Sub-base granular



$$a_3 = 0.227 \cdot \log(E_3) - 0.839$$

Mr _{Base} =	30000 psi
a ₂ =	0.138

Mr _{Subbase} =	17000 psi
a ₃ =	0.121

Calculo modulo resiliente mezcla asfaltica

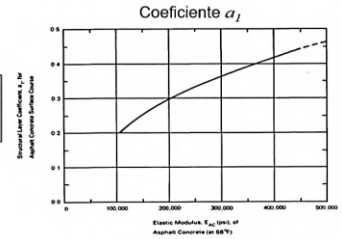
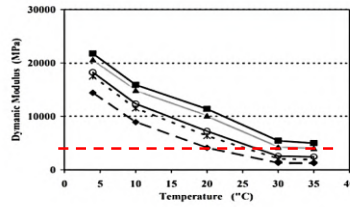
$$f = \frac{v}{2\pi} \quad T_s = (-0.0093 \cdot T_a^2 + 1.569 \cdot T_a - 1.578)(-0.084 \cdot \ln h_s + 1.55)$$

v=	30 km/h
T _a =	26.1 °C
h _s =	100 mm

f=	4.77 Hz
T _s =	38.43 °C

5.00 Hz

$M_{r_{\text{Capa Rod}}}$	4500	Mpa
$M_{r_{\text{Capa Rod}}}$	652671	psi
a_1	0.509	



$$a_1 = 0.184 \cdot \ln(E_1) - 1.9547$$

CALCULO DE LOS COEFICIENTES DE DRENAJE

Características del drenaje	Porcentaje del tiempo que la estructura del pavimento está expuesta a grados de humedad próxima a la saturación			
	Menos del 1%	1 - 5%	5 - 25%	Más del 25%
Excelente	1.40 - 1.35	1.35 - 1.30	1.30 - 1.20	1.20
Bueno	1.35 - 1.25	1.25 - 1.15	1.15 - 1.00	1.00
Regular	1.25 - 1.15	1.15 - 1.05	1.00 - 0.80	0.80
Pobre	1.15 - 1.05	1.05 - 0.80	0.80 - 0.60	0.60
Muy malo	1.05 - 0.95	0.95 - 0.75	0.75 - 0.40	0.40

Valores de m para corregir los coeficientes estructurales de bases y sub-bases granulares

Días de lluvia=	592.5
Calidad de drenaje=	Regular

% días lluvia=	162.3	%	m2=	0.8
			m3=	0.8

Calidad del drenaje	Tiempo que tarda el agua en ser evacuada
Excelente	2 horas
Bueno	1 día
Regular	1 semana
Pobre	1 mes
Muy malo	El agua no evacúa

CALCULO DEL NUMERO ESTRUCTURAL REQUERIDO POR LA CAPA ASFALTICA

$$\log(W_{18}) = Z_r \times S_0 + 9.36 \times \log(SN_i + 1) - 0.20 + \left[\frac{\log\left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}\right)}{0.40 + \left(\frac{1094}{(SN_i + 1)^{5.19}}\right)} \right] + 2.32 \times \log(M_r) - 8.07$$

W_{18}	8373305.567	dato de trafico	Z_r	-1.282
$\log(W_{18})$	6.9229		S_0	0.45
M_r	30000	base	ΔPSI	1.70

$$\text{Ecuacion} = 6.922900023 = \log(W_{18})$$

$$SN_i = 2.901$$

CALCULO DEL ESPESOR DE LA CAPA ASFALTICA.

$$h_1 = \frac{SN_1}{a_1}$$

h_1	5.70	pulg
h_1	6.00	pulg

adoptamos

h_1	4.33	pulg
h_1	4.00	pulg

Cambiar h= 110 mm
55 mm

adoptamos

h_1	15.24	cm
h_1	15.00	cm

h_1	10.16	cm
h_1	10.00	cm

$$SN'_1 = a_1 \times h_1$$

$$SN'_1 = 3.053$$

$$SN'_1 = 2.035$$

CALCULO DEL ESPESOR DE LA CAPA BASE

$$\log(W_{18}) = Z_r \times S_0 + 9.36 \times \log(SN_i + 1) - 0.20 + \left[\frac{\log\left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}\right)}{0.40 + \left(\frac{1094}{(SN_i + 1)^{5.19}}\right)} \right] + 2.32 \times \log(M_r) - 8.07$$

W_{18}	8373305.567		Z_r	-1.282
$\log(W_{18})$	6.9229		S_0	0.45
M_r	17000	subbase	ΔPSI	1.70

$$\text{Ecuacion} = 6.922900011 = \log(W_{18})$$

$$SN_2 = 3.605$$

$$h_2 = \frac{SN_2 - SN'_1}{a_2 \times m_2}$$

h_2	5.01	pulg
h_2	6.00	pulg

adoptamos

h_2	9.84	pulg
h_2	10.00	pulg

Cambiar h= 250 mm
125 mm

adoptamos

h_2	15.24	cm
h_2	15.00	cm

h_2	25.40	cm
h_2	25.00	cm

$$SN'_2 = 3.715 \text{ pulg}$$

$$SN'_2 = 4.155 \text{ pulg}$$

CALCULO DEL ESPESOR DE LA CAPA SUB-BASE

$$\log(W_{18}) = Z_r \times S_0 + 9.36 \times \log(SN_i + 1) - 0.20 + \left[\frac{\log\left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}\right)}{0.40 + \left(\frac{1094}{(SN_i + 1)^{5.19}}\right)} \right] + 2.32 \times \log(M_r) - 8.07$$

W_{18}	8373305.567		Z_r	-1.282
$\log(W_{18})$	6.9229		S_0	0.45
M_r	4815	subrasante	ΔPSI	1.70

$$\text{Ecuacion} = 6.922900361 = \log(W_{18})$$

$$SN_3 = 5.584$$

$$h_3 = \frac{SN_3 - SN'_2}{a_3 \times m_3}$$

h_3	19.27	pulg
h_3	20.00	pulg

h_3	50.8	P
h_3	51.00	cm



4.00 pulg	10.00	Cm	10
10.00 pulg	25.00	Cm	15
15.00 pulg	38.00	Cm	48
Htotal	73.00		73.00



SUBRASANTE MEJORADA CON EL 10% DE CENIZA DE RASTROJO DE MAIZ EN EL SUELO (CL)

DETERMINACION DEL NIVEL DE CONFIABILIDAD R:

Tipo de carretera	Nivel de confiabilidad R (%)	
	Urbana	Interurbana
Autopistas y carreteras importantes	85.0 - 99.9	80.0 - 99.9
Arterias principales	80.0 - 99.9	75.0 - 95.0
Colectoras	80.0 - 95.0	75.0 - 95.0
Locales	50.0 - 80.0	50.0 - 80.0

R= 90.00%

promedio

DETERMINACION DEL VALOR DE DESVIACION ESTANDAR NORMAL (Z_R):

R (%)	50	70	75	80	85	90	92	94	95	98	99.99
Z _r	0.000	-0.524	-0.674	-0.841	-1.037	-1.282	-1.405	-1.555	-1.645	-2.054	-3.750

Z_R= -1.282

DETERMINACION DEL VALOR DE LA DESVIACION ESTANDAR TOTAL (S₀):

Proyecto de pavimento	S ₀	
	Flexible	Rígido
	0.40 - 0.50	0.30 - 0.40
Construcción nueva	0.45	0.35
Sobrecapas	0.50	0.40

S₀= 0.45

INDICE DE SERVICIABILIDAD INICIAL Y FINAL PARA EL PROYECTO- PERDIDA DE SERVICIABILIDAD, Δ (PSI)

Indice de Serviciosibilidad Inicial (P₀): 4.0 a 4.2

Pavimentos Flexibles= 4.2

los valores de partida usuales son 4.2 para pavimento flexible

Indice de Serviciosibilidad Final (P_f):

Tipo de vía	Serviciabilidad final
Autopista	2.5 - 3.0
Carreteras	2.0 - 2.5

P₀=	4.20
P_f=	2.50
ΔPSI=	1.70

$$\Delta PSI = P_0 - P_f$$

Donde:
ΔPSI: Índice de servicio.
P₀: Serviciosibilidad Inicial.
P_f: Serviciosibilidad final.

Para suelos finos:

Mr = 1500 x CBR; para CBR < 7.2%

Mr = 3000 x CBR; 0.65 para CBR de 7.2 a 20%

CALCULO DE LOS MODULOS RESILIENTES

CBR_{SUBRASANTE}= 25.02

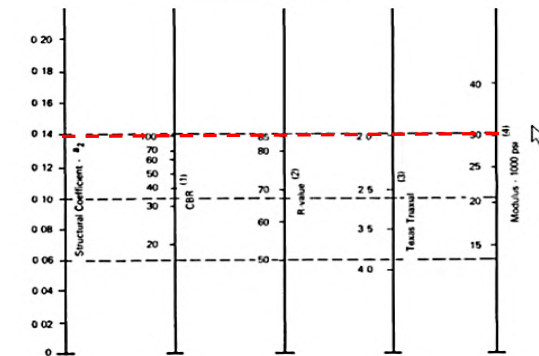
Modulo Resiliente (Subrasante)	Mr= 1500 x CBR
	Mr= 37530 psi

Mr=3000 x CBR ^{0.65}
Mr= 24322 psi

Mr=4326 x ln CBR + 241
Mr= 14169 psi

Modulo resiliente Base y Subase

Base granular

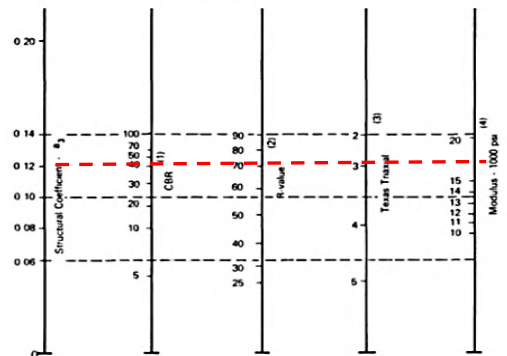


$$a_2 = 0.249 \cdot \log(E_2) - 0.977$$

Mr _{Base} =	30000 psi
a ₂ =	0.138

Mr _{Subbase} =	17000 psi
a ₃ =	0.121

Sub-base granular



$$a_3 = 0.227 \cdot \log(E_3) - 0.839$$

Calculo modulo resiliente mezcla asfaltica

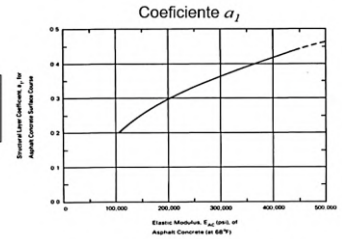
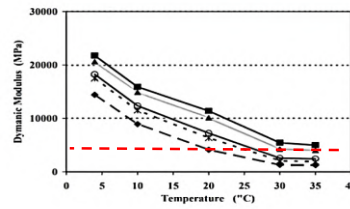
$$f = \frac{v}{2\pi} \quad T_s = (-0.0093 \cdot T_a^2 + 1.569 \cdot T_a - 1.578)(-0.084 \cdot \ln h_s + 1.55)$$

v=	30 km/h
T _a =	23 °C
h _s =	100 mm

f=	4.77 Hz
T _s =	34.42 °C

5.00 Hz

M_r Capa Rod	4500	Mpa
M_r Capa Rod	652671	psi
a_1	0.509	



$$a_1 = 0.184 \cdot \ln(E_1) - 1.9547$$

CALCULO DE LOS COEFICIENTES DE DRENAJE

Características del drenaje	Porcentaje del tiempo que la estructura del pavimento está expuesta a grados de humedad próxima a la saturación			
	Menos del 1%	1 - 5%	5 - 25%	Más del 25%
Excelente	1.40 - 1.35	1.35 - 1.30	1.30 - 1.20	1.20
Bueno	1.35 - 1.25	1.25 - 1.15	1.15 - 1.00	1.00
Regular	1.25 - 1.15	1.15 - 1.05	1.00 - 0.80	0.80
Pobre	1.15 - 1.05	1.05 - 0.80	0.80 - 0.60	0.60
Muy malo	1.05 - 0.95	0.95 - 0.75	0.75 - 0.40	0.40

Valores de m para corregir los coeficientes estructurales de bases y sub-bases granulares

Días de lluvia=	512.5
Calidad de drenaje=	Regular

% días lluvia=	140.4	%	m2=	0.8
			m3=	0.8

Calidad del drenaje	Tiempo que tarda el agua en ser evacuada
Excelente	2 horas
Bueno	1 día
Regular	1 semana
Pobre	1 mes
Muy malo	El agua no evacúa

CALCULO DEL NUMERO ESTRUCTURAL REQUERIDO POR LA CAPA ASFALTICA

$$\log(W_{18}) = Z_r \times S_0 + 9.36 \times \log(SN_i + 1) - 0.20 + \left[\frac{\log\left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}\right)}{0.40 + \left(\frac{1094}{(SN_i + 1)^{5.19}}\right)} \right] + 2.32 \times \log(M_r) - 8.07$$

W_{18} =	8373305.567	dato de trafico	Z_r =	-1.282
$\log(W_{18})$ =	6.9229		S_0 =	0.45
M_r =	30000	base	ΔPSI =	1.70

$$\text{Ecuacion} = 6.922900023 = \log(W_{18})$$

$$SN_i = 2.901$$

CALCULO DEL ESPESOR DE LA CAPA ASFALTICA.

$$h_1 = \frac{SN_1}{a_1}$$

h_1 =	5.70	pulg
h_1 =	6.00	pulg

adoptamos

h_1 =	4.33	pulg
h_1 =	4.00	pulg

Cambiar h= 110 mm
55 mm

adoptamos

h_1 =	15.24	cm
h_1 =	15.00	cm

h_1 =	10.16	cm
h_1 =	10.00	cm

$$SN'_1 = a_1 \times h_1$$

$$SN'_1 = 3.053$$

$$SN'_1 = 2.035$$

CALCULO DEL ESPESOR DE LA CAPA BASE

$$\log(W_{18}) = Z_r \times S_0 + 9.36 \times \log(SN_i + 1) - 0.20 + \left[\frac{\log\left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}\right)}{0.40 + \left(\frac{1094}{(SN_i + 1)^{5.19}}\right)} \right] + 2.32 \times \log(M_r) - 8.07$$

W_{18} =	8373305.567		Z_r =	-1.282
$\log(W_{18})$ =	6.9229		S_0 =	0.45
M_r =	17000	subbase	ΔPSI =	1.70

$$\text{Ecuacion} = 6.922900011 = \log(W_{18})$$

$$SN_i = 3.605$$

$$h_2 = \frac{SN_2 - SN'_1}{a_2 \times m_2}$$

h_2 =	5.01	pulg
h_2 =	6.00	pulg

adoptamos

h_2 =	9.84	pulg
h_2 =	10.00	pulg

Cambiar h= 250 mm
125 mm

adoptamos

h_2 =	15.24	cm
h_2 =	15.00	cm

h_2 =	25.40	cm
h_2 =	25.00	cm

$$SN'_2 = 3.715 \text{ pulg}$$

$$SN'_2 = 4.155 \text{ pulg}$$

CALCULO DEL ESPESOR DE LA CAPA SUB-BASE

$$\log(W_{18}) = Z_r \times S_0 + 9.36 \times \log(SN_i + 1) - 0.20 + \left[\frac{\log\left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}\right)}{0.40 + \left(\frac{1094}{(SN_i + 1)^{5.19}}\right)} \right] + 2.32 \times \log(M_r) - 8.07$$

W_{18} =	8373305.567		Z_r =	-1.282
$\log(W_{18})$ =	6.9229		S_0 =	0.45
M_r =	14169	subrasante	ΔPSI =	1.70

$$\text{Ecuacion} = 6.922899949 = \log(W_{18})$$

$$SN_i = 3.859$$

$$h_3 = \frac{SN_3 - SN'_2}{a_3 \times m_3}$$

h_3 =	1.49	pulg
h_3 =	2.00	pulg

h_3 =	5.08	cm
h_3 =	5.00	cm



4.00 pulg	10.00 Cm	10
10.00 pulg	25.00 Cm	10
4.00 pulg	10.00 Cm	25
Htotal	45.00	45.00



PRECIPITACION TOTAL MENSUAL (mm)

Estación: AEROPUERTO
Provincia: CERCADO
Departamento: TARIJA

Lat. S.: 21° 32' 48"
Long. W.: 64° 42' 39"
Altura: 1,849 m.s.n.m.

AÑO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	Total
1954					0.0	0.0	0.0	0.0	3.0	7.5	212.8	106.7	
1955	65.5	198.7	116.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.3	71.0	36.1	497.1
1956	186.3	192.0	17.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.1	23.2	99.9	70.1	77.5	671.1
1957	105.1	127.6	88.8	7.9	0.0	0.0	0.0	3.4	5.3	68.4	35.4	116.3	558.2
1958	187.4	83.6	93.6	5.2	0.0	0.0	3.0	0.0	9.0	67.4	64.6	109.5	623.3
1959	63.5	144.3	36.1	30.6	0.0	0.0	0.0	0.0	2.3	35.0	52.8	234.0	598.6
1960	194.0	113.2	100.2	17.6	0.0	0.0	0.0	0.0	6.6	28.8	47.2	197.5	705.1
1961	68.0	242.5	106.0	77.0	2.0	0.0	0.0	0.0	1.8	79.7	13.6	120.1	710.7
1962	86.0	135.3	52.2	41.0	0.0	0.0	0.6	0.0	0.0	22.5	67.2	127.8	532.6
1963	167.8	143.4	90.5	95.5	5.1	4.0	0.0	0.0	0.0	8.1	17.0	146.5	677.9
1964	176.4	99.4	58.3	1.0	1.0	0.0	0.0	0.0	3.5	41.6	77.7	46.3	505.2
1965	177.7	99.4	65.9	25.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12.1	10.8	115.4	506.3
1966	176.0	39.9	87.9	13.5	12.1	0.0	0.0	0.0	0.0	11.0	56.6	275.0	672.0
1967	50.0	80.9	57.9	26.1	0.0	0.0	0.0	0.1	25.8	49.9	87.2	267.7	645.6
1968	139.4	189.1	43.3	21.0	9.0	0.0	0.0	35.0	4.0	11.0	119.3	29.2	600.3
1969	48.6	219.8	18.6	13.1	0.0	0.0	0.0	0.0	19.0	19.0	135.3	157.3	630.7
1970	156.5	98.6	181.6	47.0	1.4	0.0	0.0	0.0	34.0	30.0	3.0	145.0	697.1
1971	161.7	211.9	52.5	17.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	30.0	112.0	106.6	692.7
1972	96.2	128.6	85.5	13.1	6.0	22.0	0.0	1.0	4.4	19.2	60.2	107.8	544.0
1973	150.6	88.1	161.1	29.8	27.6	0.0		2.0	0.0	17.8	17.6		
1974	104.2	170.9	87.0	78.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	24.4	18.0	191.3	674.0
1975	204.4	130.0	23.0	19.2	0.0	0.0	0.0	0.0	25.3	13.8	85.1	157.1	657.9
1976	153.4	63.9	110.3	0.0	1.0	0.0	0.0	2.9	6.3	1.0	49.5	111.8	500.1
1977	167.8	55.2	59.0	1.4	6.5	0.0	0.0	2.0	17.1	66.5	61.1	128.3	564.9
1978	141.7	115.8	49.6	58.3	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	38.6	77.2	239.1	721.3
1979	117.0	90.2	91.8	11.7	0.0	9.5	21.0	0.0	0.0	61.1	78.5	135.3	616.1
1980	145.4	95.5	133.1	13.6	10.5	0.0	0.0	3.5	0.0	45.2	24.4	69.4	540.6
1981	158.9	91.8	62.3	48.0	0.2	0.0	2.0	7.0	4.5	37.4	133.8	161.5	707.4
1982	143.4	50.0	73.0	36.1	3.5	0.0	0.0	0.0	0.2	30.3	22.3	196.1	554.9
1983	57.9	64.5	5.6	7.8	4.0	0.0	1.1	0.8	7.4	13.5	76.0	71.4	310.0
1984	144.5	134.6	146.9	1.8	0.0	0.0	0.0	20.0	0.6	41.6	65.4	121.2	676.6
1985	140.9	165.1	37.2	51.4	0.0	0.0	1.3	9.8	5.7	13.2	88.8	205.2	718.6
1986	69.2	180.3	74.3	27.6	0.0	0.0	0.0	0.0	7.7	21.4	118.4	203.0	701.9
1987	208.5	105.3	36.0	16.2	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	36.0	95.8	65.9	563.9
1988	181.6	94.4	128.0	48.5	0.4	0.8	1.4	0.0	1.9	14.8	12.2	175.3	659.3
1989	108.7	62.4	94.1	37.2	0.0	1.4	0.2	0.0	1.8	54.0	97.2	109.6	566.6
1990	150.6	116.7	38.4	5.2	0.0	0.0	0.0	1.0	2.4	8.8	94.0	111.2	528.3
1991	182.8	144.9	122.0	19.9	0.0	0.0	0.0	2.0	4.6	76.6	57.5	53.7	664.0
1992	261.1	129.8	54.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.5	28.5	79.8	63.0	623.7
1993	111.4	96.1	88.1	22.2	0.0	0.0	1.3	2.5	0.0	69.1	95.5	142.8	629.0
1996	202.5	71.1	88.4	1.2	18.2	1.0	0.0	4.4	10.6	5.2	102.8	175.0	680.4
1997	83.8	100.8	94.7	17.9	6.3	0.0	0.0	0.3	12.5		68.6	55.5	
1998	93.0	44.4	63.6	14.7	1.4	0.3	0.0	0.4	0.4	37.1	70.1	45.7	371.1
1999	87.7	108.5	212.5	11.2	3.2	1.7	0.0	0.0	52.8	78.6	19.4	76.4	652.0
2000	224.4	86.6	99.0	14.0	0.1	0.0	0.0	0.7	0.0	8.5	43.7	116.4	593.4
2001	141.2	115.1	72.2	8.7	0.0	0.1	0.0	1.2	6.4	89.5	27.7	207.7	669.8
2002	43.5	104.6	128.6	11.7	0.4	0.0	0.0	0.3	0.0	82.4	122.3	68.9	562.7
2003	140.4	35.9	95.2	0.6	1.6	0.0	0.0	0.0	1.5	33.0	66.7	156.7	531.6
2004	69.0	52.0	125.4	19.5	1.9	0.0	0.0	6.4	8.6	54.1	64.9	121.4	523.2
2005	117.2	139.6	101.7	10.5	0.0	0.0	0.2	0.3	2.6	2.9	113.3	166.8	655.1
2006	170.0	149.0	105.8	17.9	1.7	0.0	0.0	0.0	1.4	72.1	45.7	71.3	634.9
2007	182.9	71.6	77.5	6.7	0.0	0.0	0.0	0.0	34.4	72.8	70.9	133.6	650.4
2008	157.3	78.2	118.8	19.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.2	41.4	107.6	237.4	760.2
2009	111.0	66.2	90.6	29.4	0.2	0.0	0.0	0.5	11.9	3.8	81.5	125.1	520.2
2010	107.4	198.9	65.9	13.2	3.9	0.5	0.0	0.1	0.0	1.0	6.5	81.8	479.2
2011	115.7	176.5	169.3	24.3	6.7	0.0	0.0	0.0	1.9	38.1	20.4	197.7	750.6
2012	192.5	131.6	86.4	44.9	0.0	0.0	1.0	0.0	0.5	35.9	82.1	53.2	628.1
2013	178.8	102.5	10.9	2.1	0.2	2.3	0.0	7.2	0.0	21.6	45.9	69.7	441.2
2014	136.4	77.1	59.4	7.8	0.4	2.1	1.0	0.0	17.2	90.0	44.9	52.9	489.2
2015	237.0	211.2	78.8	25.1	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	40.9	50.8	113.9	758.7
2016	131.5	85.4	10.9	5.1	1.0	0.0	0.0	10.4	2.9	13.6	62.8	63.8	387.4
2017	98.7	90.6	132.6	19.7	0.0	0.0	0.0	0.0	21.4	7.0	15.6	126.4	512.0
2018	194.9	69.6	40.9	7.0	5.8	0.0	0.0	0.8	23.9	70.5	99.6	137.0	650.0
2019	126.8	116.5	58.3	68.0	1.2	0.0	18.0	0.0	0.0	50.3	62.2	63.4	564.7
2020	175.4	86.5	46.0	1.9	0.0	0.0	0.0	0.0	24.3	69.0	49.2	115.7	568.0
2021	100.6	98.6	75.5	22.1	0.0	0.0	0.1	0.0	10.3	2.6	108.8	44.2	
2022	188.2	75.8	34.4	24.5	1.1	0.0	0.0	1.8	0.5	0.6	0.8	164.7	
2023	78.5	115.2	43.0	34.4	0.1	0.1	0.0	0.3	1.9	116.6	42.5	96.0	
2024	43.7	105.1											
MEDIA	136.0	113.1	80.7	21.3	2.1	0.7	0.8	1.9	7.2	37.6	66.2	125.0	592.5



TEMPERATURA MAXIMA MEDIA (°C)

Estación: AEROPUERTO
Provincia: CERCADO
Departamento: TARIJA

Lat. S.: 21° 32' 48"
Long. W.: 64° 42' 39"
Altura: 1,849 m.s.n.m.

AÑO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	MEDIA
1962					24.3	22.8	17.0	24.0	22.7	25.7	28.6	26.8	
1963	27.3	26.1	25.0	24.2	22.8	25.0	26.4	24.1	26.4	31.3	30.0	27.7	26.4
1964	24.6	28.2	27.3	25.5	23.4	20.4	21.0	27.9	23.5	25.7	27.1	27.1	25.1
1965	26.6	27.6	23.7	21.4	24.2	24.0	23.8	24.2	26.8	27.6	28.3	27.4	25.5
1966	26.6	27.7	27.1	25.9	22.8	23.8	23.8	21.6	24.2	27.0	28.6	24.9	25.3
1967	26.3	26.8	24.3	25.4	26.7	21.0	22.8	26.6	26.7	29.5	25.8	27.4	25.8
1968	26.3	25.9	25.6	23.2	21.1	20.9	22.8	24.7	25.9	29.7	28.4	30.8	25.4
1969	29.9	28.6	29.7	28.1	26.2	24.0	24.1	23.9	29.5	26.0	28.3	26.1	27.0
1970	27.3	26.8	25.3	25.8	25.6	22.7	23.6	25.1	27.4	27.5	27.3	28.1	26.0
1971	27.9	25.8	26.4	25.5	25.1	22.7	24.1	25.6	26.7	24.6	26.9	28.1	25.8
1972	26.3	26.8	25.8	25.3	26.7	27.3	25.1	26.1	27.5	27.9	27.1	27.8	26.7
1973	29.5	29.6	26.2	27.5	23.0	25.5		22.0	25.2	27.4	26.9		
1974	28.8	27.1	26.3	23.9	26.3	24.5	25.0	25.3	26.4	25.0	29.5	27.2	26.3
1975	26.4	27.0	26.3	26.8	24.8	24.8	22.6	24.7	25.5	26.3	26.8	27.8	25.8
1976	26.9	26.1	25.4	24.9	23.3	22.6	24.7	24.2	23.2	28.8	27.7	27.9	25.5
1977	27.2	28.5	27.8	25.2	23.5	24.6	26.8	24.3	26.8	27.5	28.1	27.1	26.4
1978	27.1	26.4	26.9	23.5	24.2	23.6	26.1	22.1	25.9	28.4	27.5	25.0	25.6
1979	25.4	25.7	22.9	23.1	23.8	20.8	22.8	28.2	24.8	28.5	27.3	27.1	25.0
1980	25.6	26.8	26.5	27.6	26.1	23.2	23.8	25.0	25.9	27.2	27.5	28.4	26.1
1981	28.0	27.5	27.1	26.1	28.1	23.4	22.0	25.8	24.9	26.0	27.8	27.5	26.2
1982	26.3	26.6	25.5	24.8	25.2	26.2	27.3	27.4	27.7	28.2	28.3	27.1	26.7
1983	28.2	27.1	28.5	28.1	25.9	23.2	23.4	25.0	23.8	28.3	25.7	27.6	26.2
1984	26.2	27.6	26.5	23.3	27.9	25.7	25.4	23.0	26.8	29.3	26.4	25.6	26.1
1985	26.4	26.6	28.0	26.4	26.5	24.7	24.3	22.9	25.4	29.3	27.1	26.8	26.2
1986	27.8	25.8	25.9	27.8	27.2	26.5	24.3	26.7	25.8	26.1	28.9	26.6	26.6
1987	26.3	27.2	27.9	25.9	23.0	23.4	27.2	25.5	25.6	26.6	27.9	27.0	26.1
1988	28.1	24.5	27.1	25.0	20.6	23.0	21.8	26.7	24.9	26.8	28.1	26.8	25.3
1989	26.6	27.2	26.2	25.0	24.4	23.7	23.0	27.6	24.0	26.7	27.4	27.4	25.8
1990	27.4	26.2	28.8	29.2	26.1	23.3	20.6	25.5	25.5	29.1	29.1	27.6	26.5
1991	26.4	25.3	25.9	26.7	26.8	23.9	24.6	24.7	27.7	26.4	25.3	29.5	26.1
1992	25.9	25.8	26.2	26.2	27.0	26.1	20.7	23.5	24.4	26.7	26.1	28.1	25.6
1993	27.2	24.8	26.0	26.7	26.2	25.0	21.1	24.0	25.7	27.7	27.3	26.4	25.7
1994	26.1	26.3	25.9	26.7	26.6	25.2	23.9	25.6	27.6	28.3	27.2	28.8	26.5
1995	27.3	26.8	26.5	26.4	23.3	26.0	26.3	26.6	25.6	27.2	27.2	27.7	26.4
1996	27.1	27.8	25.6	26.0	24.0	22.0	22.8	26.2	25.2	27.6	27.5	26.5	25.7
1997	27.7	27.0	25.3	25.8	25.2	25.7	27.0	26.2	28.8		28.4	30.1	
1998	29.6	27.1	27.1	26.4	24.2	24.3	24.8	25.0	25.3	27.3	26.4	27.2	26.2
1999	26.4	27.7	26.0	23.1	22.7	22.3	23.1	25.9	28.5	24.5	24.8	26.4	25.1
2002	27.4	25.3	28.4	26.4	27.5	23.5	23.8	27.3	27.8	29.1	28.3	28.3	26.9
2003	27.7	28.3	26.0	25.7	26.0	26.3	23.3	24.4	27.2	28.4	28.9	27.7	26.7
2004	28.2	26.9	26.5	26.3	20.0	24.6	24.7	26.7	27.3	28.1	26.1	27.1	26.1
2005	27.5	25.5	26.2	24.3	27.1	25.4	22.8	26.0	22.4	26.5	27.7	27.4	25.7
2006	26.5	25.7	26.3	24.7	22.0	25.1	25.8	26.4	25.7	27.2	26.1	28.4	25.8
2007	26.2	26.8	26.9	26.3	22.2	25.9	24.0	24.0	27.3	29.2	26.1	26.4	25.9
2008	25.6	25.4	24.7	24.5	24.0	21.4	25.9	25.6	25.1	26.9	26.7	24.7	25.0
2009	25.8	26.2	25.8	25.3	24.6	23.2	22.8	26.5	25.1	29.4	31.8	27.5	26.2
2010	27.3	28.4	27.7	25.5	24.0	24.3	22.3	24.4	27.8	25.5	27.6	29.0	26.2
2011	27.2	24.6	24.7	25.2	22.8	23.8	24.4	26.2	28.7	28.0	28.8	26.8	25.9
2012	26.6	26.9	26.5	25.5	26.2	24.8	24.5	28.1	28.9	30.5	27.4	31.2	27.3
2013	27.3	26.6	25.3	27.3	26.6	25.2	26.2	24.8	27.2	27.5	28.7	29.1	26.8
2014	28.4	26.8	26.3	26.4	25.6	25.1	25.7	27.0	29.7	30.2	27.8	28.9	27.3
2015	27.3	27.4	26.8	25.3	25.4	25.7	25.4	30.1	29.2	28.7	27.6	29.5	27.4
2016	29.3	29.7	25.8	29.4	21.8	19.4	25.3	26.1	25.5	27.9	27.1	29.4	26.4
2017	29.2	27.4	27.1	24.2	26.3	26.2	25.9	28.0	27.4	28.9	28.3	28.5	27.3
2018	26.2	25.6	26.3	28.1	25.7	23.4	24.2	24.5	29.0	26.6	26.1	27.4	26.1
2019	28.6	26.5	25.9	25.4	25.3	28.0	23.9	24.6	27.8	28.2	29.6	27.4	26.8
2020	27.9	26.3	27.3	26.0	27.0	27.8	26.1	27.1	27.4	29.5	27.7	27.4	27.3
2021	26.9	25.8	24.8	24.2	24.5	23.0	24.1	26.2	28.2	28.0	26.9	26.6	
2022	27.4	26.6	26.1	26.9	22.5	25.3	28.7	25.7	24.5	26.6	28.1	27.2	
2023	27.2	25.5	27.1	25.4	25.8	24.9	26.1	29.0	30.8	29.9	30.4		
MEDIA	27.2	26.7	26.3	25.7	24.8	24.2	24.1	25.6	26.4	27.7	27.6	27.6	26.1



UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE- METODO AASHTO

DATOS DE DISEÑO

ESTUDIO DE TRAFICO

COMPOSICION DE	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPT,	OCT,	NOV,	DIC,	(TPD)SEG UN
1	862	261	194	276	167	264	477	445	256	171	172	340	324
2	507	201	223	224	171	182	287	244	151	142	170	206	226
3	883	421	335	429	311	384	632	419	300	281	308	504	434
4	17	11	21	29	13	18	26	26	22	23	27	24	21
5	46	28	26	18	16	32	22	34	21	15	24	33	26
6	35	28	34	38	32	29	36	31	36	35	14	36	32
7	132	70	117	79	65	73	91	86	74	88	96	73	87
8	104	80	93	94	86	46	55	62	66	60	76	43	72
9	69	63	68	41	42	48	40	72	44	54	62	29	53
10	42	36	31	46	22	23	45	31	37	43	36	30	35
11	20	23	23	13	13	14	20	25	11	17	26	19	19
12	137	12	25	15	16	23	42	19	15	10	16	21	29
TOTAL	2854	1234	1190	1302	954	1136	1773	1494	1033	939	1027	1358	1358

Transito Promedio Diario Anual	TPDA	1358	Veh/dia
Tasa de crecimiento	r	4.5	%
Periodo de diseño	t	20	Años
CBR de Diseño	CBR		%
CBR cantera A subbase (Sub-Base)	CBR(A)		%
CBR Cantera B (Base)	CBR(B)		%
Modulo Elastico c* Asfaltico	M.E.C. Asf		PSI
Tipo de material (Calculo de Mr)		Fino	
Zona del proyecto		Constructor	

CLASIFICACION:

- 1: Automóviles Vagonetas y Jeep.
- 2: Camiones (Hasta 2 Toneladas).
- 3: Minibuses (7 a 15 Asientos).
- 4: Microbuses Dos Ejes (16 a 21 Asientos).
- 5: Buses Medianos Dos Ejes (22 a 35 Asientos).
- 6: Buses Grandes Tres Ejes (36 Asientos o más).
- 7: Camiones Medianos Dos Ejes (Hasta 6 Toneladas).
- 8: Camiones Grandes Dos Ejes.
- 9: Camiones Grandes Tres Ejes.
- 10: Camiones Semirremolque.
- 11: Camiones Remolque.
- 12: Otros Vehiculos.

CALCULO DEL NUMERO DE EJES EQUIVALENTES

No de carriles (2 direcciones)		2		Factor direccion		0.5		Factor distribucion		1	
Tipo de vehiculo	Factor equivalente de cargas				N° Veh/dia	N° Veh/año	Factor direccion	Factor distribucion	Factor de crecimiento	Factor Camion	N° de ESAL's
1	1Tn	1Tn			324	118169	0.50	1.00	31.37	0.00075	1391.70
	0.000375412	0.000375412									
2	2Tn	2Tn			226	82368	0.50	1.00	31.37	0.00759	9810.28
	0.003796531	0.003796531									
3	7Tn	7Tn			434	158380	0.50	1.00	31.37	1.09671	2724541.36
	0.54835271	0.54835271									
4	7Tn	7Tn			21	7817	0.50	1.00	31.37	1.09671	134474.19
	0.54835271	0.54835271									
5	7Tn	11Tn			26	9581	0.50	1.00	31.37	0.82140	123446.46
	0.54835271	0.27304264									
6	7Tn	18Tn			32	11680	0.50	1.00	31.37	2.56815	470509.04
	0.54835271	2.0198004									
7	7Tn	7Tn			87	31755	0.50	1.00	31.37	1.09671	546268.71
	0.54835271	0.54835271									
8	7Tn	11Tn			72	26310	0.50	1.00	31.37	3.71129	1531639.37
	0.54835271	3.1629346									
9	7Tn	18Tn			53	19223	0.50	1.00	31.37	2.56815	774379.47
	0.54835271	2.0198004									
10	7Tn	18Tn	25Tn		35	12836	0.50	1.00	31.37	4.36759	879367.10
	0.54835271	2.0198004	1.7994375								
11	7Tn	18Tn	11Tn	11Tn	19	6813	0.50	1.00	31.37	8.89402	950521.78
	0.54835271	2.0198004	3.1629346	3.1629346							
12	7Tn	7.7Tn			29	10676	0.50	1.00	31.37	1.35525	226956.10
	0.54835271	0.806895699									
TOTAL N° de ESAL's											8373305.57

Clasificacion de trafico por ESALs

Tipos de trafico	Rango de ESALs
T1- Muy liviano	<50.000
T2- Liviano	50.000-500.000
T3-Medio	500.000-2.000.000
T4-Pesado	2.000.000-5.000.000
T5-Muy pesado	5.000.000-10.000.000
T6-Extremadamente pesado	>10.000.000

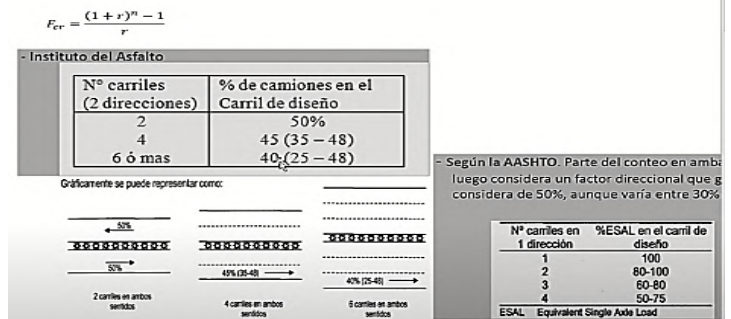
$$IC = \frac{\sum TPD_{Actual} - \sum TPD_{Anterior}}{\sum TPD_{Actual}} \cdot 100$$

Dónde:

IC=Índice de crecimiento según el tipo de vehiculo.

$\sum TPD_{Actual}$ =Suma del T.P.D.A. del año en curso o año en estudio.

$\sum TPD_{Anterior}$ =Suma del T.P.D.A. del año anterior.





UNIVERSIDAD AUTONOMA "JUAN MISAEL SARACHO"
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE- METODO AASHTO

CONVERSIÓN DE UNIDADES

1	tn	2204.62
7	tn	15432.34

INTERPOLACION

14000	=	0.36	lb
16000	=	0.623	lb
15432.34	=	Fc	

Fc	=	0.5483527
----	---	-----------

2022	2023
2554	2675

IC= 4.523364486

Carga de Eje Bruto		Factores de Carga Equivalente		
kN	lb	Ejes Simple	Ejes Tandem	Ejes Tridem
4.45	1000	0.00002		
8.9	2000	0.00018		
17.8	4000	0.00209	0.0003	
26.7	6000	0.01043	0.001	0.0003
35.6	8000	0.0343	0.003	0.001
44.5	10000	0.0877	0.007	0.002
53.4	12000	0.189	0.014	0.003
62.3	14000	0.36	0.027	0.006
71.2	16000	0.623	0.047	0.011
80	18000	1	0.077	0.017
89	20000	1.51	0.121	0.027
97.9	22000	2.18	0.18	0.04
106.8	24000	3.03	0.26	0.057
115.6	26000	4.09	0.364	0.08
124.5	28000	5.39	0.495	0.109
133.4	30000	6.97	0.638	0.145
142.3	32000	8.88	0.837	0.191
151.2	34000	11.18	1.095	0.246
160.1	36000	13.98	1.38	0.313
169	38000	17.2	1.7	0.393
178	40000	21.08	2.08	0.487
187	42000	25.64	2.51	0.597
195.7	44000	31	3	0.728
204.5	46000	37.24	3.55	0.888
213.5	48000	44.5	4.17	1.033
22.4	50000	52.88	4.86	1.22
231.3	52000	56.3	5.63	1.43
240.2	54000	64.7	6.47	1.66
249	56000	74.1	7.41	1.91
258	58000	84.5	8.45	2.2
267	60000	9.59	9.59	2.51
275.8	62000	10.84	10.84	2.85
284.5	64000	12.22	12.22	3.22
293.5	66000	13.73	13.73	3.62
302.5	68000	15.38	15.38	4.05
311.5	70000	17.19	17.19	4.52
320	72000	19.16	19.16	5.03
329	74000	21.32	21.32	5.57
338	76000	23.66	23.66	6.15
347	78000	26.22	26.22	6.78
356	80000	29	29	7.45
364.7	82000	32	32	8.2
373.6	84000	35.5	35.5	8.9
382.5	86000	38.8	38.8	9.8
391.4	88000	42.6	42.6	10.6
400.3	90000	46.8	46.8	11.6

Fuente: Apéndice D, AASHTO, Guide for Design of Pavement

Structures, Washington, D.C. 1993

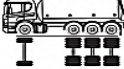
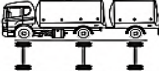
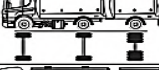
Nota: kN convertidos a lb están dentro del 0,1 % de lb mostrados.

Codigo	Tipo de vehiculo	Figura
1	Automoviles y vagonetas	
2	Camionetas (hasta 2tn)	
3	Minibuses (hasta 15 pasajeros)	
MB	Microbuses (hasta 21 pasajeros de 2 ejes)	
B2	Buses grandes (mas de 35 pasajeros de 2 ejes)	
B3	Buses grandes (mas de 35 pasajeros de 3 ejes)	
C2m	Camiones medianos (de 2,5 a 10 tn de 2 ejes)	
C2	Camiones grandes (mas de 10 tn de 2 ejes)	
C3	Camiones grandes (mas de 10 tn de 3 ejes)	
CSR	Camiones semirremolque	
CR	Camiones remolque	
12	Otros vehiculos	

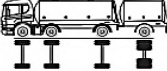
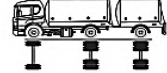
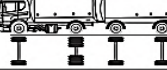
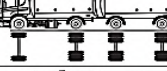
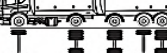
EJES	TIPOS DE CONFIGURACIONES DE EJES Y GRUPOS DE EJES VEHICULARES	PESO MÁXIMO PERMITIDO (TONELADAS)	TOLERANCIA DEL SISTEMA DE PESAJE EN LA MEDICIÓN DE EJES Y GRUPO DE EJES (TONELADAS) EXCENTA DE MULTA*
	Eje sencillo (direccional o fijo) de 2 llantas	7,00	0,35
	Eje sencillo de 2 llantas con cubierta extra ancha y suspensión neumática	7,70	0,39
	Eje tipo tridem de 4 llantas	10,00	0,50
	Eje sencillo de cuatro llantas	11,00	0,55
	Eje tipo tridem de 4 llantas con cubierta extra ancha y suspensión neumática	12,00	0,60
	Eje tipo tridem de 6 llantas	14,00	0,70
	Eje tipo tridem de 6 llantas con un eje con cubiertas extra anchas y suspensión neumática	16,00	0,80
	Eje tipo tridem de 6 llantas	17,00	0,85

	Eje tipo tridem de 8 llantas	18,00	0,90
	Eje tipo tridem de 6 llantas con cubierta extra ancha y suspensión neumática	18,00	0,90
	Eje tipo tridem de 10 llantas	21,00	1,05
	Eje tipo tridem de 10 llantas con un eje con cubiertas extra anchas y suspensión neumática	22,00	1,10
	Eje tipo tridem de 12 llantas	25,00	1,25

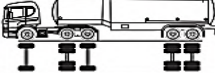
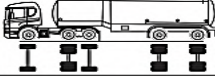
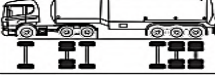
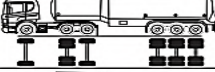
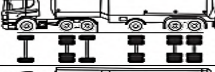
Pesos y dimensiones máximas por tipo de vehículo

Nº	Descripción gráfica de los Vehículos	Nº de ejes/ llantas	Long. max. m.	Eje delant.	Peso por eje en Ton.				Peso máx. Ton.	
					Ejes traseros					
					Eje 2	Eje 3	Eje 4	Eje 5		
7		1RS-2RD-1RS	12,20	7	21				28	
8		1RS-3RD	12,20	7	25				32	
9		2RS-2RD	12,20	10	18				28	
CAMIONES CON REMOLQUES										
10		1RS-1RS-1RS	20,50	7	7	7			21	
11		1RS-1RS-1RD	20,50	7	7	11			25	
12		1RS-1RS-1RS-1RS	20,50	7	7	7	7		28	

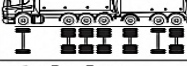
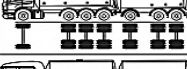
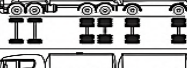
Pesos y dimensiones máximas por tipo de vehículo

Nº	Descripción gráfica de los Vehículos	Nº de ejes/llantas	Long. max. m.	Eje delant.	Peso por eje en Ton.				Peso máx. Ton.
					Ejes traseros				
					Eje 2	Eje 3	Eje 4	Eje 5	
13		1RS-1RS-1RS-1RD	20,50	7	7	7	11		32
14		1RS-1RD-1RS	20,50	7	11	7			25
15		1RS-1RD-1RD	20,50	7	11	11			29
16		1RS-1RS-1RS-1RD	20,50	7	11	7	7		32
17		1RS-1RD-1RD-1RD	20,50	7	11	11	11		40
18		1RS-1RD-1RD-1RS-1RD	20,50	7	11	11	14		43

Pesos y dimensiones máximas por tipo de vehículo

Nº	Descripción gráfica de los Vehículos	Nº de ejes/llantas	Long. max. m.	Eje delant.	Peso por eje en Ton.			
					Ejes traseros			
					Eje 2	Eje 3	Eje 4	Eje 5
43		1RS-1RD-1RS-2RD	18,00	7	14	18		
44		1RS-1RD-1RS-1RD-1RD	18,00	7	14	11	11	
45		1RS-1RD-1RS-1RS-2RD	18,00	7	14	21		
46		1RS-1RD-1RS-3RD	18,00	7	14	25		
47		1RS-1RD-1RS-1RD-2RD	18,00	7	14	11	18	
48		1RS-2RD-2RD	18,00	7	18	18		

Pesos y dimensiones máximas por tipo de vehículo

Pesos y dimensiones máximas por tipo de vehículo										
Nº	Descripción gráfica de los Vehículos	Nº de ejes/llantas	Long. máx. m.	Eje delantero	Peso por eje en Ton.				Peso máx. Ton.	
					Ejes traseros					
					Eje 2	Eje 3	Eje 4	Eje 5		
31		1RS-2RD-1RS-1RD-3RD	20,50	7	21	11	18		45	
32		1RS-3RD-1RD-1RD	20,50	7	25	11	11		45	
33		1RS-3RD-1RD-1RS-1RD	20,50	7	25	11	14		45	
34		1RS-3RD-1RD-2RD	20,50	7	25	11	18		45	
35		2RS-2RD-1RD-1RD	20,50	10	18	11	11		45	
36		2RS-3RD-1RD-1RS-1RD	20,50	10	18	11	14		45	

Pesos y dimensiones máximas por tipo de vehículo									
Nº	Descripción gráfica de los Vehículos	Nº de ejes/llantas	Long. máx. m.	Eje delant.	Peso por eje en Ton.				Peso máx. Ton.
					Eje 2	Eje 3	Eje 4	Eje 5	
25		1RS-2RD 1RD-2RD	20,50	7	18	11	18		45
26		2RS-2RD 1RD-1RS	20,50	10	18	11	7		45
27		2RS-2RD 1RD-2RS	20,50	10	18	11	10		45
28		2RS-2RD 1RS-2RD	20,50	10	18	7	18		45
29		1RS-2RD 1RS 1RD-1RD	20,50	7	21	11	11		45
30		1RS-2RD 1RS 1RD-1RS 1RD	20,50	7	21	11	14		45

Pesos y dimensiones máximas por tipo de vehículo									
Nº	Descripción gráfica de los Vehículos	Nº de ejes/llantas	Long. máx. m.	Eje delant.	Peso por eje en Ton.				Peso máx. Ton.
					Eje 2	Eje 3	Eje 4	Eje 5	
7		1RS-2RD 1RS	12,20	7	21				28
8		1RS-3RD	12,20	7	25				32
9		2RS-2RD	12,20	10	18				28
CAMIONES CON REMOLQUES									
10		1RS-1RS 1RS	20,50	7	7	7			21
11		1RS-1RS 1RD	20,50	7	7	11			25
12		1RS-1RS-1RS 1RS	20,50	7	7	7	7		28

Pesos y dimensiones máximas por tipo de vehículo									
Nº	Descripción gráfica de los Vehículos	Nº de ejes/llantas	Long. máx. m.	Eje delant.	Peso por eje en Ton.				Peso máx. Ton.
					Eje 2	Eje 3	Eje 4	Eje 5	
19		1RS-1RD 1RD-2RD	20,50	7	11	11	18		45
20		1RS-1RD 1RS 1RD-1RD	20,50	7	14	11	11		43
21		1RS-1RD 1RS 1RD-1RS 1RD	20,50	7	14	11	14		45
22		1RS-1RD 1RS 1RD-2RD	20,50	7	14	11	18		45
23		1RS-2RD 1RD-1RD	20,50	7	18	11	11		45
24		1RS-2RD 1RD-1RS 1RD	20,50	7	18	11	14		45

Pesos y dimensiones máximas por tipo de vehículo									
Nº	Descripción gráfica de los Vehículos	Nº de ejes/llantas	Long. máx. m.	Eje delant.	Peso por eje en Ton.				Peso máx. Ton.
					Eje 2	Eje 3	Eje 4	Eje 5	
37		2RS-2RD 1RD-2RD	20,50	10	18	11	18		45
TRACTOCAMIONES CON SEMIRREMOLQUE									
38		1RS-1RD 2RD	18,00	7	11	18			36
39		1RS-1RD 1RD-1RD	18,00	7	11	11	11		40
40		1RS-1RD 1RS 2RD	18,00	7	11	21			39
41		1RS-1RD 3RD	18,00	7	11	25			43
42		1RS-1RD 1RD-2RD	18,00	7	11	11	18		45

Pesos y dimensiones máximas por tipo de vehículo

Pesos y dimensiones máximas por eje de									
N°	Descripción gráfica de los Vehículos	N° de ejes/llantas	Long. máx. m.	Eje delant.	Peso por eje en Ton.				Peso máx. Ton.
					Ejes traseros				
					Eje 2	Eje 3	Eje 4	Eje 5	
55		2RS-2RD 1R3-2RD	18,00	10	18	21			45
56		2RS-2RD 3RD	18,00	10	18	25			45
57		2RS-2RD 1RD-3RD	18,00	10	18	11	18		45
OMNIBUS									
58		1RS-1RD	13,20	7	11				18
59		1RS-1RD/1RS	13,30	7	14				21

Pesos y dimensiones máximas por tipo de vehículo

N°	Descripción gráfica de los Vehículos	N° de ejes/llantas	Long. max. m.	Eje delant.	Peso por eje en Ton.				Peso máx. Ton.
					Ejes traseros				
					Eje 2	Eje 3	Eje 4	Eje 5	
49		1RS-2RD 1RD-1RD	18,00	7	18	11			45
50		1RS-2RD 1RS-2RD	18,00	7	18	21			45
51		1RS-2RD 3RD	18,00	7	18	25			45
52		1RS-2RD 1RD-2RD	18,00	7	18	11	18		45
53		2RS-2RD 2RD	18,00	10	18	18			45
54		2RS-2RD 1RD-1RD	18,00	10	18	11	11		45

Pesos y dimensiones máximas por tipo de vehículo

Nº	Descripción gráfica de los Vehículos	Nº de ejes/ llantas	Long. max. m.	Eje delant.	Peso por eje en Ton.				Peso máx. Ton.
					Ejes traseros				
					Eje 2	Eje 3	Eje 4	Eje 5	
60		1RS-2RD	13,20	7	18				25
61		2RS-1RD1RS	13,20	10	14				24
62		2RS-2RD	13,20	10	18				28

TIPOS DE CONFIGURACIONES DE EJE Y GRUPOS DE EJES VEHICULARES

PESO BRUTO MAXIMO PERMITIDO POR EJE O GRUPO DE EJES (TONELADAS)

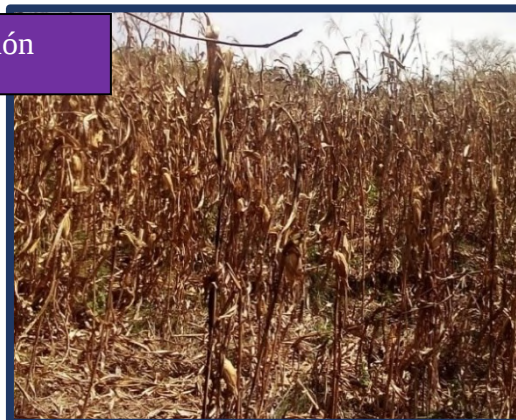
Eje sencillo (direccional o fijo) de 2 llantas	7,00
Eje sencillo de 2 llantas con cubierta extra ancha y suspensión neumática	7,70
Eje tipo tandem de 4 llantas	10,00
Eje sencillo de 4 llantas	11,00
Eje tipo tandem de 4 llantas con cubierta extra ancha y suspensión neumática	12,00
Eje tipo tandem de 6 llantas	14,00
Eje tipo tandem de 6 llantas con un eje con cubiertas extra anchas y suspensión neumática	16,00
Eje tipo tridem de 6 llantas	17,00
Eje tipo tandem de 8 llantas	18,00
Eje tipo tridem de 6 llantas con cubierta extra ancha y suspensión neumática	18,00
Eje tipo tridem de 10 llantas	21,00
Eje tipo tridem de 10 llantas con un eje con cubiertas extra anchas y suspensión neumática	22,00
Eje tipo tridem de 12 llantas	25,00

ANEXO 6

REGISTRO FOTOGRAFICO DE ENSAYOS DE
LABORATORIO

Proceso de obtención de ceniza de rastrojo de maíz

Elaboración



Quemado del
rastrojo de
maíz



Rastrojo de
maíz



Enfriamiento
de la ceniza



Tamizado por
el tamiz N4



Preparación de mezclas



Fuente: Elaboración propia

Contenido de humedad



Fuente: Elaboración propia

Analís granulométrico



Fuente: Elaboración propia

Limite liquido de los suelos



Fuente: Elaboración propia

Limite plástico



Fuente: Elaboración propia

Limites de Atterberg con la adición de ceniza de rastrojo de maíz



Fuente: Elaboración propia

Proceso del ensayo de Proctor modificado



Fuente: Elaboración propia

Determinación de la relación de soporte del suelo



Fuente: Elaboración propia

Muestras de la practica de CBR con la adición de ceniza de rastrojo de maíz



Fuente: Elaboración propia