

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN



**COMPARACIÓN DE ASENTAMIENTOS DIFERENCIALES DE LOS
SUELOS FINOS – CONSOLIDÓMETRO DIGITAL VS
CONSOLIDÓMETRO MECÁNICO**

Por:

MIRANDA LOPEZ PAUL FEDERICO

**Proyecto de ingeniería civil presentado a consideración de la
“UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO”, como
requisitos para optar el grado académico de Licenciatura en Ingeniería
Civil.**

SEMESTRE II - 2022

TARIJA – BOLIVIA

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

COMPARACIÓN DE ASENTAMIENTOS DIFERENCIALES DE LOS
SUELOS FINOS – CONSOLIDÓMETRO DIGITAL VS
CONSOLIDÓMETRO MECÁNICO

POR:

PAUL FEDERICO MIRANDA LOPEZ

SEMESTRE II – 2022

TARIJA – BOLIVIA

DEDICATORIA:

A mi hijo Ángel Sebastián Miranda Acebey por ser mi inspiración para seguir adelante sin tener que flaquear levantándome de cada caída y seguir luchando para seguir hasta el final, a mi padre Hernán que desde arriba me sigue guiando y a mi madre Norita por seguir alentando en mis estudios.

ÍNDICE
CAPÍTULO I
INTRODUCCIÓN

	Página
1.1 Antecedentes	1
1.2 Justificación.....	1
1.3 Identificación del problema.....	2
1.3.1 situación problemática	2
1.3.2 Problema	3
1.4 Objetivos	3
1.4.1 Objetivo general	3
1.4.2 Objetivos específicos	3
1.5 Hipótesis.....	4
1.6 Variables independientes y dependientes.....	4
1.7 Diseño Metodológico	4
1.7.1 Componentes.....	4
1.7.1.1 Unidad.....	4
1.7.1.2 Población.....	4
1.7.1.3 Muestra.....	4
1.7.1.4 Muestreo.....	4
1.7.2 Métodos y técnicas empleadas	4
1.7.2.1 El método de Investigación	4
1.7.2.2 Fuentes y técnicas para recolección de la información	5
1.7.2.3 Tratamiento de la información	5
1.7.2.4 Procedimiento de investigación	6

1.7.3 Procedimiento para el análisis y la interpretación de la información	6
1.8 Alcance de proyecto	8

CAPÍTULO II

ASPECTOS GENERALES SOBRE ASENTAMIENTOS DIFERENCIALES DE LOS SUELOS FINOS Y EQUIPOS CONSOLIDÓMETROS

	Página
2.1 Antecedentes históricos.....	9
2.2 Definición de asentamiento.....	10
2.2.1 Asentamiento inmediato.....	10
2.2.2 Asentamiento por consolidación	11
2.2.3 Asentamiento por compresión secundaria	11
2.3 Causas de los asentamientos	11
2.4 Asentamiento diferencial	12
2.5 Asentamiento admisible	13
2.6 Asentamiento total	14
2.7 Consolidómetro mecánico.....	15
2.8 Consolidómetro digital.....	15
2.8.1 Ahorre tiempo y asegure la precisión y repetibilidad del ensayo	17
2.8.2 Respetuoso con el medio ambiente y silencioso	17
2.8.3 Preparado para el futuro – modular y ampliable.....	17
2.8.4 Claridad en los resultados	17
2.8.5 Bajo mantenimiento y fácil instalación.....	17
2.8.6 Alto rendimiento	18
2.9 Ensayo de consolidación en laboratorio.....	18
2.10 Posibles soluciones a asentamientos diferenciales.....	22

2.10.1 Estabilización de suelos	22
2.10.2 Utilización de drenajes	23
2.10.3 Dimensionamiento de zapatas para igual asentamiento.....	23
2.10.4 Profundización de zapatas.....	23
2.10.5 Sistemás de cimentación flexibles	24
2.10.6 Rigidización del sistema de fundación.....	25

CAPÍTULO III

CRITERIOS DE RELEVAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

	Página
3.1. Criterios del estudio del suelo	27
3.1.1. Unidad de estudio o muestra	27
3.1.2. Población.....	27
3.1.3. Muestra.....	27
3.2. Descripción de los ensayos de laboratorio	28
3.2.1. Ensayo de contenido de humedad	28
3.3. Límites de atterberg.....	30
3.3.1. Límite líquido.....	30
3.3.2. Límite Plástico	32
3.4. Hidrómetro	33
3.5. Densidad absoluta y peso específico.....	36
3.6. Granulometria	39
3.7. Consolidómetro Mecánico (edometro)	44
3.8. Consolidómetro digital (edómetro) marca ACE EmS	52

CAPÍTULO IV

PROCESAMIENTO Y VALIDACIÓN DE LOS RESULTADOS

	Página
4.1. Análisis obtenidos en el ensayo de contenido de humedad	61
4.2. Límite líquido.....	63
4.3. Límite plástico.....	64
4.3.1. Índice de plasticidad.-	65
4.4. Granulometría	66
4.5. Hidrómetro	70
4.6. Densidad absoluta y peso Específico	77
4.7. Consolidómetro Mecánico (edómetro)	80
4.8. Consolidómetro digital (edómetro) MARCA ACE EmS	86
4.9. Precio general.....	94
4.8.1. Precios unitarios	95

CÁPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

	Página
5.1 Conclusiones	96
5.2 Recomendaciones.....	97

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

ANEXO I PLANILLAS DE CARACTERIZACIÓN DEL SUELO

ANEXO II CONSOLIDÓMETRO MECÁNICO Y CONSOLIDÓMETRO DIGITAL

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 2.1. Consolidómetro Mecánico.....	15
Figura 2.2. Consolidómetro digital	16
Figura 2.3. Cambio de altura del espécimen en una prueba de consolidación unidimensional.	20
Figura 2.5. Detalles de la superficie de drenaje (a) drenaje deficiente (suelo húmedo expandido) (b) drenaje eficiente (suelo seco estable).....	23
Figura 2.6. Losa flotante y detalles de diseño relacionados.....	24
Figura 2.7. Losa de cimentación reforzada tipo “waffle”	25
Figura 2.8. Casa construida sobre una plataforma rígida. esta tiende a inclinarse cuando el suelo se expande	26
Figura 2.9. Uso de zapatas corridas y aisladas con vigas de arriostre (contratrabe) para mejorar la rigidez de un sistema de cimentación aislado	26
Figura 3.1. Ubicación del suelo para el estudio	28
Figura 3.2. Muestra Tamizada para el ensayo	29
Figura 3.3. Muestras en sus respectivas taras	29
Figura 3.4. Equipo de casa grande para ensayo de límite líquido.....	31
Figura 3.5. Placa de vidrio para ensayo de límite plástico y Taras con las muestras del ensayo.....	32
Figura 3.6. Ensayo del hidrometro.....	34
Figura 3.8. Ensayo de Densidad Absoluta	37
Figura 3.9. Ensayo de Calibración del Frasco Volumetrico	37
Figura 3.10. Proceso del Ensayo de Granulometría Método de Lavado.....	41
Figura 3.11. Tamizado	42

Figura 3.12. Consolidómetro Mecánico (Edómetro)	45
Figura 3.13. Partes del Consolidómetro Mecánico	46
Figura 3.14. Anillo para sacar muestras.....	47
Figura 3.15. Muestras con papel fill para evitar que pierda humedad	47
Figura 3.16. Partes del Consolidómetro digital.....	52
Figura 3.17. Panel principal	53
Figura 3.18. Panel para los datos de la muestra	54
Figura 3.19. Panel para programar presión y tiempo para la prueba	54
Figura 3.20. Panel de tiempo para marcado de punto para Gráfica	56
Figura 3.21. Panel de Inicio de la Prueba	57
Figura 4.2. Ensayo de Hidrometro	73
Figura 4.4. Partes del Consolidómetro Mecánico (edómetro)	81
Figura 4.5. Equipo de Consolidómetro	81
Figura 4.7. Muestras con fill para evitar pérdida de humedad.....	82
Figura 4.6. Anillo de acero para muestra	82
Figura 4.8. Consolidómetro Mecánico.....	82
Figura 4.9. Consolidómetro Digital	87
Figura 4.10. Partes del Consolidómetro Digital.....	87
Figura 4.11. Panel Digital del Consolidómetro.....	87

ÍNDICE DE GRÁFICAS

	Página
Gráfico 2.1. Tiempo-deformación durante la consolidación.	19
Gráfico 2.4. Gráfica típica de e versus $\log \sigma'$	21
Gráfica 3.1. Ensayo de límite líquido	32
Gráfica 3.2. Ensayo del hidrometro	36
Gráfica 3.4. Calibracion del Frasco Volumetrico	38
Gráfica 3.5. Ensayo de Granulometria Muestra No 1	43
Gráfica 3.6. Ensayo de Granulometria Muestra No 2.....	44
Gráfica 3.6. Curva de Consolidación con carga de 2kg de la muestra No 1.....	50
Gráfica 3.7. Curva de Consolidación con carga de 4kg de la muestra No 1.....	50
Gráfica 3.8. Curva de Consolidación con carga de 8kg de la muestra No 1.....	51
Gráfica 3.9. Curva de Consolidación con carga de 10kg de la muestra No 1.....	51
Gráfica 3.8. Consolidación – Tiempo vs Asentamiento	60
Gráfica 4.1. Límite Líquido	64
Gráfica 4.2. Curva Granulométrica.....	68
Gráfica 4.3. Curva Granulométrica de la muestra No 2.....	69
Gráfica 4.4. Curva Granulométrica.....	77
Gráfica 4.5 Calibración del Frasco Volumétrico	79
Gráfica 4.6. Curva de Consolidación con carga de 2kg de la muestra No 1.....	84
Gráfica 4.7. Curva de Consolidación con carga de 4kg de la muestra No 1.....	85
Gráfica 4.8. Curva de Consolidación con carga de 8kg de la muestra No 1.....	85
Gráfica 4.9. Curva de Consolidación con carga de 10kg de la muestra No 1.....	86
Gráfica 4.10. del Consolidómetro Mecánico	88
Gráfica 4.11. del consolodometro digital.....	88

ÍNDICE DE TABLAS

	Página
Tabla 2.1. Valores límites de asentamientos.....	12
Tabla 2.2. Asentamiento total admisible.....	14
Tabla 3.1. Ensayo de contenido de humedad.....	30
Tabla 3.2. Ensayo de límite líquido	31
Tabla 3.3. Ensayo de límite plástico	33
Tabla 3.4. Ensayo del hidrómetro	35
Tabla 3.5. Calibracion del Frasco Volumetrico	38
Tabla 3.6. Ensayo del Peso Específico.....	39
Tabla 3.7. Ensayo de Granulometria Muestra No 1	42
Tabla 3.8. Ensayo de Granulometria Muestra No 2.....	43
Tabla 3.9. Datos de la muestra y mediciones de tiempo y deformación.....	48
Tabla 3.10. Mediciones transformación al Método Taylor.....	49
Tabla 3.11. Datos de Presion y Consolidación	58
Tabla 4.1. Contenido de Humedad.....	62
Tabla 4.2. Límite Líquido	63
Tabla 4.3. Límite Plástico	65
Tabla 4.4. Granulometria de la muestra No 1	68
Tabla 4.5. Granulometria de la muestra No 2	69
Tabla 4.6. Tablas para ensayo de Hidrometro.....	74
Tabla 4.7. Tabla para el ensayo del Hidrometro	75
Tabla 4.8. Hidrómetro	76
Tabla 4.9. Calibracion de Frasco Volumetrico	79
Tabla 4.10. Peso Específico	80

Tabla 4.11. Datos del ensayo de Consolidación	83
Tabla 4.12. Consolidómetro – Método Taylor.....	84
Tabla 4.13. Consolidómetro Mecánico	89
Tabla 4.14. Presiones Utilizadas en los Consolidómetros	89
Tabla 4.15. Consolidómetro Digital.....	90
Tabla comparativa de resultados.....	93