

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



**“APLICACIÓN DE SOFTWARE PROGRAMADO EN JAVA
PARA LA GESTIÓN DEL LABORATORIO DE SUELOS”**

Por:

LUIS MARCELO JEREZ VELÁSQUEZ

Tesis presentada a consideración de la "UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO", como requisito para optar el grado académico de Licenciatura en Ingeniería Civil.

Noviembre de 2012

TARIJA - BOLIVIA

V° B°

Ing. MSc. Luis Alberto Yurquina Flores
DECANO
FACULTAD DE CIENCIAS Y
TECNOLOGÍA

Lic. MSc. Gustavo Succi A.
VICEDECANO
FACULTAD DE CIENCIAS Y
TECNOLOGÍA

APROBADO POR:

Tribunal:

Ing. Luis Alberto Yurquina Flores.

Ing. Marcelo Céspedes Machicao.

Ing. Moisés Eduardo Díaz Ayarde

El tribunal calificador del presente proyecto no se solidariza con la forma, términos, modos y expresiones vertidas en la misma, siendo esta únicamente responsabilidad de la autor.

Dedicatorias

A mis padres Bernardo y Aydeé
por su amor, confianza y apoyo
incondicional.

A mi abuela Victoria por el
ejemplo de vida.

A todos mis queridos familiares
y amigos.

Agradecimientos

A Dios por darme fortaleza para seguir adelante en mis metas trazadas.

A los docentes que me orientaron durante el desarrollo de este trabajo.

A todos los docentes que contribuyeron en mi formación profesional a lo largo de estos años.

Al personal del laboratorio de suelos de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho, gestiones 2011 y 2012.

Pensamiento:

“No pienses lo que tu país puede hacer por ti, piensa lo que tú puedes hacer por tu país”.

- J.F.K.

INDICE

Advertencia
Dedicatoria
Agradecimiento
Pensamiento
Resumen

Página

INTRODUCCIÓN **¡Error! Marcador no definido.**

1) Resumen ejecutivo **¡Error! Marcador no definido.**

2) Contextualización..... **¡Error! Marcador no definido.**

3) Antecedentes **¡Error! Marcador no definido.**

4) Identificación y descripción del problema **¡Error! Marcador no definido.**

5) Hipótesis..... **¡Error! Marcador no definido.**

6) Objetivos **¡Error! Marcador no definido.**

a. Objetivo General..... **¡Error! Marcador no definido.**

b. Objetivos Específicos **¡Error! Marcador no definido.**

7) Justificación..... **¡Error! Marcador no definido.**

8) Alcance..... **¡Error! Marcador no definido.**

9) Metodología **¡Error! Marcador no definido.**

10) Cronograma **¡Error! Marcador no definido.**

CAPÍTULO I FUNDEMANO TEÓRICO

1. Fundamento teórico **¡Error! Marcador no definido.**

1.1. Conceptos Básicos de Suelos y Modelos Matemáticos **¡Error! Marcador no definido.**

1.1.1. Introducción **¡Error! Marcador no definido.**

1.1.1.1. Conceptos Generales de Mecánica de Suelos..... **¡Error! Marcador no
definido.**

1.1.2. Ensayos Geotécnicos **¡Error! Marcador no definido.**

1.1.3. Modelos matemáticos **¡Error! Marcador no definido.**

1.1.3.1. Introducción **¡Error! Marcador no definido.**

1.1.3.2. Regresión o Ajuste de curvas **¡Error! Marcador no definido.**

1.1.3.2.1. Modelización Empírica..... **¡Error! Marcador no definido.**

- 1.1.3.2.2. Ajuste de la Ecuación Lineal **¡Error! Marcador no definido.**
- 1.1.3.2.3. Ajuste de la Función Logarítmica **¡Error! Marcador no definido.**
- 1.1.3.2.4. Ajuste de la Función Potencia **¡Error! Marcador no definido.**
- 1.1.3.2.5. Ajuste de Polinomios de grado superior **¡Error! Marcador no definido.**
- 1.1.3.3. Interpolaciones lineales **¡Error! Marcador no definido.**
- 1.1.3.3.1. Interpolación lineal de una variable independiente. ... **¡Error! Marcador no definido.**

CAPÍTULO II METODOLOGÍAS

- 2. Metodologías..... **¡Error! Marcador no definido.**
- 2.1. Plan de desarrollo de Software **¡Error! Marcador no definido.**
- 2.1.1. Introducción..... **¡Error! Marcador no definido.**
- 2.1.1.1. Resumen **¡Error! Marcador no definido.**
- 2.1.2. Vista General del Proyecto **¡Error! Marcador no definido.**
- 2.1.2.1. Suposiciones y Restricciones..... **¡Error! Marcador no definido.**
- 2.1.2.2. Entregables del Proyecto **¡Error! Marcador no definido.**
- 2.1.3. Gestión del Proceso **¡Error! Marcador no definido.**
- 2.1.3.1. Plan de Proyecto **¡Error! Marcador no definido.**
- 2.1.3.2. Plan de Fases..... **¡Error! Marcador no definido.**
- 2.1.3.3. Calendario del proyecto..... **¡Error! Marcador no definido.**
- 2.1.4. Seguimiento y Control del Proyecto..... **¡Error! Marcador no definido.**
- 2.1.4.1. Gestión de Requisitos **¡Error! Marcador no definido.**
- 2.1.4.2. Referencias **¡Error! Marcador no definido.**
- 2.1.5. Modelo de Caso de Uso del Negocio..... **¡Error! Marcador no definido.**
- 2.1.5.1. Introducción..... **¡Error! Marcador no definido.**
- 2.1.5.2. Descripción Textual de cada uno de los Procesos del Negocio..... **¡Error! Marcador no definido.**
- 2.1.5.3. Descripción de Actores del negocio **¡Error! Marcador no definido.**
- 2.1.5.4. Diagrama de Casos de Uso del Negocio **¡Error! Marcador no definido.**
- 2.1.6. Modelos de Casos de Uso..... **¡Error! Marcador no definido.**

2.1.6.1.	Introducción.....	¡Error! Marcador no definido.	Página
2.1.6.2.	Diagramas de Casos de Uso	¡Error! Marcador no definido.	
2.1.6.2.1.	Diagrama Caso de Uso General del Sistema	¡Error! Marcador no definido.	
2.1.6.2.2.	Diagrama Caso de Uso Gestionar Usuarios.....	¡Error! Marcador no definido.	
2.1.6.2.4.	Diagrama Caso de Uso Gestionar Personal	¡Error! Marcador no definido.	
2.1.6.2.5.	Diagrama Caso de Uso Gestionar Solicitantes	¡Error! Marcador no definido.	
2.1.6.2.6.	Diagrama Caso de Uso Gestión Académica.....	¡Error! Marcador no definido.	
2.1.6.3.	Modelo de Datos	¡Error! Marcador no definido.	
2.1.6.4.	Modelo Entidad Relación	¡Error! Marcador no definido.	
2.1.6.5.	Descripción de Atributos de las Tablas .	¡Error! Marcador no definido.	
2.1.7.	Planes y Guías de aplicación	¡Error! Marcador no definido.	
2.1.7.1.	Introducción.....	¡Error! Marcador no definido.	
2.1.7.2.	Lenguaje de programación	¡Error! Marcador no definido.	
2.1.7.3.	Herramienta de Análisis de software.....	¡Error! Marcador no definido.	
2.1.7.4.	Herramienta CASE de construcción de software. .	¡Error! Marcador no definido.	
2.1.7.5.	Base de datos	¡Error! Marcador no definido.	
2.1.7.6.	Herramienta Case para la elaboración de reportes	¡Error! Marcador no definido.	
2.1.7.7.	Otras herramientas utilizadas para elaboración del proyecto.	¡Error! Marcador no definido.	
3.	ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	¡Error! Marcador no definido.	
3.1.	Aplicación Práctica	¡Error! Marcador no definido.	
3.1.1.	Introducción.....	¡Error! Marcador no definido.	
3.1.2.	Programación de Ensayos Geotécnicos.	¡Error! Marcador no definido.	

- 3.1.2.1. Ensayo de determinación del contenido de humedad. **¡Error! Marcador no definido.**
 - 3.1.2.2. Ensayo de Granulometría por el método mecánico o tamices.....**¡Error! Marcador no definido.**
 - 3.1.2.3. Ensayo de Granulometría por el método del Hidrómetro.....**¡Error! Marcador no definido.**
 - 3.1.2.4. Ensayo de Límites de Atterberg **¡Error! Marcador no definido.**
 - 3.1.2.5. Ensayo de Clasificación de suelos (Método S.U.C.S, A.A.S.H.T.O.) **¡Error! Marcador no definido.**
 - 3.1.2.6. Ensayo de gravedad específica de los sólidos del suelo (Peso específico) **¡Error! Marcador no definido.**
- Página**
- 3.1.2.7. Ensayo de relaciones humedad – densidad ó compactación (T-99, T-180) **¡Error! Marcador no definido.**
 - 3.1.2.8. Ensayo de determinación de la densidad de suelo (IN - SITU)....**¡Error! Marcador no definido.**
 - 3.1.2.9. Ensayo de determinación de la densidad relativa.. **¡Error! Marcador no definido.**
 - 3.1.2.10. Ensayo de cono holandés..... **¡Error! Marcador no definido.**
 - 3.1.2.11. Ensayo de penetración estándar ó SPT .. **¡Error! Marcador no definido.**
 - 3.1.2.12. Ensayo de la relación de soporte o de California o CBR **¡Error! Marcador no definido.**
 - 3.1.2.13. Ensayo de compresión no confinada .. **¡Error! Marcador no definido.**
 - 3.1.3. Comprobación de caja negra..... **¡Error! Marcador no definido.**
 - 3.1.3.1. Comprobación de resultados de los ensayos programados aplicando caja negra **¡Error! Marcador no definido.**
 - 3.1.3.1.1. Datos de ensayos a introducir en el sistema. **¡Error! Marcador no definido.**
 - 3.1.3.1.2. Análisis de resultados obtenidos..... **¡Error! Marcador no definido.**
 - 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES **¡Error! Marcador no definido.**
 - 4.1. Conclusiones **¡Error! Marcador no definido.**

4.2. Recomendaciones	¡Error! Marcador no definido.
BIBLIOGRAFÍA	¡Error! Marcador no definido.
ANEXOS	

INDICE DE TABLAS

	Página
Tabla 1 Tabla de cronograma de actividades para la elaboración del presente proyecto.	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 2 Cuadro de iteraciones de las fases RUP del proyecto..	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 3 Cuadro de hitos del fin de fases del proyecto.	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 4 Calendario de fechas de los artefactos del proyecto. ...	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 5 Valores de la gráfica B de “Arcilla orgánica” ensayo de S.P.T.....	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 6 Datos de ingreso del ensayo de compresión no confinada.	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 7 Datos de ingreso del ensayo de compresión no confinada.	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 8 Datos del ensayo de Granulometría.	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 9 Datos de del ensayo de límite líquido.	¡Error! Marcador no definido.

- Tabla 10 Datos de ingreso del ensayo de límite plástico. **¡Error! Marcador no definido.**
- Tabla 11 Datos de ingreso del ensayo de humedad natural. **¡Error! Marcador no definido.**
- Tabla 12 Resultado de la clasificación de suelos en EXCEL. ... **¡Error! Marcador no definido.**
- Tabla 13 Datos de ingreso del ensayo de compresión no confinada. **¡Error! Marcador no definido.**
- Tabla 14 Datos de ingreso del ensayo C.B.R. del contenido de unidad y peso unitario
..... **¡Error! Marcador no definido.**
- Tabla 15 Resultados del contenido de humedad y peso unitario de C.B.R. en Excel.
..... **¡Error! Marcador no definido.**
- Tabla 16 Resultado del contenido de humedad y peso unitario de C.B.R. en el sistema
SIGELABS. **¡Error! Marcador no definido.**
- Tabla 17 Datos de ingreso del ensayo C.B.R. expansión. **¡Error! Marcador no definido.**
- Tabla 18 Resultados del contenido de expansión de C.B.R. en Excel..... **¡Error! Marcador no definido.**
- Tabla 19 Resultados del contenido de expansión de C.B.R. del sistema SIGELABS.
..... **¡Error! Marcador no definido.**
- Tabla 20 Datos de ingreso del ensayo C.B.R. de penetración. .. **¡Error! Marcador no definido.**
- Tabla 21 Resultados del contenido de penetración de C.B.R. de EXCEL **¡Error! Marcador no definido.**
- Tabla 22 Resultados del contenido de penetración de C.B.R. del sistema SIGELABS
..... **¡Error! Marcador no definido.**
- Tabla 23 Datos de ingreso del ensayo de compresión no confinada. **¡Error! Marcador no definido.**
- Tabla 24 Tabla de tiempos de la prueba de búsqueda. **¡Error! Marcador no definido.**

INDICE DE FIGURAS

- Figura 1. Diagrama de los servicios que presta el Laboratorio de Suelos de la U.A.J.M.S; **Error! Marcador no definido.**
- Figura 2. Cómo interpretar los datos en un experimento.; **Error! Marcador no definido.**
- Figura 3. Modelos empíricos habituales.; **Error! Marcador no definido.**
- Figura 4. Linealidad de una ecuación.; **Error! Marcador no definido.**
- Figura 5. Comparación cualitativa entre la forma de los datos y el tipo de curva a ajustar.....; **Error! Marcador no definido.**
- Figura 6. Ajuste de ecuaciones a datos.; **Error! Marcador no definido.**
- Figura 7. Criterios de ajuste.; **Error! Marcador no definido.**
- Figura 8. Regresión lineal y no lineal por mínimos cuadrados..; **Error! Marcador no definido.**
- Figura 9. Bondad de un ajuste en regresión lineal.; **Error! Marcador no definido.**
- Figura 10. Representación gráfica de una interpolación lineal..; **Error! Marcador no definido.**
- Figura 11. Iteraciones RUP; **Error! Marcador no definido.**
- Figura 12. Diagrama de casos de uso del negocio.; **Error! Marcador no definido.**
- Figura 13. Diagrama de casos de uso General del Sistema.; **Error! Marcador no definido.**
- Figura 14. Diagrama de casos de uso Gestionar Usuarios.; **Error! Marcador no definido.**
- Figura 15. Diagrama de casos de uso Gestionar Equipo y Herramienta.....; **Error! Marcador no definido.**
- Figura 16. Diagrama de casos de uso Gestionar Personal.; **Error! Marcador no definido.**
- Figura 17. Diagrama de casos de uso Gestionar Solicitantes.....; **Error! Marcador no definido.**
- Figura 18. Diagrama de casos de uso Gestión Académica.; **Error! Marcador no definido.**
- Figura 19. Logotipo del lenguaje de programación java; **Error! Marcador no definido.**
- Figura 20. Logotipo de Visual Paradigm; **Error! Marcador no definido.**
- Figura 21. Logotipo de ECLIPSE; **Error! Marcador no definido.**
- Figura 22. Logotipo de MySQL y su herramienta Workbench .; **Error! Marcador no definido.**
- Figura 23. Logotipo de iReport.....; **Error! Marcador no definido.**
- Figura 24. Diseño de distribución Solicitante - Proyecto – Puntos - Ensayos..; **Error! Marcador no definido.**

- Figura 25. Selección de Solicitante – Proyecto - Identificación. **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 26. Modelo de presentación de resultados de ensayos. ... **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 27. Ingreso de datos del ensayo de determinación del contenido de humedad.
..... **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 28. Tabla de resultados del cálculo del ensayo de contenido de humedad de un suelo. **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 29. Introducción de datos del ensayo de Granulometría. **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 30. Introducción de datos de pesos retenidos en tamices. ... **¡Error! Marcador no definido.**

Página

- Figura 31. Gráfica del planteamiento de interpolación logarítmica para la curva granulométrica. **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 32. Curva granulométrica sin d60, d30 y d10. **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 33. Curva granulométrica con d60, d30, d10, Cu y Cc. . **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 34. Entrada de datos iniciales del ensayo de hidrómetro..... **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 35. Entrada de datos iniciales del ensayo de hidrómetro..... **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 36. Gráfica de peso específico vs coeficiente “a” **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 37. Gráfica de ajuste de curva lineal..... **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 38. Gráfica de ajuste de curva logarítmica **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 39. Gráfica de ajuste de curva polinómica de orden 2..... **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 40. Gráfica de ajuste de curva polinómica de orden 3..... **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 41. Gráfica de ajuste de curva polinómica de orden 4.... **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 42. Gráfica de Profundidad efectiva en función a lectura original del .. **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 43. Gráfica de ajuste de curva lineal..... **¡Error! Marcador no definido.**

- Figura 44. Gráfica del coeficiente de corrección de temperatura ... **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 45. Gráfica de ajuste de curva polinómica de orden 2.... **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 46. Gráfica de ajuste de curva polinómica de orden 3.... **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 47. Gráfica de ajuste de curva polinómica de orden 4.... **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 48. Gráfica de ajuste de curva polinómica de orden 5.... **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 49. Gráfica de ajuste de curva polinómica de orden 5.... **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 50. Gráfica de la curva granulométrica resultado de los cálculos del ensayo de Hidrómetro..... **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 51. Diseño de ingreso de datos del ensayo de límite líquido..... **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 52. Diseño de ingreso de casos especiales para el ensayo de límites de Atterberg. **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 53. Tabla de resultados del ensayo de límite líquido..... **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 54. Gráfica resultante del ensayo de límite líquido. **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 55. Ingreso de datos de límite plástico..... **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 56. Diagramas de flujo para determinar los valores de “a” y “b” **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 57. Diagramas de flujo para determinar los valores de “c” y “d” **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 58. Selección de granulometría y límites de Atterberg para el ensayo de clasificación de suelos. **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 59. Ingreso de datos de granulometría y límites de Atterberg para el ensayo de clasificación de suelos. **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 60. Resultados de la clasificación de suelos por los métodos S.U.C.S y A.A.S.H.T.O. **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 61. Ingreso de datos para el ensayo de peso específico.. **¡Error! Marcador no definido.**
- Página
- Figura 62. Clasificación del suelo por su peso específico. **¡Error! Marcador no definido.**

- Figura 63. Ingreso de datos estandarizados para el ensayo de compactación T-99, T-180. **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 64. Ingreso de datos para el ensayo de compactación T-99, T-180..... **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 65. Tabla de cálculos del ensayo de compactación T-99, T-180..... **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 66. Resultados finales desplegados del ensayo de compactación T-99, T-180. **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 67. Resultados finales desplegados del ensayo de compactación T-99, T-180. **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 68. Ingreso de datos de calibración de aparato para el ensayo de densidad in-situ..... **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 69. Tabla de resultados del ensayo de densidad in-situ. **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 70. Ingreso de datos del ensayo de densidad relativa. **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 71. Tabla de resultados del ensayo de densidad relativa. **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 72. Ingreso de datos estandarizados del equipo para el ensayo de cono holandés. **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 73. Ingreso de datos del ensayo de cono holandés. **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 74. Tabla de resultado del ensayo de cono holandés. **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 75. Ingreso de datos estandarizados del ensayo de SPT. **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 76. Ingreso de datos del ensayo de SPT. **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 77. Selección de curva según clasificación S.U.C.S. ensayo S.P.T..... **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 78. Selección de curva según clasificación A.A.S.H.T.O. ensayo S.P.T. **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 79. Ingreso de datos externos del ensayo de C.B.R..... **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 80. Ingreso de datos del ensayo de C.B.R. para determinar el contenido de humedad y peso unitario de muestra seca de los 3 moldes..... **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 81. Resultados del ensayo de C.B.R. del contenido de humedad y peso unitario **¡Error! Marcador no definido.**

- Figura 82. Ingreso de datos del ensayo de C.B.R. para determinar la expansión en los moldes durante los 4 días que dura el ensayo **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 83. Tabla de resultados del ensayo de C.B.R. sobre expansión **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 84. Tabla de resultados del ensayo de C.B.R. sobre expansión **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 85. Ingreso de datos del ensayo de C.B.R. **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 86. Tabla de resultados de penetración del ensayo de C.B.R. **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 87. Resultados del ensayo de C.B.R. **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 88. Gráfica resultado de carga – penetración del ensayo de C.B.R. **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 89. Gráfica resultado de C.B.R. – peso unitario del ensayo de C.B.R. . **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 90. Gráfica tabla de cálculos del ensayo de compresión no confinada.
 **¡Error! Marcador no definido.**
 Página
- Figura 91. Gráfica tabla de resultados del ensayo de compresión no confinada.
 **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 92. Esquema gráfico de caja negra. **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 93. Gráfica de resultados del ensayo de granulometría exportada del EXCEL.
 **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 94. Gráfica de resultados del ensayo de granulometría exportada del sistema SIGELABS A.S.T.M. **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 95. Gráfica de resultados de límite plástico exportada del EXCEL. **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 96. Gráfico de resultados de límite líquido del sistema SIGELABS..... **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 97. Gráfica de resultados de límite plástico exportada del EXCEL. **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 98. Gráfica de resultados de límite plástico exportada del EXCEL. **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 99. Gráfica de resultados de humedad natural generada en EXCEL.... **¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 100. Gráfica de resultados de humedad natural generados por el sistema SIGELABS. **¡Error! Marcador no definido.**

- Figura 101. Gráfica de resultados de clasificación de suelos por el sistema SIGELABS.; **Error! Marcador no definido.**
- Figura 102. Gráfica de resultados del ensayo de T-99 en EXCEL.; **Error! Marcador no definido.**
- Figura 103. Gráfica de resultados del ensayo de T-99 generados por el sistema SIGELABS.; **Error! Marcador no definido.**
- Figura 104. Gráfica de CURVA-PENETRACIÓN de EXCEL.; **Error! Marcador no definido.**
- Figura 105. Gráfica de CBR-PESO UNITARIO de EXCEL. ...; **Error! Marcador no definido.**
- Figura 106. Gráfica de CURVA-PENETRACIÓN del sistema SIGELABS. .; **Error! Marcador no definido.**
- Figura 107. Gráfica de CBR-PESO UNITARIO de EXCEL. ..; **Error! Marcador no definido.**
- Figura 108. Gráfica de los porcentajes de errores manuales en los distintos ensayos que se presentan en las planillas de EXCEL.....; **Error! Marcador no definido.**
- Figura 109. Gráfica de la gestión de reportes del sistema SIGELABS.; **Error! Marcador no definido.**
- Figura 110. Gráfica de la gestión de reportes del sistema SIGELABS.; **Error! Marcador no definido.**
- Figura 111. Gráfica de introducción de datos en la gestión académica en el sistema SIGELABS.; **Error! Marcador no definido.**
- Figura 112. Gráfica de préstamo de equipo al grupo 1 del laboratorio de hormigón, ensayo de finura del cemento en el sistema SIGELABS.....; **Error! Marcador no definido.**
- Figura 113. Gráfica de préstamo y multa de equipo al grupo 1 del laboratorio de hormigón, ensayo de finura del cemento en el sistema SIGELABS.; **Error! Marcador no definido.**
- Figura 114. Gráfica de pago de carátulas del grupo 1 del laboratorio de hormigón, ensayo de finura del cemento en el sistema SIGELABS.....; **Error! Marcador no definido.**
- Figura 115. Gráfica de reporte de deudores de carátulas generado por el sistema SIGELABS.; **Error! Marcador no definido.**

Página

- Figura 116. Gráfica de reporte de préstamo de equipo generado por el sistema SIGELABS (Hoja 1).....; **Error! Marcador no definido.**

- Figura 117. Gráfica de reporte de préstamo de equipo generado por el sistema SIGELABS (Hoja 2).....**¡Error! Marcador no definido.**
- Figura 118. Gráfica de reporte de deudores de préstamo de equipo generado por el sistema SIGELABS.**¡Error! Marcador no definido.**