

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI**

**FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E INGENIERÍA CIVIL**

**CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**“SOFTWARE TJDSUELO VERSIÓN 1.0 PARA LA  
OPTIMIZACIÓN DE LOS ENSAYOS ESTÁNDAR DE  
MECÁNICA DE SUELOS, EN LA PROVINCIA DE  
CORONEL PORTILLO, 2018”**

**TESIS PARA OPTAR TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO CIVIL**

**ERNESTO TEJADA GONZALES**

**PUCALLPA – PERÚ**

**2021**



“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

**INFORME No 001 – 2021 – EALV – ASESOR DE TESIS – EPIS-FISeIC-UNU**

PARA : ING. Mg. DIANA MARGARITA DIAZ ESTRADA.  
PRESIDENTE DE LA COMISION DE GRADOS Y TITULOS DE LA FISeIC

ASUNTO : INFORME DE ASESORIA DE TESIS

REFERENCIA : RESOLUCION DE COMITÉ DE PLANEAMIENTO No 696 /2019–CP- FIS e IC -UNU

FECHA : Pucallpa 30 de junio del 2021

Por el presente informo a usted que luego de revisar el informe Final de Tesis: “SOFTWARE TJDSUELO VERSIÓN 1.0 PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LOS ENSAYOS ESTÁNDAR DE MECÁNICA DE SUELOS, EN LA PROVINCIA DE CORONEL PORTILLO, 2018”, elaborado por el bachiller TEJADA GONZALES ERNESTO, de conformidad con el Reglamento General de Grados y Títulos de la Universidad Nacional de Ucayali y según la Directiva establecida en el Sistema Antiplagio, dicha investigación cuenta con el 1% de similitud, por lo que esta asesoría considera aprobado dicho Informe Final y encontrándose apto para ser presentado y evaluado por el Jurado evaluador. Se adjunta reporte Urkund

Es todo lo que informo a usted para su conocimiento y demás fines que estime conveniente.

Atentamente

ING. ESTUARDO ALONSO LIZARRIBURU VELARDE  
DOCENTE CONTRATADO DE LA FISeIC  
EP INGENIERIA CIVIL

Cc

Archivo



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E INGENIERÍA CIVIL**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**  
**COMISIÓN DE GRADOS Y TÍTULOS**



**ACTA DE EVALUACIÓN DE SUSTENTACIÓN DE TESIS N° 021-2021**

**GRADUANDO :** Bach. TEJADA GONZALES, ERNESTO  
**TEMA :** "SOFTWARE TIDSUELO VERSIÓN 1.0 PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LOS ENSAYOS ESTÁNDAR DE MECÁNICA DE SUELOS, EN LA PROVINCIA DE CORONEL PORTILLO, 2018".  
**ASESOR :** Ing. Mg. LIZARZABURU VELARDE, ESTUARDO ALONSO

CRITERIOS	PUNTAJE			
	3	2	1	0
<b>I- PRESENTACIÓN</b>				
* MOTIVACIÓN		X		
* TONO DE VOZ	X			
* CALIDAD DE MATERIAL AUDIOVISUAL		X		
<b>II- DESARROLLO DE CONTENIDO</b>				
* SECUENCIA		X		
* DOMINIO DE VOZ	X			
* USO ADECUADO DEL MATERIAL		X		
* VALIDEZ DE LOS HALLAZGOS			X	
<b>III- ABSOLUCIÓN DE PREGUNTAS</b>				
* RESPONDE A LAS PREGUNTAS FORMULADAS POR EL JURADO			X	
<b>IV- APORTE CIENTÍFICO Y TECNOLÓGICO</b>				
* AL DESARROLLO DE LA COMUNIDAD	X			
* A LA PROFESIÓN		X		

**EVALUACIÓN**

- EXCELENCIA 26 A 30 PUNTOS
- UNANIMIDAD 21 A 25 PUNTOS
- MAYORIA 16 A 20 PUNTOS
- DESAPROBADO 15 A MENOS

**CALIFICACIÓN FINAL:**

PUNTAJE : 21 / 30

**CONCLUSIONES:**

APROBADO POR : UNANIMIDAD  
 DESAPROBADO POR :

**JURADO EVALUADOR**

- Dr. DAVID ABEL GONZÁLEZ MANRIQUE DE LARA Presidente
- Dr. WALTER GILBERTO ROMÁN CLAROS Miembro
- Ing. Mg. ROBERT JESÚS PAQUIRRI JIMÉNEZ MARÍN Miembro

**SECRETARIA ACADÉMICA:** Ing. M.Sc. CLOTILDE RÍOS HIDALGO DE CERNA

PUCALLPA, 10 de Diciembre del 2021.



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E INGENIERÍA CIVIL**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**  
**COMISIÓN DE GRADOS Y TÍTULOS**



**TESIS TITULADO:**

“SOFTWARE TJD SUELO VERSIÓN 1.0 PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LOS ENSAYOS ESTÁNDAR DE MECÁNICA DE SUELOS, EN LA PROVINCIA DE CORONEL PORTILLO, 2018”

**ELABORADO POR:**

Bach. ERNESTO TEJADA GONZALES

**APROBADO POR:**

---

Dr. DAVID ABEL GONZÁLEZ MANRIQUE DE LARA  
JURADO PRESIDENTE

---

Dr. WALTER GILBERTO ROMÁN CLAROS  
JURADO MIEMBRO

---

Ing. Mg. ROBERT JESÚS PAQUIRRI JIMÉNEZ MARÍN  
JURADO MIEMBRO

---

Ing. Mg. ESTUARDO ALONSO LIZARZABURU VELARDE  
ASESOR DE TESIS



UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI  
VICERRECTORADO DE INVESTIGACION  
DIRECCION DE PRODUCCION INTELECTUAL

# CONSTANCIA

## ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACION SISTEMA ANTIPLAGIO URKUND

**N° V/0484-2021**

La Dirección de Producción Intelectual, hace constar por la presente, que el Informe Final (Tesis),  
Titulado:  
"SOFTWARE TJDSUELO VERSIÓN 1.0 PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LOS ENSAYOS ESTÁNDAR DE MECÁNICA DE SUELOS, EN LA PROVINCIA DE CORONEL PORTILLO, 2018".

Autor (a) : TEJADA GONZALES, ERNESTO  
Facultad : INGENIERÍA DE SISTEMAS E INGENIERÍA CIVIL  
Escuela Profesional : ING. CIVIL  
Asesor(a) : Mg. LIZARZABURU VELARDE, ESTUARDO ALONSO

Después de realizado el análisis correspondiente en el Sistema Antiplagio URKUND, dicho documento presenta un **porcentaje de similitud de 9%**.

En tal sentido, de acuerdo a los criterios de porcentaje establecidos en el artículo 9 de la DIRECTIVA DE USO DEL SISTEMA ANTIPLAGIO URKUND, el cual indica que no se debe superar el 10%. Se declara, que el trabajo de investigación: Si Contiene un porcentaje aceptable de similitud, por lo que Si se aprueba su originalidad.

En señal de conformidad y verificación se entrega la presente constancia.

Fecha: 17/11/2021



Dr. ABRAHAM ERMITANIO HUAMAN ALMIRON  
Dirección de Producción Intelectual

# AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS

## REPOSITORIO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

Yo, ERNESTO TEJADA GONZALES.

Autor de la TESIS titulada:

“SOFTWARE TJSUELO VERSIÓN 1.0 PARA LA OPTIMIZACIÓN DE  
LOS ENSAYOS ESTÁNDAR DE MECÁNICA DE SUELOS, EN LA  
PROVINCIA DE CORONEL PORTILLO, 2018.”

Sustentada el año: 2021.

Con la asesoría de: Ing. Mg. ESTUARDO ALONSO LIZARZABURU VELARDE.

En la Facultad de: INGENIERÍA DE SISTEMAS E INGENIERÍA CIVIL.

Carrera Profesional de: INGENIERÍA CIVIL.

### Autorizo la publicación:

**PARCIAL**  Significa que se publicará en el repositorio institucional solo La caratula, la dedicatoria y el resumen de la tesis. Esta opción solo es válida marcar **si su tesis o documento presenta material patentable**, para ello deberá presentar el trámite de CATI y/o INDECOPI cuando se lo solicite la DGPI UNU.

**TOTAL**  Significa que todo el contenido de la tesis y/o documento será publicada en el repositorio institucional.

De mi trabajo de investigación en el Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Ucayali ([www.repositorio.unu.edu.pe](http://www.repositorio.unu.edu.pe)), bajo los siguientes términos:

**Primero:** Otorgo a la Universidad Nacional de Ucayali **licencia no exclusiva** para reproducir, distribuir, comunicar, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público en general mi tesis (incluido el resumen) a través del Repositorio Institucional de la UNU, en formato digital sin modificar su contenido, en el Perú y en el extranjero; por el tiempo y las veces que considere necesario y libre de remuneraciones.

**Segundo:** Declaro que la **tesis es una creación de mi autoría** y exclusiva titularidad, por tanto, me encuentro facultado a conceder la presente autorización, garantizando que la tesis no infringe derechos de autor de terceras personas, caso contrario, me hago único(a) responsable de investigaciones y observaciones futuras, de acuerdo a lo establecido en el estatuto de la Universidad Nacional de Ucayali y del Ministerio de Educación.

En señal de conformidad firmo la presente autorización.

Fecha: 10 / 12 / 2021.

Email: etejadag22@gmail.com

Firma: 

Teléfono: 992254604

DNI: 72134762

## **DEDICATORIA**

A nuestro Dios Todopoderoso por la vida y la salud, quien es el guía en todo momento de mi camino profesional y hacer que supere todas las dificultades y adversidades presentadas durante toda la trayectoria de mi vida.

A mis padres, Hernando y Elizabeth, quienes fueron el eje fundamental en mi educación y formación, por su tiempo, amor y sobre todo el apoyo constante durante el largo camino de mi preparación profesional.

**Ernesto Tejada Gonzales.**

## **AGRADECIMIENTO**

Mi más profundo agradecimiento a los todos los docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Ucayali, quienes con sus enseñanzas impartidas y aprendidas que forman parte de mi desarrollo profesional.

A los laboratorios que realizan los EMS, por aportar información valiosa para la elaboración de la presente investigación; a mi casa de estudios por haberme acogido y darme la oportunidad de cumplir este gran sueño.

Al Ing. Estuardo Alonso Lizarzaburu Velarde, al Ing. Hernando Tejada Gonzales y en especial al Ing. Pablo Ernesto Valderrama Saavedra, por su apoyo considerable con sus conocimientos y experiencia en el campo de la geotecnia que permitió desarrollar la presente investigación.



## RESUMEN

La presente investigación de tesis titulada “Software TJDSUELO Versión 1.0 para la optimización de los ensayos estándar de mecánica de suelos, en la provincia de Coronel Portillo, 2018” tiene como objetivo demostrar que el software TJDSUELO versión 1.0 optimiza los ensayos estándar de mecánica de suelos, en la provincia de Coronel Portillo, 2018. El cual tiene un tipo de investigación cuantitativa, con un nivel de investigación que es experimental y un diseño Pre-test Post-Test con un solo grupo. Por otro lado, la población y muestra están conformadas por 5 ingenieros que trabaja en las empresas que realizan estudio de mecánica de suelos. Cabe indicar que la técnica que se utilizo fue la encuesta, la cual fue validada a través del instrumento de juicio de expertos para su aplicación y poder realizar el pre test y post test. Esta investigación determina que en el Pre Test el total de encuestados evalúan la variable ensayos estándar de mecánica de suelos con una calificación regular, luego del uso del software TJDSUELO versión 1.0 los encuestados en su totalidad dan una calificación de muy buena. Esto nos refleja que existe una mejora con el uso del software. Esto refleja que el software TJDSUELO versión 1.0 optimiza en tiempo los ensayos estándar de mecánica de suelos, en la provincia de coronel portillo, 2018, ya que el 100% de los encuestados consideran al software como Muy Bueno.

**Palabras Clave:** Software TJDSUELO versión 1.0, software, ensayos estándar de mecánica de suelos, análisis granulométrico, límites de consistencia, contenido de humedad, clasificación SUCS.

## ABSTRACT

The present thesis research entitled "Software TJDSUELO Version 1.0 for the Optimization of Standard Soil Mechanics Tests, In Coronel Portillo Province, 2018" aims to demonstrate that the TJDSUELO version 1.0 software optimizes standard soil mechanics tests , in the province of colonel portillo, 2018. Which has a type of quantitative research, with a research level that is experimental and a Pre-test Post-Test design with a single group. On the other hand, the population and sample are made up of 5 engineers who work in companies that carry out soil mechanics studies. It should be noted that the technique used was the survey, which was validated through the expert judgment instrument for its application and to be able to perform the pre-test and post-test. This research determines that in the Pre Test the total of respondents evaluate the variable standard soil mechanics tests with a regular rating, after using the TJDSUELO version 1.0 software, the respondents in their entirety give a very good rating. This shows us that there is an improvement with the use of the software. This reflects that the TJDSUELO version 1.0 software optimizes the standard soil mechanics tests in time, in the province of Colonel Portillo, 2018, since 100% of those surveyed consider the software as Very Good.

**Keywords:** TJDSUELO software version 1.0, software, standard soil mechanics tests, particle size analysis, consistency limits, moisture content, SUCS classification.

# ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA	vii
AGRADECIMIENTO .....	viii
RESUMEN	ix
ABSTRACT	x
ÍNDICE DE CONTENIDO .....	xi
ÍNDICE DE CUADROS .....	xiv
ÍNDICE DE IMÁGENES.....	xv
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xviii
ÍNDICE DE TABLAS.....	xx
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DE PROBLEMA.....	1
1.1. DESCRIPCIÓN Y FUNDAMENTACIÓN DEL PROBLEMA.....	1
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	3
1.2.1. Problema General .....	3
1.2.2. Problemas Específicos.....	4
1.3. OBJETIVOS .....	4
1.3.1. Objetivo General .....	4
1.3.2. Objetivos Específicos.....	4
1.4. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA .....	5
1.5. LIMITACIONES Y ALCANCES.....	6
1.6. HIPÓTESIS .....	7
1.6.1. Hipótesis General.....	7
1.6.2. Hipótesis Específicas .....	7
1.7. SISTEMA DE VARIABLES DIMENSIONES E INDICADORES .....	8
1.7.1. Variable Independiente.....	8
1.7.2. Variable Dependiente .....	9
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO .....	10
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN .....	10
2.1.1. Nivel Internacional .....	10
2.1.2. Nivel Nacional .....	12
2.1.3. Nivel Regional.....	13
2.2. BASES TEÓRICAS.....	14
2.2.1. Software TJSUELO Versión 1.0.....	14
2.2.2. Ensayos Estándar de Mecánica de Suelos.....	23

2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS .....	47
2.3.1. Software TJSUELO versión 1.0 .....	47
2.3.2. Ensayos estándar de mecánica de suelos .....	48
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN .....	54
3.1. METODOLOGÍA Y TÉCNICAS UTILIZADAS .....	54
3.1.1. Tipo y nivel de investigación .....	54
3.1.2. Nivel de investigación .....	54
3.1.3. Diseño de investigación. ....	54
3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA.....	55
3.2.1. Población.....	55
3.2.2. Muestra.....	55
CAPÍTULO IV: DESARROLLO DEL SOFTWARE PROPUESTO PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LOS ENSAYOS ESTÁNDAR DE MECÁNICA DE SUELOS .....	57
4.1. FASE DE EXPLORACIÓN.....	57
4.1.1. Historias de Usuario .....	57
4.1.2. Herramientas y Tecnologías.....	64
4.2. FASE DE PLANIFICACIÓN .....	64
4.2.1. Estimaciones de esfuerzo.....	64
4.2.2. Planificación .....	66
4.3. FASE DE ITERACIONES .....	69
4.3.1. Primera Iteración .....	70
4.3.2. Segunda Iteración .....	71
4.3.3. Tercera Iteración.....	75
4.3.4. Cuarta Iteración .....	78
4.3.5. Quinta Iteración .....	81
4.3.6. Sexta Iteración .....	84
4.3.7. Séptima Iteración.....	86
4.4. FASE DE PRODUCCIÓN .....	88
4.4.1. Base de Datos.....	88
4.4.2. Prototipo de Interfaces de Usuario.....	95
4.4.3. Código Fuente .....	114
4.4.4. Pruebas Funcionales .....	120
4.5. FASE DE MANTENIMIENTO .....	122
4.6. FASE DE MUERTE DEL PROYECTO .....	122
CAPÍTULO V: RESULTADOS.....	123
CAPÍTULO VI: DISCUSION DE RESULTADOS.....	129

CONCLUSIONES .....	130
RECOMENDACIONES .....	131
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	132
MATRIZ DE CONSISTENCIA.....	135
ANEXOS      136	
MANUAL DE INSTALACIÓN.....	153
MANUAL DE USUARIO .....	158

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro 1.</b> Operacionalización de la variable software TJDSUELO versión 1.0.....	8
<b>Cuadro 2.</b> Operacionalización de la variable ensayos estándar de mecánica de suelos .....	9
<b>Cuadro 3.</b> Funcionalidad General.....	65
<b>Cuadro 4.</b> Gestión de Proyectos y Datos Generales.....	65
<b>Cuadro 5.</b> Ensayo de Análisis Granulométrico.....	65
<b>Cuadro 6.</b> Ensayo de Límites de Consistencia.....	65
<b>Cuadro 7.</b> Ensayo de Contenido de Humedad.....	66
<b>Cuadro 8.</b> Ensayo de Clasificación SUCS.....	66
<b>Cuadro 9.</b> Elaboración de Reportes de los Ensayos.....	66
<b>Cuadro 10.</b> Cronograma del tiempo de Iteraciones.....	69
<b>Cuadro 11.</b> Pruebas Funcionales.....	121

## ÍNDICE DE IMÁGENES

<b>Imagen 1.</b> Historia de Usuario 1.....	71
<b>Imagen 2.</b> Visualización y Búsqueda de Proyecto .....	72
<b>Imagen 3.</b> Creación de Botones.....	72
<b>Imagen 4.</b> Historia de Usuario 2.....	73
<b>Imagen 5.</b> Datos Generales .....	74
<b>Imagen 6.</b> Agregar Muestras .....	74
<b>Imagen 7.</b> Botones de acceso a los módulos de los ensayos.....	75
<b>Imagen 8.</b> Historia de Usuario 3.....	75
<b>Imagen 9.</b> Nombre del Proyecto y Lista de Muestras.....	76
<b>Imagen 10.</b> Desarrollo del Ensayo de Análisis Granulométrico .....	76
<b>Imagen 11.</b> Gráfico de la Curva Granulométrica .....	77
<b>Imagen 12.</b> Historia de Usuario 4.....	78
<b>Imagen 13.</b> Nombre del Proyecto y lista de muestras.....	79
<b>Imagen 14.</b> Desarrollo del Ensayo de límites de Consistencia .....	79
<b>Imagen 15.</b> Constantes Físicas de la muestra. ....	80
<b>Imagen 16.</b> Grafico del Límite Liquido.....	80
<b>Imagen 17.</b> Historia de Usuario 5.....	81
<b>Imagen 18.</b> Nombre del Proyecto y Listado de Muestras .....	82
<b>Imagen 19.</b> Desarrollo del Ensayo de Contenido de Humedad.....	82
<b>Imagen 20.</b> Resultados.....	83
<b>Imagen 21.</b> Historia de Usuario 6.....	84
<b>Imagen 22.</b> Nombre del Proyecto y Listado de Muestras .....	84
<b>Imagen 23.</b> Desarrollo del Ensayo de Clasificación SUCS.....	85
<b>Imagen 24.</b> Resultados paso a paso.....	85
<b>Imagen 25.</b> Historia de Usuario 7.....	86

<b>Imagen 26.</b> Reporte del Ensayo de Análisis Granulométrico .....	86
<b>Imagen 27.</b> Reporte del Ensayo de Límites de Consistencia.....	87
<b>Imagen 28.</b> Reporte del Ensayo de Contenido de Humedad.....	87
<b>Imagen 29.</b> Interfaz de Buscador de Proyectos.....	95
<b>Imagen 30.</b> Interfaz de Visualización del Listado de Proyectos.....	96
<b>Imagen 31.</b> Interfaz para el ingreso de Datos Generales.....	97
<b>Imagen 32.</b> Interfaz para el ingreso de Datos de la Muestra y Selección de Tamices.	98
<b>Imagen 33.</b> Interfaz de visualización del Listado de Muestras.....	99
<b>Imagen 34.</b> Interfaz de ingreso de datos para el ensayo de análisis granulométrico	100
<b>Imagen 35.</b> Interfaz de visualización de los resultados para el ensayo de análisis granulométrico.....	101
<b>Imagen 36.</b> Interfaz de visualización de la gráfica de la curva granulométrica del ensayo de análisis granulométrico.....	101
<b>Imagen 37.</b> Interfaz de ingreso de datos para el ensayo de límites de consistencia	103
<b>Imagen 38.</b> Interfaz de visualización de los resultados para el ensayo de límites de consistencia.....	104
<b>Imagen 39.</b> Interfaz de visualización de la gráfica de la curva granulométrica del ensayo de límites de consistencia .....	104
<b>Imagen 40.</b> Interfaz de ingreso de datos para el ensayo de contenido de humedad	106
<b>Imagen 41.</b> Interfaz de visualización de los resultados para el ensayo de contenido de humedad.....	107
<b>Imagen 42.</b> Interfaz de ingreso de datos (observaciones) para el ensayo de clasificación SUCS.....	108
<b>Imagen 43.</b> Interfaz de visualización de los resultados para el ensayo de clasificación SUCS .....	109
<b>Imagen 44.</b> Interfaz de visualización de la presentación fina del ensayo de análisis granulométrico .....	111



<b>Imagen 45.</b> Interfaz de visualización de la presentación fina del ensayo de límites de consistencia.....	112
<b>Imagen 46.</b> Interfaz de visualización de la presentación fina del ensayo de contenido de humedad .....	113

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Primer listado de tamices .....	25
<b>Figura 2.</b> Segundo listado de tamices.....	26
<b>Figura 3.</b> Análisis granulométrico.....	28
<b>Figura 4.</b> Tabla de Estimación de Precisión.....	31
<b>Figura 5.</b> Tabla para Clasificación de Suelos .....	41
<b>Figura 6.</b> Carta de Flujo para clasificación de suelos de grano fino (50% o más pasa la malla N° 200) .....	42
<b>Figura 7.</b> Carta de Flujo para clasificación de suelos de grano fino orgánico (50% o más pasa la malla N° 200) .....	43
<b>Figura 8.</b> Carta de Flujo para clasificación de suelos de grano grueso (más del 50% es retenido en la malla N° 200) .....	44
<b>Figura 9.</b> Carta de Plasticidad .....	45
<b>Figura 10.</b> Grafico Acumulativo de tamaño de partícula .....	46
<b>Figura 11.</b> Modelo de Historia de Usuario .....	58
<b>Figura 12.</b> Diagrama de Base de Datos Completo .....	89
<b>Figura 13.</b> Diagrama de Base del Módulo Datos Generales.....	90
<b>Figura 14.</b> Diagrama de Base de Datos del Módulo Proyectos .....	91
<b>Figura 15.</b> Diagrama de Base de Ensayo de Análisis Granulométrico.....	92
<b>Figura 16.</b> Diagrama de Base de Ensayo de Límites de Consistencia.....	93
<b>Figura 17.</b> Diagrama de Base de Ensayo de Contenido de Humedad.....	93
<b>Figura 18.</b> Diagrama de Base de Ensayo de Clasificación SUCS .....	94
<b>Figura 19.</b> Barras Porcentuales de la Variable Ensayos Estándar de Mecánica de Suelos.....	123
<b>Figura 20.</b> Barras porcentuales de dimensión de análisis granulométrico.....	124

<b>Figura 21.</b> Barras porcentuales de dimensión de límites de consistencia .....	125
<b>Figura 22.</b> Barras porcentuales de dimensión de contenido de humedad.....	126
<b>Figura 23.</b> Barras porcentuales de dimensión de clasificación SUCS.....	127

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Distribución Porcentual de la Variable Ensayos Estándar de Mecánica de Suelos .....	123
<b>Tabla 2.</b> Dimensión de análisis granulométrico .....	124
<b>Tabla 3.</b> Dimensión de límites de consistencia.....	125
<b>Tabla 4.</b> Dimensión de contenido de humedad .....	126
<b>Tabla 5.</b> Dimensión de clasificación SUCS .....	127

# **CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DE PROBLEMA**

## **1.1. DESCRIPCIÓN Y FUNDAMENTACIÓN DEL PROBLEMA**

El Perú es uno de los países con mayor diversidad geográfica en la región, por ello, el estudio de mecánica de suelos es el respaldo a la obtención de la mejor solución técnica y económica para la cimentación de una obra de ingeniería.

Este proceso de análisis sobre el comportamiento de suelos se ocupa de verificar las propiedades del terreno como material estructural, de esta manera se prevé la resistencia y estabilidad de las estructuras. Si el estudio de ensayos estándar de mecánica de suelos, no es ejecutado correctamente, podría diseñarse una cimentación deficiente, que incluso puede llevar al colapso de la estructura, ello amerita a conocer las propiedades físicas y mecánicas del suelo, mediante los ensayos estándar de laboratorio (análisis granulométrico, límite de consistencia, contenido de humedad, clasificación SUCS) de una forma precisa y correcta.

Además, cabe indicar que nos debemos regir a la Norma E.050 para suelos y cimentaciones, la cual establece los requisitos para la ejecución un estudio de mecánica de suelos (EMS), que tienen la finalidad de asegurar la estabilidad y permanencia de las obras y en las que se establecen los ensayos de laboratorio, las cuales tienen sus propias normas técnicas peruanas con sus respectivos códigos.

Por otro lado, debemos indicar que en la actualidad la tecnología ha ido avanzado en todos los aspectos, específicamente en la aplicación

de software, los cuales han jugado un rol importante con la optimización de recursos y tiempo, estos a su vez fueron mejorándose y perfeccionándose a través de los años y también se implementaron en la rama de la ingeniería civil y específicamente en el campo de la mecánica de suelos, utilizando mayormente el Excel para poder elaborar sus hojas de cálculo, obteniendo mejores resultados que en el desarrollo convencional.

A nivel de proyectos de inversión pública como privada, se exige los estudios de mecánica de suelos, ya que son la base fundamental para poder obtener cierta información que son necesarias para poder realizar los cálculos estructurales de un determinado proyecto. Son en esos proyectos que se han ejecutado una gran cantidad de obras y todos tiene estudios de ensayos estándar de laboratorio de mecánica de suelos (análisis granulométrico, límite de consistencia, contenido de humedad, clasificación SUCS), lo que constituyo obtener una información muy valiosa, para poder trabajar en el desarrollo del software y manejar una buena data, que es materia de investigación.

Asimismo, realizando las observaciones preliminares de la investigación y recopilando información mediante entrevistas con los responsables de las empresas que realizan los ensayos estándar de laboratorio para los estudios de mecánica de suelos, se ha determinado que existen aún ciertas deficiencias en la forma de procesar los datos, así como en los cálculos y evaluaciones de los resultados de los ensayos estándar (análisis granulométrico, límites de consistencia, contenido de humedad, clasificación SUCS), ya que no cuentan con un proceso

ordenado y que además no generan la base de datos para posteriores revisiones, ante cualquier observación del receptor de dicho informe. Así como un buscador de proyectos.

Frente a estas deficiencias observadas, la investigación amerita en analizar y mejorar el desarrollo del procesamiento de datos mediante el software TJDSUELO versión 1.0, para su funcionamiento en un equipo de cómputo, la cual permitirá la optimización de los ensayos estándar de laboratorio de mecánica de suelos, en la provincia de coronel portillo, 2018. Es decir, tendrá un mejor ordenamiento y manejo de la información de los proyectos a los cuales se realizarán los cálculos de los ensayos estándar de laboratorio de mecánica de suelos y además tendrá una base de datos. Con esto se ha mejorado en cuanto a la eficacia y eficiencia para obtener resultados óptimos y en un corto tiempo, corrigiendo errores, manejos o cambio de los resultados, los cuales son un aspecto muy importante y prioritario para poder elaborar un proyecto de construcción.

Esto a su vez, será implementado en el laboratorio de mecánica de suelos de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Ucayali, con fines de acreditación y que también pueden ser usados con fines académicos.

## **1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

### **1.2.1. Problema General**

¿Cómo el software TJDSUELO versión 1.0 optimiza el tiempo en la obtención de los resultados de los ensayos estándar de mecánica de suelos, en la provincia de coronel portillo, 2018?

## **1.2.2. Problemas Específicos**

- 1) ¿Cómo el software TJDSUELO versión 1.0 optimiza el tiempo en la obtención de los resultados del ensayo de análisis Granulométrico de suelos?
- 2) ¿De qué manera el software TJDSUELO versión 1.0 optimiza el tiempo en la obtención de los resultados del ensayo de límites de consistencia de suelos?
- 3) ¿En qué medida el software TJDSUELO versión 1.0 optimiza el tiempo en la obtención de los resultados del ensayo de contenido de humedad de suelos?
- 4) ¿Cómo el software TJDSUELO versión 1.0 optimiza el tiempo en la obtención de los resultados para la clasificación SUCS?

## **1.3. OBJETIVOS**

### **1.3.1. Objetivo General**

Demostrar que el software TJDSUELO versión 1.0 optimiza el tiempo en la obtención de los resultados en los ensayos estándar de mecánica de suelos, en la provincia de coronel portillo, 2018.

### **1.3.2. Objetivos Específicos**

- 1) Comprobar que el software TJDSUELO versión 1.0 optimiza el tiempo en la obtención de los resultados en los ensayos el análisis Granulométrico de suelos.
- 2) Determinar que el software TJDSUELO versión 1.0 optimiza el tiempo en la obtención de los resultados en los ensayos de límites de consistencia de suelos.



- 3) Conocer que el software TJDSUELO versión 1.0 optimiza el tiempo en la obtención de los resultados en los ensayos de contenido de humedad de suelos.
- 4) Establecer que el software TJDSUELO versión 1.0 optimiza el tiempo en la obtención de los resultados para la clasificación SUCS.

#### **1.4. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA**

Desde el punto de vista teórico, la tesis se justifica por que aportará información válida y confiable del software TJDSUELO versión 1.0 para la optimización de los ensayos estándar de mecánica de suelos, en la provincia de coronel portillo, 2018; en las dimensiones de análisis granulométrico, en los límites de consistencia, también en los contenidos de humedad y en la clasificación SUCS, Así mismo, aportará un marco teórico que sistematizará los fundamentos básicos y propósitos de las de mejorar los ensayos estándar de mecánica de suelos.

También la tesis se justifica desde el punto de vista práctico, porque las conclusiones de la tesis sirven para resolver problemas prácticos como de las dimensiones de análisis granulométrico, en los límites de consistencia, también en los contenidos de humedad y la clasificación SUCS.

Desde el punto de vista metodológico se justifica porque los métodos procedimientos y técnicas e instrumentos diseñados y empleados en el desarrollo de la investigación tienen validez y confiabilidad, y al ser empleados en otros trabajos de investigación resultan eficaces, y de ellos se deducen que pueden estandarizarse.

La importancia desde el punto de vista de (Pino, 2007), se “orienta a responder a las expectativas sociales o tecnológicas de la sociedad”, por tanto la tesis es importante desde el punto de vista social por que ofrece a toda la comunidad de ingenieros civiles el software TJDSUELO versión 1.0, que ayuda a mejorar la viabilidad de los ensayos estándar de mecánica de suelos, en los análisis granulométrico, en los límites de consistencia, también en los contenidos de humedad y en la clasificación SUCS.

## **1.5. LIMITACIONES Y ALCANCES**

La limitación de la presente tesis desde el espacio geográfico se desarrolla en la Provincia de Coronel Portillo.

Asimismo, presentamos una limitación temporal de tres años desde el 2018 al 2021, desde el análisis, diseño y codificación, para posteriormente entrar a la etapa de pruebas donde se comprueba el funcionamiento óptimo del software TJDSUELO versión 1.0 y por ultimo su instalación.

Los alcances de la tesis son los aspectos que se logró alcanzar en la investigación, en los que se alcanzó desarrollar el Software TJDSUELO versión 1.0, para mejorar el procesamiento de datos, además que genera base de datos y que posteriormente genera un formato de informe de los ensayos estándar de laboratorio de mecánica de suelos.

## **1.6. HIPÓTESIS**

### **1.6.1. Hipótesis General**

El software TJDSUELO versión 1.0 optimiza el tiempo en la obtención de los resultados en los ensayos estándar de mecánica de suelos, en la provincia de coronel portillo, 2018.

### **1.6.2. Hipótesis Específicas**

- 1) El software TJDSUELO versión 1.0 optimiza el tiempo en la obtención de los resultados en el ensayo de análisis Granulométrico de suelos.
- 2) El software TJDSUELO versión 1.0 optimiza el tiempo en la obtención de los resultados en el ensayo de límites de consistencia de suelos.
- 3) El software TJDSUELO versión 1.0 optimiza el tiempo en la obtención de los resultados en el ensayo de contenido de humedad de suelos.
- 4) El software TJDSUELO versión 1.0 optimiza el tiempo en la obtención de los resultados para la clasificación SUCS.

## 1.7. SISTEMA DE VARIABLES DIMENSIONES E INDICADORES

### 1.7.1. Variable Independiente

Cuadro 1.  
Operacionalización de la variable software TJDSUELO versión 1.0

Variable	Definición	Dimensiones	Indicadores
Variable Independiente  SOFTWARE TJDSUELO VERSIÓN 1.0	El Software TJDSUELOS versión 1.0 es un programa diseñado para optimizar tiempos, es didáctico, interactivo, amigable e intuitivo, la cual genera reportes, una base de datos y tiene una presentación final de los resultados de determinados ensayos de laboratorio para estudios de mecánica de suelos.	Software	Funcionalidad.- grado en el que el software satisface las necesidades
			Eficiencia.- grado en el que el software hace optimo el uso de los recursos
			Confiabilidad.- cantidad de tiempo que el software está disponible para su uso
			Usabilidad.- grado en el que el software es fácil de usar
			Escalabilidad.- facilidad con la que una modificación puede ser realizada
			Portabilidad.- facilidad con la que el software puede ser llevado de un entorno a otro

Fuente: Elaboración propia.

## 1.7.2. Variable Dependiente

Cuadro 2.  
Operacionalización de la variable ensayos estándar de mecánica de suelos

Variable	Definición	Dimensiones	Indicadores	Escala
Variable: Dependiente  ENSAYOS ESTÁNDAR DE MECÁNICA DE SUELOS	Los ensayos estándar de mecánica de suelos son ensayos de laboratorio que nos permiten estudiar a las propiedades del suelo mediante las muestras obtenidas del terreno objeto de análisis, las cuales sirven para la clasificación o caracterización geotécnica de un tipo de suelo (gravas, arenas, arcillas y limos) según sus normativas y parámetros establecidos al nivel internacional.	Análisis	Clasifica el suelo fino	Muy malo
		Granulométrico	Clasifica el suelo grueso	Malo
		Límites de consistencia	Identifica el límite líquido del suelo	Regular
			Identifica el límite plástico del suelo	Bueno
			Identifica el índice de plasticidad del suelo	Muy Bueno
		Contenido de humedad	Identifica el porcentaje de humedad del suelo	
		Clasificación SUCS	Simboliza la clasificación de los suelos finos y gruesos	
			Describe las características de los suelos finos y gruesos	

Fuente: Elaboración propia.

## CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

### 2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

#### 2.1.1. Nivel Internacional

La empresa Geo&Soft. International Software for Geoengineering, (2006), es una firma italiana, que realiza productos que unen una elevada fiabilidad a una extremada facilidad de uso, en la que presenta al **ISOMAP** que es un software que genera cartografías dedicado específicamente a las ciencias de la tierra. Puede generar y utilizar curvas de nivel, es útil para el diseño de prospecciones geológicas, también los métodos de cálculo que utiliza son: media ponderada y extrapolación de la superficie con reconocimiento de la tendencia polinomial regional para la eliminación del falso cierre de las curvas de nivel en el borde. Puede generar y representar vectores y líneas de flujo. Realiza también un filtrado digital para aplicaciones geofísicas.

Asimismo, se presenta al Geo&Soft. International Software for Geoengineering, (2006), quien presenta al software **DBSOND**, que genera un archivo de datos geológicos, geotécnicos y de los resultados de las pruebas in situ. Representa estos datos en forma de columnas estratigráficas. Dispone de una amplia gama de columnas descriptivas y de una gran flexibilidad en la elección y disposición de las mismas. También posee las principales tramas geológicas que pueden ser personalizadas. Asimismo,

puede realizar la representación gráfica de perfiles e insertar sobre los mismos las columnas estratigráficas archivadas.

La empresa GGU Software, (2011), es de nacionalidad alemana que desarrolla software desde 1988 y a partir del año 2005 ingresó al mercado Latinoamericano introduciendo versiones de los principales programas en idioma español. Su Software **GGU-SIEVE** realiza los cálculos del ensayo de decantación (prueba del hidrómetro), análisis mecánico mediante tamizado y el método combinado tamizado-decantación para determinación de la granulometría del suelo. Dicho software tiene una presentación de la gráfica granulométrica, presentación del ensayo con la plantilla de laboratorio y su ingreso de datos es simple con opción de elección y guardado de tamices. Determina el tipo de suelo, calcula el coeficiente de uniformidad, el coeficiente de curvatura y coeficiente de permeabilidad  $k$ . También determina los límites de consistencia en suelos finos, determinación de cualquier valor en el gráfico (tamaño de partículas  $d_{10}$ ,  $d_{30}$ ,  $d_{50}$ ,  $d_{60}$ ), edición libre del gráfico y de la hoja con el protocolo de laboratorio, copia de detalles de pantalla para edición del texto. Además, cuenta con un sistema para insertar rótulos y gráficos adicionales en la hoja de resultados.

Asimismo, la empresa GGU Software, (2011), cuenta con otro software llamado **GGU-ATTERBERG**, el cual determina los estados de consistencia como el límite plástico y límite líquido. Dicho software tiene acceso a una base de datos con pesos de

recipientes para poder determinar el contenido de agua, edición libre del gráfico y de la hoja con el protocolo del ensayo, copia de detalles de pantalla para edición del texto. Además, cuenta con un sistema para insertar rótulos y gráficos adicionales en la hoja de resultados.

### **2.1.2. Nivel Nacional**

En la investigación realizada por Cañamero, (2013), la cual lleva el título de “Modelo para integración de información de ensayos de laboratorios de mecánica de suelos” refiere que actualmente vivimos en una era de avance tecnológico, donde tenemos que estar actualizados y tomar decisiones rápidas y certeras.

En el Perú son muy pocas las empresas que invierten en tecnología, ya que no cuenta con área de sistemas, base de datos, aplicativos, servidores, etc, no están bien equipados para entrar a la competitividad con otras empresas grandes y extranjeras generando pérdida y falta de oportunidades. Además, una de la característica es que las empresas no están interesadas en adquirir proyectos informáticos, pues se resisten al cambio de sustituir un sistema manual por un sistema automático. Esto es reflejado en las empresas del sector construcción, la cuales no tiene aplicaciones que les pueda ayudar en la toma de decisiones, no puedan administrar sus procesos de negocio, no saben de cuantos ensayos han ingresado, ni distribuirse de acuerdo a la



llegada de entradas y salidas de sus resultados de ensayos, no tienen base de datos de sus clientes ni de las informaciones de sus resultados finales anteriores.

### **2.1.3. Nivel Regional**

En el estudio para obtener el título de Ing. Civil, presentado por Jimenez, (2018), en su tesis titulada “Diseño e Implementación de un Sistema Aplicando el Lenguaje de Programación Lua para el Análisis de Elementos Estructurales en Edificaciones”, concluye que hay una mejora después de implementar el sistema para el análisis de elementos estructurales, asimismo constituye una alternativa de solución al problema planteado, con el nivel de confiabilidad del 95% y una significancia del 5%. Asimismo, el diseño de su sistema “permite verificar las dimensiones y la distribución de acero de losas aligeradas (1 dirección) y escaleras directamente en el lugar de ejecución del proyecto”, es decir que se puede modificar los datos inicialmente ingresados o colocados durante su desarrollo, para una posible corrección por si existió el ingreso de un dato erróneo.

Además, su sistema va encaminado a “colaborar con las labores académicas de los cursos de concreto armado y estructuras y con la validación realizada se determinó que el programa cumple con su objetivo principal, ya que los porcentajes de error no son significativos”, esto contribuye a la comunidad

estudiantil, ya que refuerza sus conocimientos con el uso del sistema en este nuevo campo de la tecnología.

## **2.2. BASES TEÓRICAS**

### **2.2.1. Software TJDSUELO Versión 1.0**

Según la página web Universidades.cr blog, (2019), describe al software como:

La programación lógica que todo sistema de cómputo necesita para funcionar correctamente y permitir al usuario disfrutar de aspectos como una interfaz amigable y rápida, así las funciones que el programa realice. Asimismo, el desarrollo de Software estudia los componentes necesarios para la creación, gestión, mantenimiento y testeado de un software computacional; en la que a la persona encargada de esto se le llama programador que es capaz de elaborar sistemas informáticos y también implementarlos y ponerlos en funcionamiento, utilizando uno o varios lenguajes de programación.

#### **a) Lenguaje de Programación C#.NET**

El lenguaje de programación "C#" (pronunciado 'si sharp' en inglés) según Wikipedia, (2021), es un lenguaje independiente orientado a objetos que administra su programación mediante clases que fue desarrollado y estandarizado por la empresa Microsoft como parte de su plataforma .NET, además, es uno de los lenguajes de programación diseñados para la infraestructura de lenguaje común, que su sintaxis básica deriva de C/C++ y el modelo de objetos que utiliza es de

la plataforma .NET, similar al de Java, aunque incluye mejoras derivadas de otros lenguajes.

La programación orientada a objetos según negocioyestrategia, (2018), es una rama de la informática que usa objetos y las interacciones de estos para poder diseñar aplicaciones y programas informáticos. Cabe destacar que un objeto en programación es una entidad que combina el estado (son los datos del objeto), comportamiento o método (las que define qué operaciones puede hacer el objeto) e identidad (es el factor diferenciador de los otros objetos). Además, describe que C# es considerado como una evolución por sus lenguajes antecesores que son el C y el C++ y necesidad a la hora en que la compañía tuvo problemas con la empresa creadora del lenguaje Java. Es por lo anterior que C Sharp presenta los atributos positivos de C++, Java y Visual Basic y los mejora otorgando un lenguaje fuerte y actualizado para los tiempos actuales.

#### **b) Metodología XP**

La metodología XP o programación extrema según Letelier & Penadés, (2006), es una metodología ágil que su éxito se debe a que se centra en potenciar las relaciones interpersonales, promoviendo el trabajo en equipo, preocupándose por el aprendizaje de los desarrolladores, y propiciando un buen clima

de trabajo. Asimismo, pone énfasis en la retroalimentación continua entre el cliente y el equipo de desarrollo, comunicación fluida entre todos los participantes, simplicidad en las soluciones implementadas y coraje para enfrentar los cambios.

Además, esta metodología es adecuada para proyectos con requisitos imprecisos y muy cambiantes, y donde existe un alto riesgo técnico, es decir que XP tiene una planificación flexible y abierta, lo que le permite una rápida respuesta a los cambios.

El ciclo de vida ideal de la Metodología XP consiste en seis fases: Fase de Exploración, Fase de Planificación, Fase de Iteraciones, Fase de Producción, Fase de Mantenimiento y Fase de Muerte del Proyecto.

### **Fase de Exploración**

En esta fase, los clientes realizan las historias de usuario que son de interés para la primera entrega del producto. Al mismo tiempo el equipo de desarrollo se familiariza con las herramientas, tecnologías y prácticas que serán utilizadas durante el proyecto. Se prueba la tecnología y se exploran las posibilidades de la arquitectura del sistema construyendo un prototipo. La fase de exploración toma de pocas semanas a pocos meses, dependiendo del tamaño y familiaridad que tengan los programadores con la tecnología.

## **Fase de Planificación**

En esta fase el cliente fija la prioridad de cada una de las historias de usuario. Los programadores realizan una estimación del esfuerzo que será necesario para el desarrollo de cada historia. Se establece cual va a ser el contenido de la primera entrega y se establece un cronograma en conjunto con el cliente. Una entrega debería obtenerse en no más de tres meses. Esta fase dura unos pocos días.

Las estimaciones de esfuerzo asociado a la implementación de las historias la establecen los programadores utilizando como medida el punto. Un punto, equivale a una semana ideal de programación. Las historias generalmente valen de 1 a 3 puntos. Por otra parte, el equipo de desarrollo mantiene un registro de la "velocidad" de desarrollo, establecida en puntos por iteración, basándose principalmente en la suma de puntos correspondientes a las historias de usuario que fueron terminadas en la última iteración. Además, la planificación se puede realizar basándose en el tiempo o el alcance. La velocidad del proyecto es utilizada para establecer cuántas historias se pueden implementar antes de una fecha determinada o cuánto tiempo tomará implementar un conjunto de historias. Al planificar por tiempo, se multiplica el número de iteraciones por la velocidad del proyecto, determinándose cuántos puntos se pueden completar. Al planificar según alcance del sistema, se divide la suma de puntos de las

historias de usuario seleccionadas entre la velocidad del proyecto, obteniendo el número de iteraciones necesarias para su implementación.

### **Fase de Iteraciones**

Esta fase incluye varias iteraciones sobre el sistema antes de ser entregado. El Plan de Entrega está compuesto por iteraciones de no más de tres semanas. En la primera iteración se puede intentar establecer una arquitectura del sistema que pueda ser utilizada durante el resto del proyecto. Esto se logra escogiendo las historias que fueren la creación de esta arquitectura, sin embargo, esto no siempre es posible ya que es el cliente quien decide qué historias se implementarán en cada iteración (para maximizar el valor de negocio). Al final de la última iteración el sistema estará listo para entrar en producción.

Los elementos que deben tomarse en cuenta durante la elaboración del Plan de la Iteración son: historias de usuario no abordadas, velocidad del proyecto, pruebas de aceptación no superadas en la iteración anterior y tareas no terminadas en la iteración anterior. Todo el trabajo de la iteración es expresado en tareas de programación, cada una de ellas es asignada a un programador como responsable, pero llevadas a cabo por parejas de programadores.

### **Fase de Producción**

La fase de producción requiere de pruebas adicionales y revisiones de rendimiento antes de que el sistema sea trasladado al entorno del cliente. Al mismo tiempo, se deben tomar decisiones sobre la inclusión de nuevas características a la versión actual, debido a cambios durante esta fase.

Es posible que se rebaje el tiempo que toma cada iteración, de tres a una semana. Las ideas que han sido propuestas y las sugerencias son documentadas para su posterior implementación (por ejemplo, durante la fase de mantenimiento).

### **Fase de Mantenimiento**

Mientras la primera versión se encuentra en producción, el proyecto XP debe mantener el sistema en funcionamiento al mismo tiempo que desarrolla nuevas iteraciones. Para realizar esto se requiere de tareas de soporte para el cliente. De esta forma, la velocidad de desarrollo puede bajar después de la puesta del sistema en producción. La fase de mantenimiento puede requerir nuevo personal dentro del equipo y cambios en su estructura.

### **Fase de Muerte del Proyecto**

Es cuando el cliente no tiene más historias para ser incluidas en el sistema. Esto requiere que se satisfagan las necesidades

del cliente en otros aspectos como rendimiento y confiabilidad del sistema. Se genera la documentación final del sistema y no se realizan más cambios en la arquitectura. La muerte del proyecto también ocurre cuando el sistema no genera los beneficios esperados por el cliente o cuando no hay presupuesto para mantenerlo.

### **c) Microsoft Visual Studio**

Microsoft Visual Studio según EspacioHonduras, (2020) es un entorno de desarrollo integrado disponible para sistemas operativos Windows y que es compatible con varios lenguajes de programación, tales como C++, C#, Visual Basic .NET, entre otros.

Así mismo, Visual Studio permite a los desarrolladores o programadores crear un software, desarrollando aplicaciones, sitios y aplicaciones web, así como servicios web en cualquier entorno que soporte la plataforma .NET, así se pueden crear aplicaciones eficaces y de alto rendimiento, que habilita el uso compartido de herramientas y facilita la creación de soluciones en varios lenguajes.

Además, cuenta con un entorno de desarrollo integrado, el cual es un panel de inicio creativo que se puede usar para editar, depurar y compilar código y, después, publicar una aplicación. Un entorno de desarrollo integrado (IDE) es un programa con numerosas características que se pueden usar para muchos



aspectos del desarrollo de software. Más allá del editor estándar y el depurador que proporcionan la mayoría de IDE, Visual Studio incluye compiladores, herramientas de finalización de código, diseñadores gráficos y muchas más características para facilitar el proceso de desarrollo de software.

Visual Studio 2019 es la versión más reciente y permite trabajar con los Frameworks. La fecha del lanzamiento de la versión final fue el 2 de abril de 2019 y una de sus principales mejoras son las nuevas opciones destinadas a facilitar el trabajo en equipo o una búsqueda que permita tener un mejor manejo de nuestros proyectos.

#### **d) SQL Server Management Studio**

Microsoft SQL Server según Wikipedia Microsoft SQL Server, (2021) es un sistema de gestión para base de datos de modelos relacionales, que se construye en una estructura de tablas basada en filas, las cuales se conectan a los elementos de datos relacionados en diferentes tablas entre sí, ello evita la necesidad de almacenar datos de forma repetitiva en varios lugares dentro de una misma base de datos. Para el desarrollo de aplicaciones más complejas (tres o más capas), Microsoft SQL Server incluye interfaces de acceso para varias plataformas de desarrollo, entre ellas .NET, pero el servidor

sólo está disponible para Sistemas Operativos. Además, cuenta con las siguientes características:

- Soporte de transacciones.
- Soporta procedimientos almacenados.
- Incluye también un entorno gráfico de administración, que permite el uso de comandos DDL y DML gráficamente.
- Permite trabajar en modo cliente-servidor, donde la información y datos se alojan en el servidor y los terminales o clientes de la red sólo acceden a la información.
- Además, permite administrar información de otros servidores de datos.

Dentro de su programación se cuenta con T-SQL (Transact-SQL), el cual es el medio de interacción con el Servidor, que permite realizar operaciones claves en SQL Server, incluyendo la creación y modificación de esquemas de la base de datos, la introducción y modificación de los datos en la base de datos, así como la administración del servidor como tal. Esto se realiza mediante el envío de sentencias de T-SQL y declaraciones que son procesadas por el servidor y los resultados (o errores) regresan a la aplicación cliente.

Por otro lado, cliente Nativo de SQL, es la biblioteca de acceso a datos para los clientes de Microsoft SQL Server versión 2005 en adelante. Implementa de forma nativa soporte para las

características de SQL Server, incluyendo la ejecución de la secuencia de datos tabular, soporte para bases de datos en espejo de SQL Server, soporte completo para todos los tipos de datos compatibles con SQL Server, conjuntos de operaciones asíncronas, las notificaciones de consulta, soporte para cifrado, así como recibir varios conjuntos de resultados en una sola sesión de base de datos. Cliente Nativo de SQL se utiliza como extensión de SQL Server plug-ins para otras tecnologías de acceso de datos, incluyendo ADO u OLE DB. Cliente Nativo de SQL puede también usarse directamente, pasando por alto las capas de acceso de datos.

### **2.2.2. Ensayos Estándar de Mecánica de Suelos**

Los ensayos estándar de laboratorio de mecánica de suelos nos permiten estudiar las propiedades del suelo a través de las muestras, provenientes del terreno objeto de análisis, los cuales son realizados en ambientes controlados, dentro de un laboratorio. Estos ensayos son más precisos y se obtienen mayor información que los estudios “In Situ” no son capaces de obtener, pero a su vez son más costoso en tiempo y dinero.

Los suelos han sido y serán por todos los tiempos la base fundamental para llevar a cabo sobre los mismos, obras de infraestructura que permitan proporcionar las condiciones óptimas para dar paso al desarrollo mundial. Con el objetivo de obtener un mejor aprovechamiento y conocimiento del mismo, se creó la necesidad de tratar los suelos desde un punto de vista científico, empezando por

realizar estudios de manera sistemática y organizada (1913 Por la Sociedad Americana de Ingenieros Civiles 1) y años más tarde (1925-1929) gracias a los estudios realizados por el Ingeniero Estadounidense Karl Von Terzaghi, se crea lo que hoy se conoce como la Mecánica de Suelos y quien la define como la “aplicación de las leyes de la mecánica y la hidráulica a los problemas de ingeniería que tratan con sedimentos y otras acumulaciones no consolidadas de partículas sólidas, producidas por la desintegración mecánica o descomposición química de las rocas, independientemente de que tengan o no contenido de materia orgánica” (Botía, 2015, pág. 18).

Los ensayos estándar de laboratorio de mecánica de suelos nos permiten estudiar las propiedades del suelo a través de las muestras, provenientes del terreno objeto de análisis, los cuales son realizados en ambientes controlados, dentro de un laboratorio. Estos ensayos son más precisos y se obtienen mayor información que los estudios “In Situ” no son capaces de obtener, pero a su vez son más costoso en tiempo y dinero.

#### **a) Ensayo de Análisis Granulométrico**

Según la Norma Técnica Peruana (NTP 339.128), aprobado por La Comisión de Normalización y de Fiscalización de Barreras Comerciales no Arancelarias – CNB, en su versión revisada y publicada con fecha 24 de octubre de 2019, refiere lo siguiente:

El método de ensayo para el análisis granulométrico consiste en la determinación cuantitativa de la distribución de los tamaños de las partículas de los suelos. La clasificación de las partículas mayores que 75  $\mu\text{m}$  (retenido en el tamiz N° 200) se efectúa por tamizado, en tanto que la determinación de las partículas menores que 75  $\mu\text{m}$  se realiza mediante un proceso de sedimentación basada en la ley de Stokes utilizando un densímetro adecuado.

Los tamices serán una serie de malla cuadrada que cumplan con la ASTM E11. Un juego completo de tamices incluye los siguientes:

<u>TAMICES</u>	<u>Designación ASTM</u>
75,0 mm	(3 pulg)
50,0 mm	(2 pulg)
37,5 mm	(1 ½ pulg)
25,0 mm	(1 pulg)
19,0 mm	(¾ pulg)
9,5 mm	(3/8 pulg)
4,75 mm	(N° 4)
2,00 mm	(N° 10)
850 $\mu\text{m}$	(N° 20)
425 $\mu\text{m}$	(N° 40)
250 $\mu\text{m}$	(N° 60)
106 $\mu\text{m}$	(N° 140)
75 $\mu\text{m}$	(N° 200)

Figura 1.  
Primer listado de tamices  
Fuente: Norma técnica peruana NTP 339.128 del 2014

Nota: Si se desea se puede utilizar un juego de tamices que dé espaciamiento uniforme de puntos en la gráfica. Este juego consistirá en los siguientes tamices:

<u>TAMICES</u>	<u>Designación ASTM</u>
75 mm	(3 pulg)
37,5 mm	(1 ½ pulg)
19,0 mm	(¾ pulg)
9,5 mm	(3/8 pulg)
4,75 mm	(N° 4)
2,36 mm	(N° 8)
1,18 mm	(N° 16)
600 µm	(N° 30)
300 µm	(N° 50)
150 µm	(N° 100)
µm	(N° 200)

Figura 2.  
Segundo listado de tamices  
Fuente: Norma técnica peruana NTP 339.128 del 2014

Para los cálculos se siguen los siguientes pasos:

Calcular el porcentaje que pasa el tamiz N° 10 dividiendo la masa que pasa el tamiz N° 10, por la masa de suelo inicial, y multiplicar el resultado por 100. La masa que pasa el tamiz N° 10 es igual a la masa inicial menos lo retenido en dicho tamiz.

Para determinar la masa acumulada del suelo que pasa el tamiz 4,75 mm (N° 4), se añade a la masa acumulada del suelo que pasa el tamiz 2,00 mm (N° 10), la masa de la fracción que pasa el tamiz 4,75 mm (N° 4) y queda retenida sobre el tamiz 2,00 mm (N° 10). Para determinar la masa acumulada del suelo que pasa el tamiz 9,5 mm (3/8 pulg), se añade a la masa acumulada del suelo

que pasa el tamiz 4,75 mm (N° 4), la masa de la fracción que pasa el tamiz 9,5 mm (N° 3/8 pulg), y queda retenida sobre el tamiz 4,75 mm (N° 4). Para los tamices mayores se efectúa el cálculo en la misma forma.

Para determinar el porcentaje acumulado que pasa por cada tamiz se divide la masa total que pasa el tamiz respectivo, por la masa total de la muestra y el resultado se multiplica por 100.

El porcentaje que pasa (o retenido) sobre cada tamiz, puede ser tabulado o representado gráficamente. (Ver Figura 4)

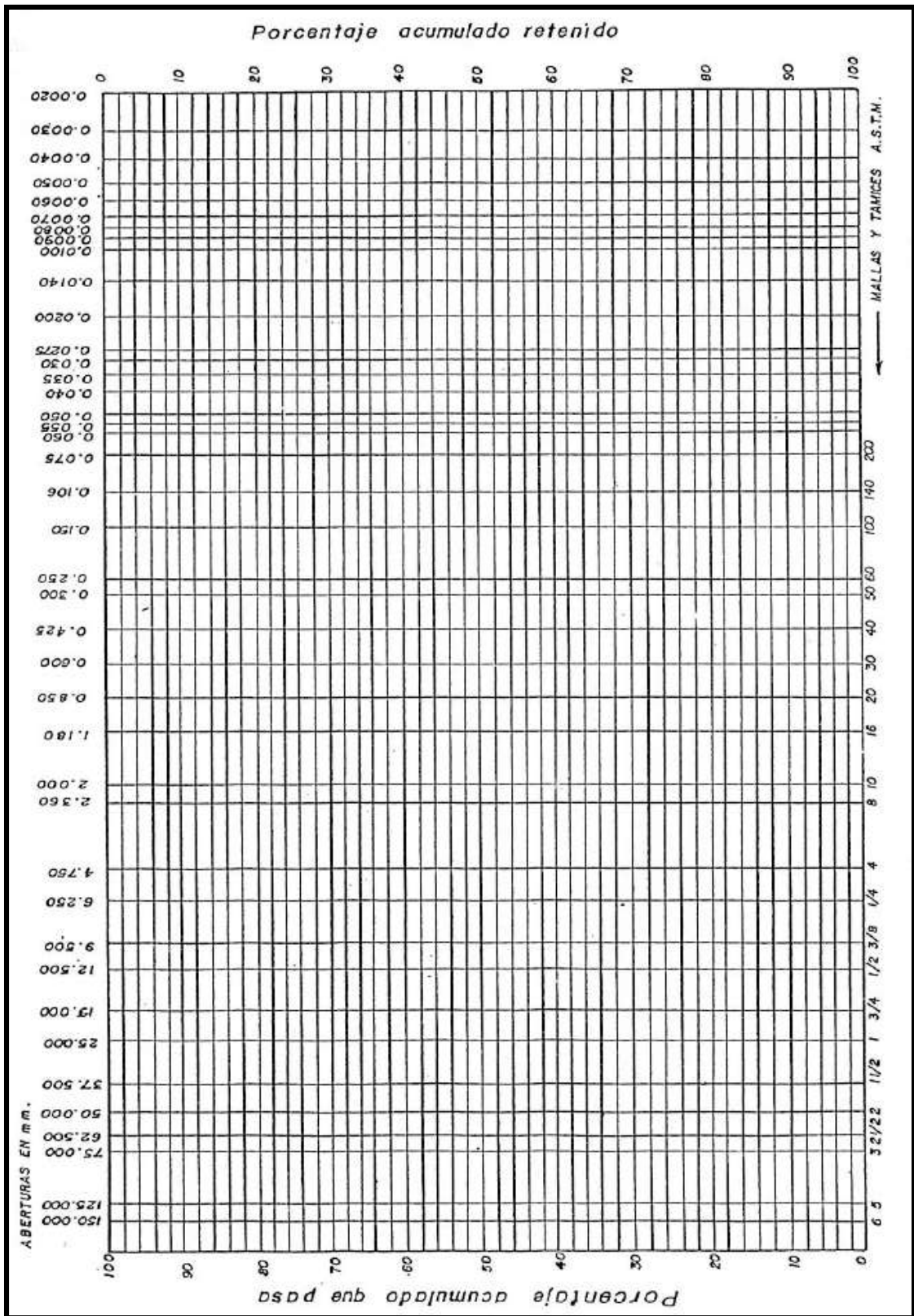


Figura 3.  
Análisis granulométrico

Fuente: Norma técnica peruana NTP 339.128 del 2014



Según el Manual de Ensayo de Materiales (MTC E 107) del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) (2016), aprobado bajo Resolución Directoral N° 18-2016-MTC/14, en junio del 2016, en el apartado 6.1.3, refiere lo siguiente:

“Se determina el peso de cada fracción en una balanza con una sensibilidad de 0,1 %. La suma de los pesos de todas las fracciones y el peso, inicial de la muestra no debe diferir en más de 1 %”

**b) Ensayo de Límites de Consistencia**

Según la Norma Técnica Peruana (NTP 339.129), aprobado por La Comisión de Normalización y de Fiscalización de Barreras Comerciales no Arancelarias – CNB, en su versión revisada y publicada con fecha 24 de octubre de 2019, refiere lo siguiente:

El método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos empieza cuando a la muestra se le remueve cualquier material retenido en el tamiz 425 um (N° 40).

El límite líquido se determina realizando pruebas en las cuales se esparce una porción de la muestra en una copa de bronce, dividida en dos por un ranurador, y luego permitiendo que fluya debido a los impactos causados por las repetidas caídas de la copa en un dispositivo mecánico estándar. Se requiere tres o más

pruebas sobre un rango de contenidos de humedad y graficar o calcular la información de las pruebas para establecer una relación a partir de la cual se determine el límite líquido.

El límite plástico se determina presionando y enrollando alternadamente a un hilo de 3,2 mm de diámetro (1/4 pulg), una porción pequeña de suelo plástico hasta que su contenido de humedad se reduzca hasta el punto en que el hilo se quiebre y no pueda ser más presionado y reenrollado. El contenido de humedad del suelo en este punto se reportará como el límite plástico.

El índice de plasticidad se calcula como la diferencia entre el límite líquido y el límite plástico.

#### a) Límite Líquido (Método Multipunto)

El procedimiento para la obtención de los contenidos de humedad se realiza en los laboratorios de mecánica de suelos y son repetitivos para cada contenido de humedad de la cantidad de veces que se necesite.

Si luego de varias pruebas a contenidos de humedad sucesivamente más altos, la pasta de suelo se sigue deslizando en la copa o si el número de golpes necesarios para cerrar la ranura es siempre menor a 25, se registrará que el límite líquido no pudo determinarse, y se reportará al suelo como no plástico sin realizar el ensayo de límite plástico.

Cálculos:

Representar la relación entre el contenido de humedad, W, y el número de golpes correspondientes, N, de la copa sobre un gráfico semilogarítmico con el contenido de humedad como ordenada sobre la escala aritmética, y el número de golpes como abscisa en la escala logarítmica. Trazar la mejor línea recta que pase por los tres o más puntos graficados.

Tomar el contenido de humedad correspondiente a la intersección de la línea con la abscisa de 25 golpes como el límite líquido del suelo.

#### b) Límite Plástico

Se determina el contenido de humedad del suelo contenido en los recipientes de acuerdo al método de ensayo NTP 339.127.

Cálculos:

Calcular el promedio de dos contenidos de humedad. Repetir el ensayo si la diferencia entre dos contenidos de humedad es mayor que el rango aceptable para dos resultados listados en la figura 5 (Tabla 1, de la NTP 339.127) para la precisión de un operador. El límite plástico es el promedio de los dos contenidos de humedad.

Índice de precisión y tipo de ensayo	Desviación Estándar <sup>B</sup>	Rango Aceptable de dos resultados <sup>B</sup>
Precisión de un operador simple:		
Límite líquido	0.8	2.4
Límite plástico	0.9	2.6
Precisión Multilaboratorio:		
Límite líquido	3.5	9.9
Límite plástico	3.7	10.6

Figura 4.

Tabla de Estimación de Precisión

Fuente: Norma técnica peruana NTP 339.127 del 2014

c) Índice Plástico

Cálculos:

Se calcula el índice de plasticidad de la siguiente forma:

$$IP = LL - LP$$

Donde:

IP = índice de plasticidad

LL = límite líquido

LP = límite plástico

Tanto el límite líquido como el límite plástico son números enteros.

Si no puede determinarse uno de ellos, o si el límite plástico es igual o mayor que el límite líquido, se reportará al suelo como no plástico, NP.

**c) Ensayo Contenido de Humedad**

Según la Norma Técnica Peruana (NTP 339.127), aprobado por La Comisión de Normalización y de Fiscalización de Barreras Comerciales no Arancelarias – CNB, en su versión revisada y publicada con fecha 24 de octubre de 2019, refiere lo siguiente:

El método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$W = \frac{\text{Peso de agua}}{\text{Peso de suelo seco al horno}} \cdot x. 100$$

$$W = \frac{M_{cws} - M_{cs}}{M_{cs} - M_c} \cdot x. 100 = \frac{M_w}{M_s} \cdot x. 100$$

En donde:

$W$  = es el contenido de humedad, en porcentaje.

$M_{cws}$  = es el peso del contenedor más el suelo húmedo, en gramos.

$M_{cs}$  = es el peso del contenedor más el suelo secado en horno, en gramos.

$M_c$  = es el peso del contenedor, en gramos.

$M_w$  = es el peso del agua, en gramos.

$M_s$  = es el peso de las partículas sólidas, en gramos.

#### **d) Clasificación de Suelos SUCS**

Según la Norma Técnica Peruana (NTP 339.134), aprobado por La Comisión de Normalización y de Fiscalización de Barreras Comerciales no Arancelarias – CNB, en su versión revisada y publicada con fecha 24 de octubre de 2019, refiere lo siguiente:

El método para la clasificación de suelos con propósitos de ingeniería (sistema unificado de clasificación de suelos, SUCS) describe un sistema para la clasificación de suelos minerales y orgánicos minerales con propósito de ingeniería, basado en la determinación en el laboratorio de las características de granulometría, límite líquido e índice plástico, y deberá ser utilizado cuando se requiera una clasificación precisa.

Tal como se muestra en la figura 6 (Tabla 1 de la NTP 339.134), este sistema de clasificación identifica tres grandes divisiones de suelos: suelos de grano grueso, suelos de grano fino y suelos altamente orgánicos. Estas tres divisiones son luego subdivididas en un total de 15 grupos básicos de suelo.

Basado en los resultados de observaciones visuales y en ensayos de laboratorio, un suelo es catalogado de acuerdo con los grupos básicos de suelos, asignándosele un símbolo (s) y nombre de grupo, quedando así clasificado. Los diagramas de flujo, de la figura 7 y figura 8 (Figura 1<sup>a</sup> y figura 1b de la NTP 339.134) para suelos de grano fino, y la figura 9 (Figura 2 de la NTP 339.134) para suelos de grano grueso, pueden ser utilizados para asignar el símbolo (s) y nombre de grupo apropiados.

### ***Clasificación de Turba***

Una muestra compuesta principalmente de tejido vegetal en varios estados de descomposición y tiene una textura de fibrosa a amorfa, con un color de marrón oscuro a negro, y un olor orgánico, deberá ser clasificado como turba, PT, y no estará sujeta a los procedimientos de clasificación aquí descritos.

### ***Procedimiento preliminar de clasificación***

- Clasifique al suelo como suelo de grano fino si el 50% o más del peso seco del espécimen pasa la malla N° 200 (75 -  $\mu$ m).
- Clasifique al suelo como suelo de grano grueso si más del 50% del peso seco del espécimen es retenido en la malla N° 200 (75 -  $\mu$ m).

### ***Procedimiento para la clasificación de suelos de grano fino***

- El suelo es una arcilla inorgánica si su posición en la carta de plasticidad, figura 10 (Figura 3 de la NTP 339.134), cae en o sobre la línea "A", el índice plástico es mayor de 4 y la

presencia de materia orgánica no influye en la determinación del límite líquido.

- Clasifique al suelo como una arcilla de baja plasticidad, CL, si el límite líquido es menor que 50. Véase el área identificada como CL en la figura 10 (Figura 3 de la NTP 339.134).
- Clasifique al suelo como una arcilla de alta plasticidad, CH, si el límite líquido es igual o mayor que 50. Véase el área identificada como CH en la figura 10 (Figura 3 de la NTP 339.134).
- Clasifique al suelo como una arcilla limosa, CL-ML, si su posición en la carta de plasticidad cae en o sobre la línea "A", y el índice plástico está en el rango de 4 a 7. Véase el área identificada como CL-ML en la figura 10 (Figura 3 de la NTP 339.134).
- El suelo es un limo inorgánico si su posición en la carta de plasticidad, figura 10 (Figura 3 de la NTP 339.134), cae por debajo de la línea "A" o el índice plástico es menor que 4, y la presencia de materia orgánica no influye en la determinación del límite líquido.
- Clasifique al suelo como un limo, ML, si el límite líquido es menor que 50. Vea el área identificada como ML en la figura 10 (Figura 3 de la NTP 339.134).
- Clasifique al suelo como un limo elástico, MH, si el límite líquido es igual o mayor que 50. Véase el área identificada como MH en la figura 10 (Figura 3 de la NTP 339.134).

- El suelo es un limo orgánico o una arcilla orgánica si existe presencia de materia orgánica en cantidad suficiente como para influenciar el valor del límite líquido.
- Si el suelo tiene un color oscuro y un olor orgánico cuando está húmedo y caliente, se deberá realizar un segundo ensayo para la determinación del límite líquido en un espécimen que ha sido secado al horno a una temperatura de  $110\text{ }^{\circ}\text{C} + 5^{\circ}\text{C}$  a un peso constante, generalmente de un día para otro.
- El suelo es un limo orgánico o una arcilla inorgánica si el límite líquido, después del secado al horno, es menor del 75% del límite líquido del espécimen original determinado antes de dicho secado.
- Clasifique al suelo como un limo orgánico o una arcilla orgánica, OL, si el límite líquido (sin secado al horno) es menor del 50%. Clasifique el suelo como un limo orgánico, OL, si el índice plástico es menor que 4, o su posición en la carta de plasticidad cae por debajo de la línea "A". Clasifique al suelo como una arcilla orgánica, OL, si el índice plástico es mayor o igual a 4 y su posición en la carta de plasticidad cae en o sobre la línea "A". Véase el área identificada como OL (ó CL-ML) en la figura 10 (Figura 3 de la NTP 339.134).
- Clasifique al suelo como una arcilla orgánica o limo orgánico, OH, si el límite líquido (sin secado al horno) es mayor o igual a 50%. Clasifique al suelo como un limo orgánico, OH, si su



posición en la carta de plasticidad cae por debajo de la línea “A”. Clasifique al suelo como una arcilla orgánica, OH, si su posición en la carta de plasticidad cae en o sobre la línea “A”. Véase el área identificada como OH en la figura 10 (Figura 3 de la NTP 339.134).

- Si menos del 30% pero el 15% o más del espécimen de ensayo es retenido en la malla N° 200 (75 –  $\mu\text{m}$ ), las palabras “con arena y/o grava” deberán ser añadidas al símbolo. Por ejemplo, arcilla poco plástica con arena, CL; limo con arena y grava, ML.
- Si el 30% o más del espécimen de ensayo es retenido en la malla N° 200 (75 –  $\mu\text{m}$ ), las palabras “arenoso” o “gravoso” deberán ser añadidas al símbolo. Añada la palabra “arenoso” si el 30% o más del espécimen de ensayo es retenido en la malla N° 200 (75 –  $\mu\text{m}$ ) y la porción de grano grueso es predominantemente grava. Por ejemplo, arcilla arenosa de baja plasticidad, CL; arcilla gravosa de alta plasticidad, CH; limo arenoso, ML.

***Procedimiento para la clasificación de suelos de grano grueso***

- Clasifique al suelo como grava si más de 50% de la fracción gruesa [mayor que la malla N° 200 (75 -  $\mu\text{m}$ )] es retenida en la malla N° 4 (4,75 – mm)

- Clasifique al suelo como una arena si el 50% de la fracción gruesa [mayor que la malla N° 200 (75 -  $\mu\text{m}$ )] pasa la malla N° 4 (4,75 – mm)
- Si el 12% ó menos del espécimen de ensayo pasa la malla N° 200 (75 -  $\mu\text{m}$ ), deberá graficar la curva granulométrica, figura 11 (Figura 4 de la NTP 339.134), y calcular el coeficiente de uniformidad,  $C_u$ , y el coeficiente de la curvatura,  $C_c$ , tal como lo indica las ecuaciones 1 y 2.

$$C_u = D_{60} / D_{10} \quad (1)$$

$$C_c = (D_{30})^2 / (D_{10} \times D_{60}) \quad (2)$$

Donde:

$D_{10}$ ,  $D_{30}$  y  $D_{60}$  = diámetros de partículas correspondientes al 10, 30 y 60%, respectivamente, del peso acumulado que pasa la curva granulométrica, figura 11 (Figura 4 de la NTP 339.134).

- Si menos del 5% del espécimen de ensayo pasa la malla N° 200 (75 -  $\mu\text{m}$ ), clasifique al suelo como una grava bien graduada, GW, o arena bien graduada, SW, si  $C_u$  es mayor que 4,0 para grava o mayor que 6,0 para arena, y  $C_c$  es mayor o igual que 1 pero no mayor que 3.
- Si menos del 5% del espécimen de ensayo pasa la malla N° 200 (75 -  $\mu\text{m}$ ), clasifique al suelo como una grava pobremente graduada, GP, o arena pobremente graduada, SP, si tanto el

Cu como el Cc no satisfacen los criterios para suelos bien graduados.

- Si más del 12% del espécimen de ensayo pasa la malla N° 200 (75 -  $\mu\text{m}$ ), el suelo deberá ser considerado como suelo de grano grueso con finos. Los finos son catalogados como arcillosos o limoso en base a su ubicación en la carta de plasticidad, figura 10 (Figura 3 de la NTP 339.134).
- Clasifica al suelo como una grava arcillosa, GC, o arena arcillosa, SC, si los finos son arcillosos, esto es, si su posición en la carta de plasticidad, figura 10 (Figura 3 de la NTP 339.134), cae por debajo de la línea "A", o el índice plástico es mayor que 7.
- Clasifica al suelo como una grava limosa, GM, o arena limosa, SM, si los finos son limosos, esto es, si su posición en la carta de plasticidad, figura 10 (Figura 3 de la NTP 339.134) cae por debajo de la línea "A", o el índice plástico es menor que 4.
- Si el grafico de los finos resulta en una arcilla limosa, CL-ML, clasifique al suelo como una grava arcillosa limosa, GC-GM, si este es una grava o como arena arcillosa limosa, SC-SM, si este es una arena.
- Si del 5 al 12% del espécimen de ensayo pasa la malla N° 200 (75 -  $\mu\text{m}$ ), asigne al suelo una clasificación dual utilizando dos símbolos de grupos.
- El primer símbolo deberá corresponder a aquel designado para una grava o una arena que tiene menos del 5% de finos

(GW, GP, SW, SP), y el segundo símbolo corresponderá a una grava o una arena que tiene más del 12% de finos (GC, GM, SC, SM).

- El nombre corresponderá al del primer símbolo adicionándole “con arcilla” o “con limo” para indicar las características de plasticidad de los finos. Por ejemplo, grava bien graduada con arcilla, GW-GC; arena pobremente graduada con limo, SP-SM.
- Si el espécimen es predominantemente arena o grava, pero contiene 15 % o más de otros constituyentes de grano grueso las palabras “con gravas” o “con arenas” deberán acompañar al nombre. Por ejemplo, grava pobremente graduada con arena, arena arcillosa con grava.
- Si la muestra de campo contiene bolones o bloques o ambos, las palabras “con bolones” o “con bolones y bloques” deberán acompañar al nombre. Por ejemplo, grava limosa con bolones, GM.

Criterios para asignar Símbolo , Nombre utilizando ensayo de laboratorio <sup>A</sup>				Clasificación del Suelo		
				Símbolo de Grupo	Nombre de Grupo <sup>B</sup>	
Suelos de Grano Grueso Más del 50% es retenido en la malla N° 200.	Gravas Más del 50% de la fracción gruesa es retenida en la malla N° 4	Gravas Limpias Menos del 5% de finos <sup>C</sup>	$Cu \geq 4$ y $1 \leq Cc \leq 3$ <sup>E</sup>	GW	Grava bien graduada <sup>F</sup>	
		Gravas con Finos Más del 12% de finos <sup>C</sup>	$Cu < 4$ y/o $1 > Cc > 3$ <sup>E</sup>	GP	Grava pobremente graduada <sup>F</sup>	
			Los finos se clasifican como ML o MH	GM	Grava limosa <sup>F, G, H</sup>	
	Arenas 50% o más de la fracción gruesa pasa la malla N° 4	Arenas Limpias Menos del 5% de finos <sup>D</sup>	$Cu \geq 6$ y $1 \leq Cc \leq 3$ <sup>E</sup>	SW	Arena bien graduada <sup>I</sup>	
		Arenas con Finos Más del 12% de finos <sup>D</sup>	$Cu < 6$ y/o $1 > Cc > 3$ <sup>E</sup>	SP	Arena pobremente graduada <sup>I</sup>	
			Los finos se clasifican como ML o MH	SM	Arena limosa <sup>G, H, I</sup>	
Suelos de Grano Fino 50% o más pasa la malla N° 200.	Limos y Arcillas Límite Líquido < 50	inorgánico	$Ip > 7$ y cae en o sobre la línea "A" <sup>J</sup>	CL	Arcilla de baja plasticidad <sup>K, L, M</sup>	
		orgánico	$Ip < 4$ y cae bajo la línea "A" <sup>J</sup>	ML	Limo <sup>K, L, M</sup>	
			Límite líquido - secado al horno <0.75	OL	Arcilla orgánica <sup>K, L, M, N</sup>	
	Limos y Arcillas Límite Líquido $\geq$ 50	inorgánico	Límite líquido - sin secado al horno		CH	Limo orgánico <sup>K, L, M, O</sup>
		orgánico	$Ip$ cae en o sobre la línea "A"		MH	Arcilla de alta plasticidad <sup>K, L, M</sup>
			$Ip$ cae bajo la línea "A"		OH	Limo elástico <sup>K, L, M</sup>
Suelos altamente orgánicos	Patrón de Identificación principal, color oscuro y olor orgánico.		<0.75	PT	Arcilla orgánica <sup>K, L, M, P</sup>	
					Limo orgánico <sup>K, L, M, Q</sup>	
					Turba	

<sup>A</sup> Basado en el material que pasa la malla de 3 pulg. (75 mm)

<sup>B</sup> Si la muestra de campo contiene bloques o bolones o ambos adicionar al nombre " con bloques o bolones, o ambos"

<sup>C</sup> Gravas con 5 a 12% de finos requiere símbolo dual:  
 GW - GM grava bien graduada con limo  
 GW - GC grava bien graduada con arcilla  
 GP - GM grava pobremente graduada con limo  
 GP - GC grava pobremente graduada con arcilla

<sup>D</sup> Arenas con 5 a 12% de finos requiere símbolo dual:  
 SW - SM arena bien graduada con limo  
 SW - SC arena bien graduada con arcilla  
 SP - SM arena pobremente graduada con limo  
 SP - SC arena pobremente graduada con arcilla

<sup>E</sup>  $Cu = D_{60}/D_{10}$        $Cc = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}}$

<sup>F</sup> Si el suelo contiene > 15% de arena, agregar "con arena" al nombre.

<sup>G</sup> Si los finos se clasifican como CL - ML, utilice el símbolo dual GC-GM o SC-SM.

<sup>H</sup> Si los finos son orgánicos, adicionar "con finos orgánicos" al nombre.

<sup>I</sup> Si el suelo contiene > 15% de grava, agregar "con grava" al nombre.

<sup>J</sup> Si los límites de Atterberg ubican al suelo en el área sombreada, el suelo es un CL-ML, arcilla limosa

<sup>K</sup> Si el suelo contiene de 15% a 29% de material que pasa la malla N° 200, adicionar "con arena" o "con grava", el que predomine más.

<sup>L</sup> Si el suelo contiene > 30% de material que pasa la malla N° 200 y es predominantemente arena, adicionar arenoso al nombre.

<sup>M</sup> Si el suelo contiene > 30% de material que pasa la malla N° 200 y es predominantemente grava, adicionar gravoso al nombre.

<sup>N</sup>  $IP > 4$  y se ubica en o sobre la línea "A"

<sup>O</sup>  $IP < 4$  o se ubica bajo la línea "A"

<sup>P</sup>  $IP$  cae en o sobre la línea "A"

<sup>Q</sup>  $IP$  cae bajo la línea "A"

Figura 5.

Tabla para Clasificación de Suelos

Fuente: Norma técnica peruana NTP 339.134 del 2014

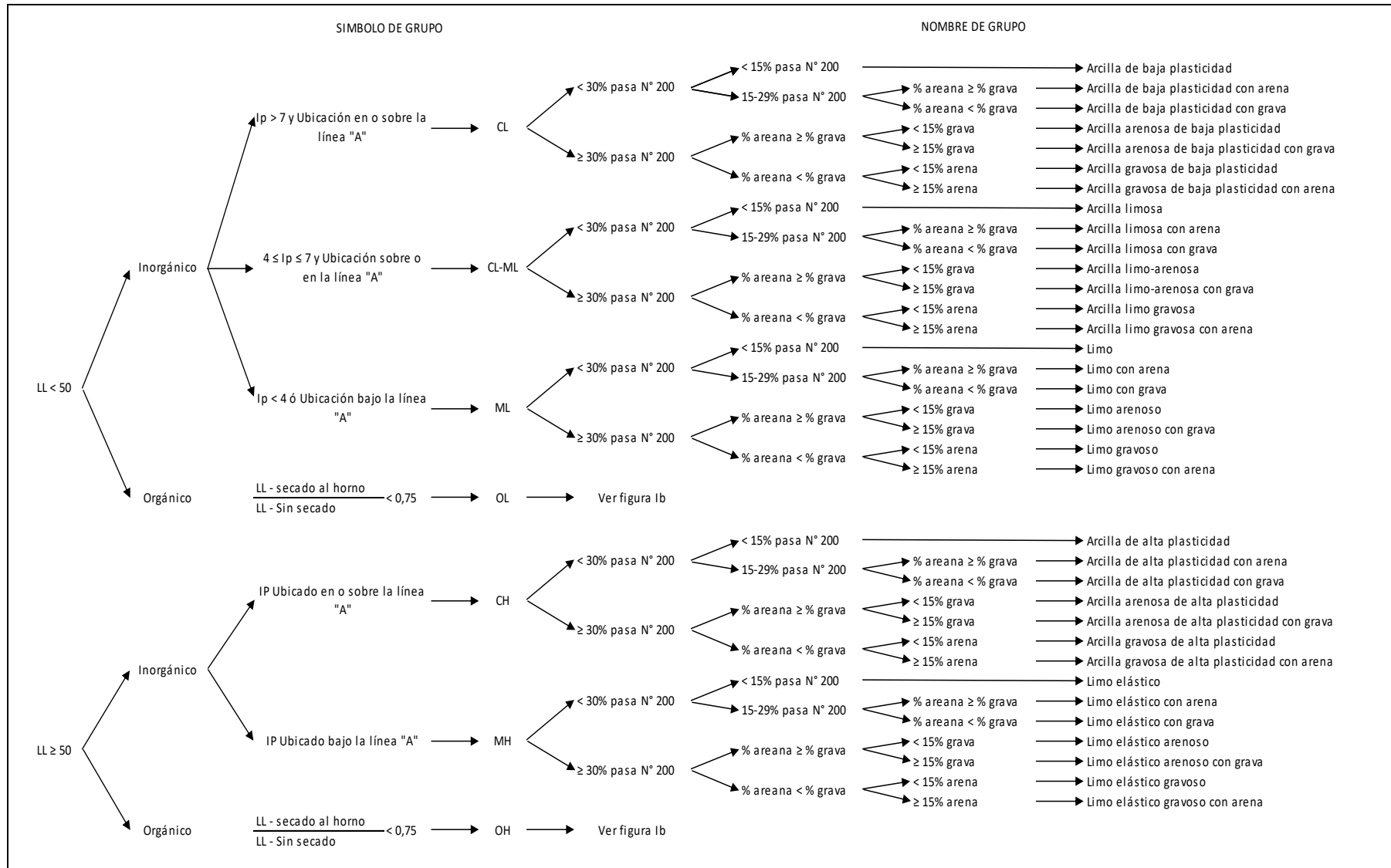


Figura 6.  
 Carta de Flujo para clasificación de suelos de grano fino (50% o más pasa la malla N° 200)  
 Fuente: Norma técnica peruana NTP 339.134 del 2014

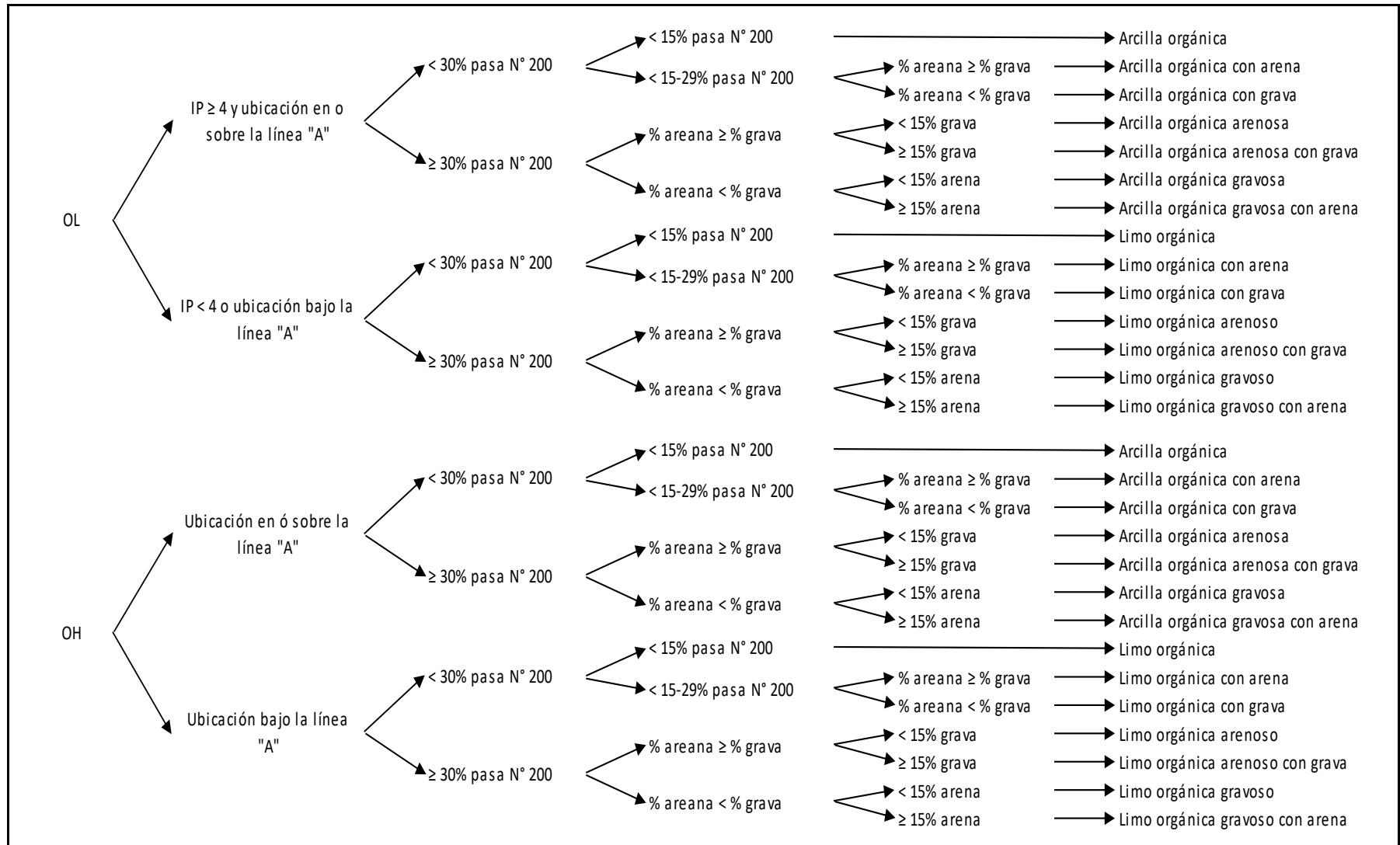


Figura 7.  
 Carta de Flujo para clasificación de suelos de grano fino orgánico (50% o más pasa la malla N° 200)  
 Fuente: Norma técnica peruana NTP 339.134 del 2014

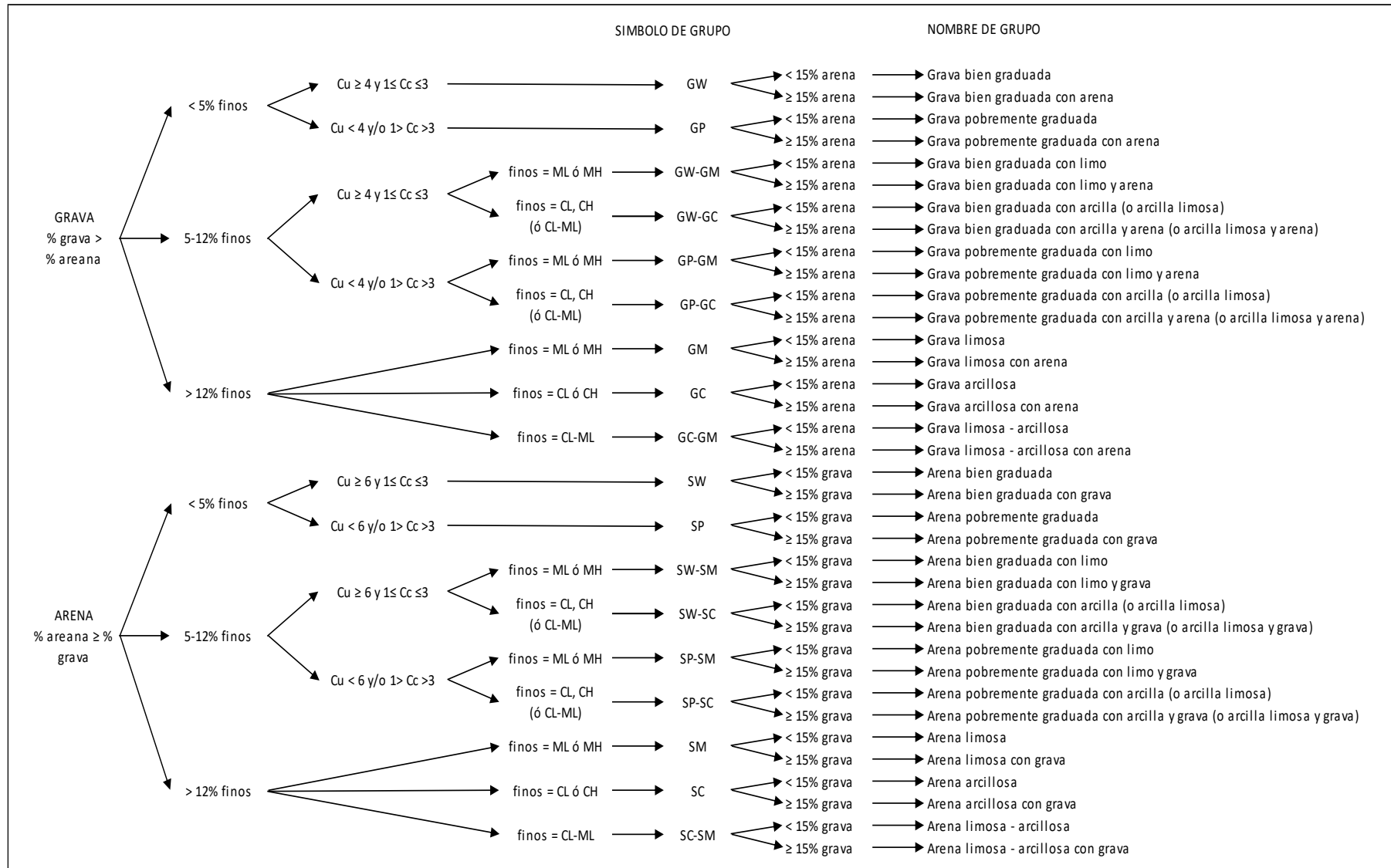


Figura 8.  
Carta de Flujo para clasificación de suelos de grano grueso (más del 50% es retenido en la malla N° 200)

Fuente: Norma técnica peruana NTP 339.134 del 2014



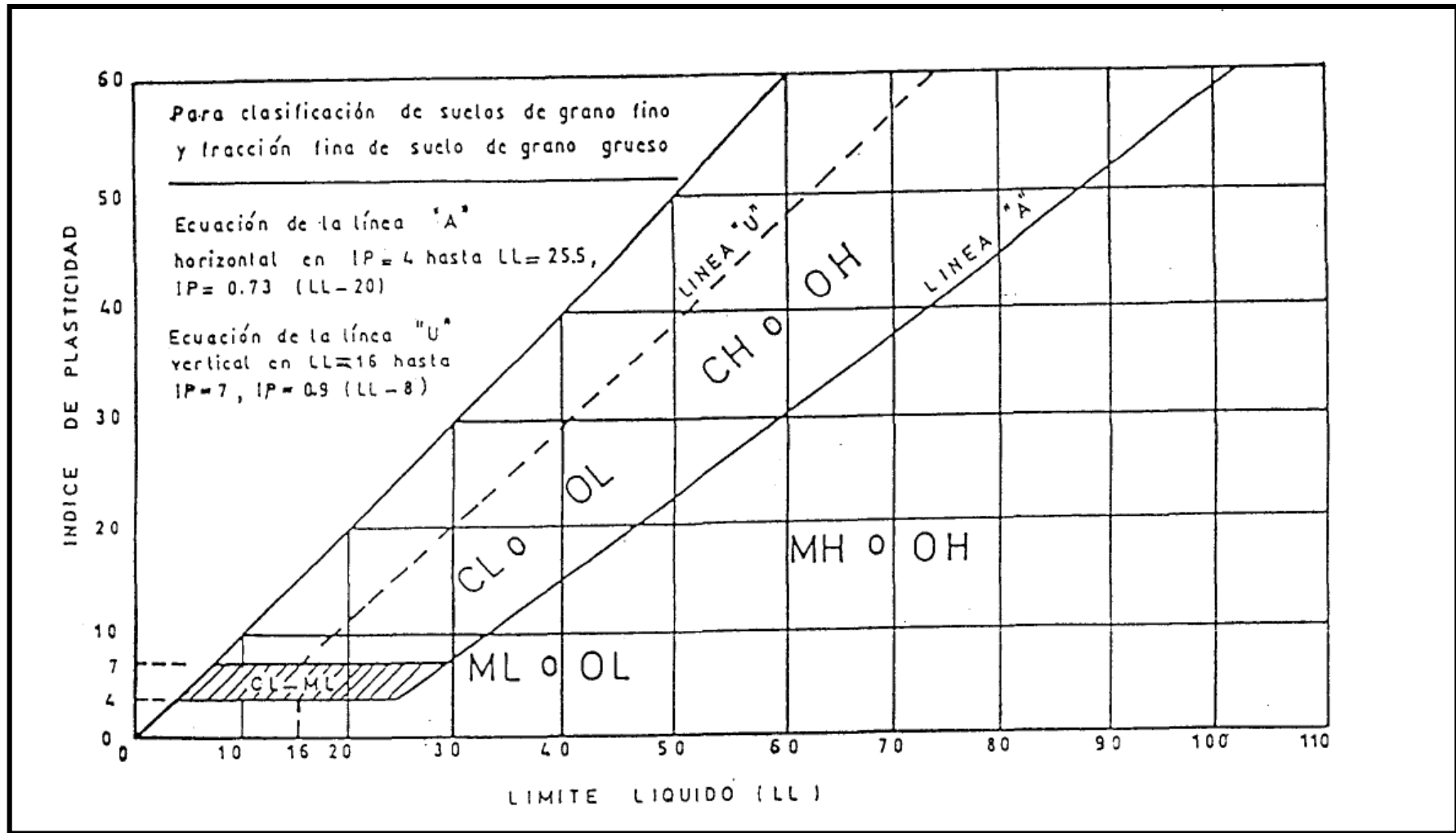


Figura 9.

Carta de Plasticidad

Fuente: Norma técnica peruana NTP 339.134 del 2014



## **2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS**

### **2.3.1. Software TJDSUELO versión 1.0**

El Software TJDSUELO versión 1.0 es un programa diseñado para optimizar tiempos, es didáctico, interactivo, amigable e intuitivo, la cual tiene un mejor procesamiento de datos, te genera reportes, tiene una presentación final de los resultados y cuenta con una base de datos, de los ensayos estándar de laboratorio de mecánica de suelos de los proyectos ingresados.

TJDSUELO versión 1.0 desarrolla los siguientes ensayos estándar de laboratorio como el Análisis Granulométrico según la NTP 339.128, calculando los porcentajes que pasan por los tamices utilizados en laboratorio, así como la representación gráfica de su curva granulométrica. En el ensayo de límite consistencia según la NTP 339.129, calcula los porcentajes de los límites (límite líquido, plástico e índice de plasticidad), así como la representación gráfica para la determinación del límite líquido. En el ensayo de Contenido de humedad según NTP 339.127, calcula el porcentaje de humedad que tiene el suelo. En el ensayo de Clasificación SUCS según la NTP 339.134, da como resultado la simbología y la descripción del tipo de suelo clasificado según el sistema de clasificación; además de mostrarte el desarrollo paso a paso de manera didáctica hasta llegar al resultado final.

#### **a) Software**

“La ingeniería del software es una disciplina de la ingeniería que comprende todos los aspectos de la producción de software

desde las etapas iniciales de las especificaciones del sistema, hasta el mantenimiento de éste después de que se utiliza”. (Sommerville, 2006, pág. 6)

“Los productos de software consisten en programas desarrollados y en la documentación asociada. Los atributos esenciales de los productos son la mantenibilidad, confiabilidad, eficiencia y aceptabilidad”. (Sommerville, 2006, pág. 16)

### **2.3.2. Ensayos estándar de mecánica de suelos**

Los ensayos estándar de mecánica de suelos son ensayos de laboratorio que nos permiten estudiar a las propiedades del suelo mediante las muestras obtenidas del terreno objeto de análisis, las cuales sirven para la clasificación o caracterización geotécnica de un tipo de suelo (gravas, arenas, arcillas y limos) según sus normativas y parámetros establecidos al nivel internacional.

Estos ensayos estándar están comprendidos en varios ensayos de laboratorio de mecánica de suelos, entre los que se han desarrollado para el software TJDSUELO versión 1.0, son los siguientes:

#### **a) Análisis Granulométrico**

El análisis granulométrico de los suelos o granulometría de suelos según Geotecnia Facil, (2021), es un ensayo básico y sencillo para caracterizar un suelo, esto no quiere decir que sea el menos importante. A partir de este ensayo ya nos podemos aproximar a

las características geotécnicas principales que tiene un suelo como por ejemplo la capacidad portante, deformabilidad o permeabilidad. Por otro lado, la granulometría por tamizado consiste en graficar la **curva granulométrica** de una muestra, la cual representa la distribución de los tamaños de las partículas de la muestra de suelo. Para ello se hace pasar una muestra ya sea inalterada o alterada por **tamices o mallas** por vía seca con diferentes aberturas.

**b) Ensayos límites de consistencia**

Según la Norma Técnica Peruana (NTP 339.129), (2014), afirma que el límite líquido es el “contenido de humedad, expresado en porcentaje, para el cual el suelo se halla en el límite entre los estados líquido y plástico”, es decir, que es la frontera convencional que se encuentre entre dichos estados.

Asimismo, esta norma define al límite plástico como el “contenido de humedad, expresado en porcentaje, para el cual el suelo se halla en el límite entre los estados plástico y semisólido”, es decir que es la frontera convencional entre dichos estados, donde el contenido de humedad es el más bajo, cuando el suelo comienza a fracturarse al ser amasado en rollitos de 3 mm de diámetro.

También la Norma Técnica Peruana 339.129, (2000), manifiesta que el índice de plasticidad, es el “rango de contenido de humedad sobre el cual un suelo se comporta plásticamente”, el cual es la diferencia del límite líquido con el límite plástico.

**c) Contenido de humedad**

Según la Norma Técnica Peruana (NTP 339.127), (2014), afirma que “la humedad o contenido de humedad de un suelo es la relación, expresada como porcentaje, del peso de agua en una masa dada de suelo, al peso de las partículas sólidas”.

**d) Clasificación SUCS**

Según la Norma Técnica Peruana (NTP 339.134), (2014), afirma lo siguiente:

Este método de ensayo clasifica suelos provenientes de cualquier localización geográfica dentro de categorías que representan los resultados de los ensayos de laboratorio prescritos para determinar las características de granulometría, límite líquido e índice plástico. Las diversas agrupaciones de este sistema de clasificación, han sido diseñadas para correlacionar en una forma general los diversos tipos de suelos con su comportamiento dentro del campo de la ingeniería. Este método proporciona un primer paso útil en cualquier investigación de campo o de laboratorio, con propósitos de ingeniería geotécnica.

***Terminología***

Excepto a la siguiente lista, todas las determinaciones están de acuerdo con las definiciones ASTM D653.

Nota: Para las partículas retenidas en la malla estándar de 3 pulg. (75 mm), se sugiere las siguientes definiciones:

- Bolones: partículas de roca que pasan por una malla cuadrada de 12 pulg. (300 mm) de abertura y son retenidas en una malla estándar de 3 pulg. (75 mm), y
- Bloques: partículas de roca que no pasan la malla con abertura cuadrada de 12 pulg. (300 mm).

Grava: partículas de roca que pasan la malla de 3 pulg. (75 mm) y son retenidas en la malla N° 4 (4,75 mm), y a su vez tienen las siguientes sub-divisiones:

- Gruesa: pasa la malla de 3 pulg. (75 mm) y es retenidas en la malla de 3/4 pulg. (19 mm), y
- Fina: pasa la malla de 3/4 pulg. (19 mm) y es retenidas en la malla de N° 4 pulg. (4,75 mm).

Arena: partículas de roca que pasan la malla N° 4 (4,75 mm) y son retenidas en la malla estándar N° 200 (75 -  $\mu$ m) con las siguientes sub-divisiones:

- Gruesa: pasa la malla N° 4 (4,75 mm) y es retenidas en la malla N° 10 (2 mm)
- Media: pasa la malla N° 10 (2 mm) y es retenidas en la malla N° 40 (425 -  $\mu$ m), y
- Fina: pasa la malla N° 40 (425 -  $\mu$ m), y es retenidas en la malla N° 200 (75 -  $\mu$ m).

Arcilla: suelo que pasa la malla estándar N° 200 (75 –  $\mu$ m) y puede exhibir plasticidad (propiedades plásticas) dentro de un cierto rango

de contenido de humedad y que tiene una considerable resistencia cuando está seco. Con propósito de clasificación, una arcilla es un suelo de grano fino, o la porción de grano fino de un suelo, con un índice plástico igual o mayor que 4, y su ubicación dentro de un gráfico de índice plástico versus límite líquido cae en o sobre la línea "A".

Limo: suelo que pasa la malla estándar N° 200 (75 –  $\mu\text{m}$ ), que es no plástico o muy poco plástico y que exhibe poca o ninguna resistencia cuando se seca al aire. Con propósito de clasificación, un limo es un suelo de grano fino, o la porción de grano fino de un suelo, con un índice plástico menor que 4 o que su ubicación en el gráfico de índice plástico versus límite líquido cae por debajo la línea "A".

Arcilla Orgánica: una arcilla con suficiente contenido de materia orgánica como para influenciar las propiedades del suelo. Con propósitos de clasificación, una arcilla orgánica es un suelo que podría ser clasificado como una arcilla, excepto que el valor de su límite líquido después del secado al horno es menor que el 75 % del valor de su límite líquido antes del secado.

Limo Orgánico: un limo con suficiente contenido de materia orgánica como para influenciar las propiedades del suelo. Con propósitos de clasificación, un limo orgánico es un suelo que podría ser clasificado como un limo, excepto que el valor de su límite



líquido después del secado al horno es menor que el 75 % del valor de su límite líquido antes del secado.

Turba: un suelo compuesto de tejido vegetal en varios estados de descomposición, usualmente con un olor orgánico, un color oscuro a negro, una consistencia esponjosa y una textura que va desde fibrosa a amorfa.

### **Descripción de términos específicos**

Coeficiente de curvatura (Cc): es la relación  $(D_{30})^2 / (D_{10} \times D_{60})$ , donde  $D_{60}$ ,  $D_{30}$  y  $D_{10}$  son los diámetros de las partículas correspondientes al 60, 30 y 10% de suelo más fino que el tamaño específico en la curva de distribución acumulativa del tamaño de partículas, respectivamente.

Coeficiente de uniformidad (Cu): es la relación  $D_{60} / D_{10}$ , donde  $D_{60}$  y  $D_{10}$  son los diámetros de las partículas correspondientes al 60 y 10% de suelo más fino que el tamaño específico en la curva de distribución acumulativa del tamaño de partículas, respectivamente.

Dichos ensayos de laboratorio permiten obtener mayor información del suelo estudiado los cuales son presentados en un informe de estudio de mecánica de suelos, para un determinado proyecto.

## **CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

### **3.1. METODOLOGÍA Y TÉCNICAS UTILIZADAS**

#### **3.1.1. Tipo y nivel de investigación**

Según, (Hernández Sampieri, Fernando Collado, & Batista Lucio, 2010), el tipo de investigación es cuantitativa toda vez que la “investigación cuantitativa se pretende generalizar los resultados encontrados en un grupo o segmento (muestra) a una colectividad mayor (universo o población). También se busca que los estudios efectuados puedan replicarse”.

#### **3.1.2. Nivel de investigación**

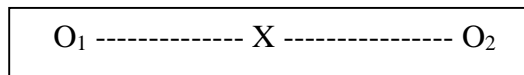
El nivel de investigación según (Carrasco Díaz, 2010), es experimental porque en este nivel se “aplica un nuevo sistema, modelo, tratamiento, programa, método o técnica para mejorar y corregir la situación problemática, que ha dado origen al estudio de investigación”.

#### **3.1.3. Diseño de investigación.**

En el presente trabajo de investigación se utilizó el Diseño de acuerdo a (Sanchez Carlessi & Reyes Meza, 2015), denominado según él, Diseño Pre-test Post-Test con un solo grupo. La ejecución de este diseño implica tres pasos a ser realizados por parte del investigador:

- Una medición previa de la variable dependiente a ser estudiada (Pre-test)
- Introducción o aplicación de la variable independiente o experimental X a los sujetos del grupo; y
- Una nueva medición de la variable dependiente en los sujetos (Post test)

El esquema o diseño quedo definido de la siguiente manera:



En donde:

X = Es la ejecución del software TJDSUELO versión 1.0

O<sub>1</sub> = Aplicación de una prueba de entrada o pre – test.

O<sub>2</sub> = Aplicación de la prueba de salida o post – test.

## 3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

### 3.2.1. Población

La población según (Carrasco Díaz, 2010), quien lo define como un “conjunto de todos los elementos que forman parte del espacio territorial al que pertenece el problema de investigación y posee características mucho más concretas que el universo”

La población está conformada por el Ing. Responsable que trabaja en las empresas que realizan los trabajos de estudio de mecánica de suelos, que hacen un total de 5 ingenieros, ello se determinó a través de la técnica del censo.

### 3.2.2. Muestra

La muestra según (Carrasco Díaz, 2010), quien lo define como “un fragmento representativo de la población, que debe poseer las mismas propiedades y características de ella. Para ser objetiva requiere ser seleccionada con técnicas adecuadas”.

Para determinar el tamaño de la muestra se realizó con la fórmula que propone (Borjas Suarez, 2012),

$$n = \frac{Z^2 \times p \times q \times N}{e^2 \times (N - 1) + Z^2 \times p \times q}$$

$$n = \frac{(1.96)^2 \times 0.5 \times 0.5 \times 5}{(0.05)^2 \times (5 - 1) + (1.96)^2 \times 0.5 \times 0.5} = \frac{4.802}{0.01 + 0.9604}$$

$$= \frac{4.802}{0.9704} = 4.94 = 5$$

Donde:

n = Muestra

Z = Nivel de confianza = 95% =  $\frac{95}{100} = 0.95 = 1.96$

p = Nivel de éxito = 50% =  $\frac{50}{100} = 0.5$

q = Nivel de fracaso = 50% =  $\frac{50}{100} = 0.5$

e = Margen de Error = 5% =  $\frac{5}{100} = 0.05$

N = Población = 5.

Por tanto, el tamaño de la muestra es de 5 individuos.

## **CAPÍTULO IV: DESARROLLO DEL SOFTWARE PROPUESTO PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LOS ENSAYOS ESTÁNDAR DE MECÁNICA DE SUELOS**

En el presente capítulo se explica el proceso de desarrollo del software propuesto usando la metodología XP (eXtremme Programming), el cual es una metodología ágil que se caracteriza por tener una respuesta rápida y es fácil de adaptarse a la gran cantidad de cambios que se realizan de forma constantes según los requerimientos que se necesiten para el desarrollo del software hasta llegar al producto final, esto permitirá tener un mejor control de las versiones. Dicha metodología comienza con las siguientes fases: fase de exploración, fase de planificación, fase de iteraciones, fase de producción, fase de mantenimiento y fase de muerte del proyecto. De las cuales, las dos últimas fases no serán contempladas porque no forman parte del alcance del proyecto.

### **4.1. FASE DE EXPLORACIÓN**

En esta fase el programador utiliza cada parte de la tecnología a ser usada durante el proyecto. Se exploran todas las posibilidades que puede tener la arquitectura del software y se emplea de una o dos semanas para construir los prototipos que cumplan la funcionalidad básica de dos o tres formas diferentes.

Así mismo, en esta fase el programador estima la duración de cada historia de usuario, que al finaliza el desarrollo de la historia reporta la duración real de dicho esfuerzo.

#### **4.1.1. Historias de Usuario**

Las historias de usuario es una técnica utilizada en la metodología XP, que sirve para describir de manera corta y simple los requerimientos del software. En ella se tiene que indicar cuáles serán las características

con la que debe contar el sistema desde la perspectiva del cliente. Para el desarrollo de este software se cuenta con seis (6) módulos o grupos funcionales:

- Gestión de Proyectos y Datos Generales
- Ensayo de Análisis Granulométrico
- Ensayo de Límites de Consistencia
- Ensayo de Contenido de Humedad
- Ensayo de Clasificación SUCS
- Visualización de Reportes de los Ensayos

Historia de Usuario			
Numero:		Usuario:	Administrador
Nombre de Historia:			
Prioridad en Negocio: (Alta, Media, Baja)		Riesgo en Desarrollador: (Alta, Media, Baja)	
Puntos Estimados:		Iteración Asignada:	
Programador Responsable:			
Descripción:			
Observaciones:			

Figura 11.  
Modelo de Historia de Usuario  
Fuente: Elaboración propia.

#### a) Funcionalidad General (Requerimientos No Funcionales)

Como requisitos generales del sistema se consideran principalmente funcionalidad, eficiencia, confiabilidad, usabilidad, escalabilidad y portabilidad.

**Funcionalidad:** el sistema debe cumplir todas las funciones para lo que fue creado y así poder satisfacer las necesidades requeridas.

**Eficiencia:** el sistema debe optimizar el tiempo en el procesamiento de datos y arrojado de resultados para el cálculo de los ensayos

estándar de laboratorios de mecánica de suelos a través del procesamiento rápido de la información.

**Confiabilidad:** el sistema debe operar sin fallas bajo los requerimientos establecidos durante su periodo de uso.

**Usabilidad:** el sistema debe ser fácil de usar, comprender y aprender para el usuario.

**Escalabilidad:** el sistema deber tener la facilidad de adaptación y respuesta a los constantes cambios realizados por el cliente.

**Portabilidad:** el sistema se debe caracterizar por poder ser ejecutado en diferentes plataformas y/o sistemas operativos.

## **b) Gestión de Proyectos y Datos Generales**

El módulo de gestión de proyectos consiste en la visualización de forma ordenada de los proyectos de EMS ingresados, que además cuenta con un buscador que facilitará poder encontrar un determinado proyecto de manera rápida y sencilla, ya sea por el nombre del proyecto, solicitante o ubicación. También cuenta con botones que nos dirigen a otros módulos para poder registrar un nuevo proyecto o modificar los datos de los proyectos ya registrados y botones de ingresos a los reportes de los ensayos que el software realiza.

El módulo de datos generales consiste en el registro de datos generales y el de agregar muestras. En la parte de datos generales se ingresará los datos del proyecto a realizar (nombre del proyecto, ubicación y solicitante), para ser guardados y almacenados en una base de dato. Luego de ello, se habilitará la parte de agregar muestras

en la que se ingresará toda la información básica referente a los datos de las muestras (calicata, muestra, profundidad, peso seco, material, método de exploración, fecha de muestreo, proporcionada), así como un listado de selección de tamices, para luego ser agregados en el listado de muestras que se mostrara en la parte inferior, la cual también serán guardados y almacenados en un base de datos.

Estos módulos estarán a cargo del usuario (laboratorista) y tendrá control sobre:

**Buscar:** es una caja de texto donde se podrá escribir el proyecto que se desea encontrar, ya sea por el nombre del proyecto, ubicación o solicitante.

**Datos generales:** para poder ingresar las descripciones del proyecto (nombre del proyecto, ubicación y solicitante).

**Agregar muestras:** para poder ingresar las descripciones de las muestras (calicata, muestra, profundidad, peso seco, material, método de exploración, fecha de muestreo, proporcionada).

**Seleccionar tamices:** listado en grillas donde se podrá seleccionar los tamices con trabajar cada una de las muestras.

### c) **Ensayo de Análisis Granulométrico**

Este módulo comprende el desarrollo de los cálculos respectivos del ensayo de análisis granulométrico, en la que se muestra el cuadro granulométrico, descripción de la muestra (D10, D30, D60, tamaño máximo de la partícula, coeficiente de curvatura, coeficiente de uniformidad) y un botón donde se visualiza el grafico de la curva



granulométrica. Este módulo estará a cargo del usuario (laboratorista) y tendrá control sobre:

**Peso retenido:** son celdas editables dentro del cuadro granulométrico donde se ingresará la información de los pesos retenidos del ensayo, obtenidos por el usuario (laboratorista).

**Observaciones:** es la caja de texto donde el usuario (laboratorista), podrá describir sus observaciones respecto al procedimiento o resultados obtenidos del ensayo.

#### **d) Ensayo de Límites de Consistencia**

Este módulo comprende el desarrollo de los cálculos respectivos del ensayo de límites de consistencia, en la que se muestra tres cuadros (grillas) donde se mostraran la cantidad de ensayos registrados, además, existe una sección donde se realiza el ingreso de los datos de los ensayos de límite liquido secado al aire (LLsa), límite liquido secado al horno (LLsh) y limite plástico (LP), y una sección llamada constantes físicas de la muestra donde se mostrarán los resultados finales de los cálculos (límite liquido secado al aire, límite liquido secado al horno, limite plástico e índice de plasticidad) y por último se cuenta con un botón donde se visualiza el grafico para la determinación del límite líquido. Este módulo estará a cargo del usuario (laboratorista) y tendrá control sobre:

**Registro de ensayos:** son las cajas de texto numérico donde se ingresarán la información obtenida de los ensayos por el laboratorista

para el límite líquido secado al aire, límite líquido secado al horno y límite plástico.

**Observaciones:** es la caja de texto donde el usuario (laboratorista), podrá describir sus observaciones respecto al procedimiento o resultados obtenidos del ensayo.

#### e) **Ensayo de Contenido de Humedad**

Este módulo comprende el desarrollo de los cálculos respectivos del ensayo de contenido de humedad, en la que se muestra un cuadro (grilla) donde se mostrarán la cantidad de ensayos registrados, además, existe una sección donde se realiza el ingreso de los datos de los ensayos de contenido de humedad u por ultima una sección llamada resultados donde se visualiza el resultado final del cálculo de contenido de humedad. Este módulo estará a cargo del usuario (laboratorista) y tendrá control sobre:

**Registro de ensayos:** son las cajas de texto numérico donde se ingresarán la información obtenida de los ensayos por el usuario (laboratorista) para el contenido de humedad.

**Observaciones:** es la caja de texto donde el usuario (laboratorista), podrá describir sus observaciones respecto al procedimiento o resultados obtenidos del ensayo.

#### f) **Ensayo de Clasificación SUCS**

Este módulo comprende el desarrollo de los cálculos respectivos del ensayo de clasificación SUCS, en la que se muestra un cuadro (grilla)

de la información obtenida del ensayo de análisis granulométrico, y una descripción de la muestra obtenida del ensayo de análisis granulométrico y el ensayo de límites de consistencia. Además de un cuadro donde muestra el desarrollo paso a paso de la obtención del resultado de la clasificación SUCS. Este módulo estará a cargo del usuario (laboratorista) y tendrá control sobre:

**Observaciones:** es la caja de texto donde el usuario (laboratorista), podrá describir sus observaciones respecto al procedimiento o resultados obtenidos del ensayo.

#### **g) Visualización de Reportes de los Ensayos**

Este módulo comprende la visualización de los reportes de todos los ensayos realizado (análisis granulométrico, límites de consistencia y contenido de humedad), los cuales son generados a partir de la información registrada y el desarrollo de las mismas hasta obtener sus resultados de cada ensayo registrado de un determinado proyecto. Este módulo mostrara los siguiente:

- Encabezado con el nombre del ensayo que está mostrando el reporte y su normativa.
- Cuadro de datos generales.
- Cuadro de datos de la muestra.
- Desarrollo o procedimiento del ensayo que está mostrando el reporte.
- Gráficos de los ensayos (para los ensayos que tenga gráficos).

- Pie de página donde irán la firma de los responsables (ingeniero responsable y técnico de laboratorio).

#### **4.1.2. Herramientas y Tecnologías**

Para el desarrollo de este software se han utilizado las siguientes herramientas:

##### **a) Desarrollo**

- Microsoft Visual Studio 2019 (C#.NET)
- Microsoft SQL Server 2019

##### **b) Ejecución**

- Un ordenador con las siguientes características:
  - Sistema operativo Windows 7 o superior.
  - Memoria RAM 4 GB o superior.
  - Espacio en disco duro 1 GB
- Un sistema gestor de base de datos relacional (SQL Server 2019)

### **4.2. FASE DE PLANIFICACIÓN**

En esta fase se el programador se pone de acuerdo con el cliente para fijar cuáles serán las historias a ser implementadas durante cada iteración y se estima el esfuerzo que necesita cada historia, para poder establecer un cronograma de entregas. Si se hace una buena preparación durante la fase de exploración esta actividad no suele llevar más de un día o dos.

#### **4.2.1. Estimaciones de esfuerzo**

##### **a) Funcionalidad General**

Cuadro 3.  
Funcionalidad General

Funcionalidad general	1
-----------------------	---

Fuente: Elaboración propia

## b) Gestión de Proyectos y Datos Generales

Cuadro 4.  
Gestión de Proyectos y Datos Generales

<b>Gestión de Proyectos:</b>	
Visualización y búsqueda de proyectos	0.5
Nuevo y modificación de proyectos	0.5
Impresión de reportes	0.5
<b>Datos Generales:</b>	
Registro de datos generales y muestras	1
Selección de tamices	1
Visualización del listado de muestras	0.5

Fuente: Elaboración propia

## c) Ensayo de Análisis Granulométrico

Cuadro 5.  
Ensayo de Análisis Granulométrico

Visualización de nombre del proyecto y listado de muestras.	0.5
Creación de grillas del listado de tamices	1
Desarrollo y visualización de los resultados	0.5
Creación del grafico	2

Fuente: Elaboración propia

## d) Ensayo de Límites de Consistencia

Cuadro 6.  
Ensayo de Límites de Consistencia

Visualización de nombre del proyecto y listado de muestras.	0.5
Creación de grillas para el LLsa, LLsh y LP.	0.5
Registro de ensayos	0.5
Desarrollo y visualización de los resultados	0.5
Creación del grafico	2

Fuente: Elaboración propia

## e) Ensayo de Contenido de Humedad

Cuadro 7.  
Ensayo de Contenido de Humedad

Visualización de nombre del proyecto y listado de muestras.	0.5
Creación de grillas para el contenido de humedad.	0.5
Desarrollo y visualización de los resultados	1

Fuente: Elaboración propia

#### f) Ensayo de Clasificación SUCS

Cuadro 8.  
Ensayo de Clasificación SUCS

Visualización de nombre del proyecto y listado de muestras, listado de tamices y descripción de la muestra.	1
Desarrollo y visualización de los resultados	2

Fuente: Elaboración propia

#### g) Visualización de Reportes de los Ensayos

Cuadro 9.  
Elaboración de Reportes de los Ensayos

Visualización de los reporte del Ensayo de Análisis Granulométrico	2
Visualización de los reporte del Ensayo de Limites de Consistencia	2
Visualización de los reporte del Ensayo de Contenido de Humedad	2

Fuente: Elaboración propia

### 4.2.2. Planificación

En esta fase se fija y se estima el tiempo que tomará cada una de las historias de usuario. Para la estimación de esfuerzo se toma como unidad de medida el punto, el cual equivale a una semana ideal de programación. Las historias generalmente valen de 1 a 3 puntos.

#### a) Primera iteración: Prototipo y Funcionalidad General

En esta primera iteración se creará un prototipo con el cual se verificará la correcta adecuación de la tecnología a utilizar y se intentará crear gran parte de la base de la arquitectura del sistema, la cual contará con varios módulos. En este punto no se tendrá una funcionalidad muy amplia, por el contrario, solo se busca una funcionalidad mínima para poder obtener una versión demo lo más pronto posible y así poder mostrar y atraer al usuario.

#### **b) Segunda iteración: Gestión de Proyectos y Datos Generales**

En esta segunda iteración en la parte de gestión de proyectos se aumentará la funcionalidad de buscador y la creación de los botones “Nuevo” y “Modificar”, que nos permitirá dirigirnos a Datos Generales, ya sea para ingresar un nuevo proyecto o modificarlo. Además, se tendrá los botones para la impresión de los ensayos estándar de laboratorio (análisis granulométrico, límites de consistencia y contenido de humedad)

Por otro lado, en la parte de datos generales se podrán ingresar los datos básicos referentes al proyecto de mecánica de suelos y el ingreso de datos de las muestras, así como la selección del tamiz a utilizar para cada muestra, para luego ser agregadas en un listado de muestras.

#### **c) Tercera iteración: Ensayo de Análisis Granulométrico**

En esta tercera iteración se adicionará la funcionalidad relativa para el desarrollo del ensayo de análisis granulométrico, como lo son

la visualización de nombre del proyecto y listado de muestras, la creación de grillas del listado de tamices, el tendrá un botón para poder modificar los datos ingresado, luego el desarrollo y visualización de los resultados. También se creará un botón que me permita visualizar el grafico de la curva granulométrica.

**d) Cuarta iteración: Ensayo de Límites de Consistencia**

En esta cuarta iteración se adicionará la funcionalidad relativa para el desarrollo del Ensayo de Limites de Consistencia, como lo son la visualización de nombre del proyecto y listado de muestras, la creación de grillas para el LLsa, LLsh y LP, el registro de ensayos, luego el desarrollo y visualización de los resultados. También se creará un botón que me permita visualizar el grafico del límite líquido.

**e) Quinta iteración: Ensayo de Contenido de Humedad**

En esta quinta iteración se adicionará la funcionalidad relativa para el desarrollo del Ensayo de Contenido de Humedad, como lo son la visualización de nombre del proyecto y listado de muestras, la creación de grillas para el contenido de humedad, luego el desarrollo y visualización de los resultados.

**f) Sexta iteración: Ensayo de Clasificación SUCS**

En esta sexta iteración se adicionará la funcionalidad relativa para el desarrollo del Ensayo de Clasificación SUCS, como lo son la visualización de nombre del proyecto y listado de muestras, listado de



tamices y descripción de la muestra, luego el desarrollo y visualización de los resultados.

**g) Séptima iteración: Visualización de Reportes de los Ensayos**

La séptima iteración es la parte final del sistema, implementada a través de las historias correspondientes a la elaboración de reportes, que consiste en la visualización de los reportes del Ensayo de Análisis Granulométrico, Ensayo de Límites de Consistencia y Ensayo de Contenido de Humedad.

Cuadro 10.  
Cronograma del tiempo de Iteraciones

Cronograma del tiempo de Iteraciones		
Iteración	Actividad de desarrollo	Tiempo (semanas)
Primera iteración	Prototipo y Funcionalidad General	1
Segunda iteración	Gestión de Proyectos y Datos Generales	4
Tercera iteración	Ensayo de Análisis Granulométrico	4
Cuarta iteración	Ensayo de Límites de Consistencia	4
Quinta iteración	Ensayo de Contenido de Humedad	2
Sexta iteración	Ensayo de Clasificación SUCS	3
Séptima iteración	Visualización de Reportes de los Ensayos	6
Total =		24

Fuente: Elaboración propia

**4.3. FASE DE ITERACIONES**

En esta fase se comprende de varias iteraciones sobre el sistema antes de ser entregado. El Plan de Entrega está compuesto por iteraciones que no pasan de tres semanas. En la primera iteración se intenta establecer una arquitectura del sistema que sea utilizada durante todo el proyecto. Esto es posible seleccionando las historias que obliguen la creación de esta arquitectura,

sin embargo, se puede modificar con el fin de mejorar el sistema. Al finalizar la última iteración, el sistema se encontrará apto para pasar a la etapa de producción.

Los elementos que se tienen que tener en cuenta para la elaboración del Plan de la Iteración son: las historias de usuario no abordadas, velocidad del proyecto, pruebas de aceptación no superadas en la iteración anterior y tareas no terminadas en la iteración anterior.

#### **4.3.1. Primera Iteración**

##### **a) Estructura de directorios y repositorio de código fuente**

Para comenzar el desarrollo es necesario configurar una estructura de directorios adecuada que facilite las tareas. Para ellos utilizaremos Bibliotecas de Clases o Librerías.

Con el objeto de fomentar la reusabilidad y aprovechar al máximo la integración cada Sistema a integrarse con Caja deberá tener su propia Librería con su respectiva cadena de conexión, de tal manera que se respete los niveles de acceso a la base de datos y evitar así que el Sistema de Caja manipule abiertamente cualquier dato de otras Bases de Datos.

##### **b) Funcionalidad común**

La funcionalidad común es aquella que será usada por la capa de modelo de nuestra aplicación, y consta generalmente por métodos genéricos y reutilizables agrupados de la siguiente manera:

**Interface General:** se definirán los nombres de los métodos que frecuentemente se utilizan como son: nuevo, modificar, eliminar, grabar, validar.

**Clase Parámetros:** nombre del parámetro, tipo de dato, valor y longitud.

**Clase Lista Parámetros:** nombre de procedimiento almacenado, objeto de la clase Parámetros, Lista de la clase Lista Parámetros.

**Clase Procedimiento:** se definirán los métodos necesarios que interactúan directamente con la Base de Datos.

#### 4.3.2. Segunda Iteración

##### a) Gestión de Proyectos

Historia de Usuario			
<b>Numero:</b>	1	<b>Usuario:</b>	Laboratorista
<b>Nombre de Historia:</b>	Gestión de Proyectos		
<b>Prioridad en Negocio: (Alta, Media, Baja)</b>	Baja	<b>Riesgo en Desarrollador: (Alta, Media, Baja)</b>	Media
<b>Puntos Estimados:</b>	1.5	<b>Iteración Asignada:</b>	2
<b>Programador Responsable:</b>	Hernando Tejada		
<b>Descripción:</b>			
Se requiere una interfaz donde se puedan visualizar los datos generales del proyecto en un listado en el que se muestren datos como: nombre del proyecto, solicitante, ubicación y la fecha de ejecución del proyecto. Además, se necesita contar con un buscador que te permita buscar un determinado proyecto según sus datos generales (nombre del proyecto, solicitante o ubicación) que se mostrarán en el listado de proyectos. Por otro lado, se requiere que desde esta interfaz se pueda acceder a la interfaz de Datos Generales para ingresar los datos de un nuevo proyecto o modificar cualquier dato ya ingresado del proyecto que este seleccionado en el listado de proyectos. Por último, se requiere que desde esta interfaz también se pueda acceder a los reportes de Granulometría, Límites y Contenido de Humedad.			
<b>Observaciones:</b>			

Imagen 1.  
Historia de Usuario 1  
Fuente: Elaboración propia

Tarea			
<b>Numero de Tarea:</b>	1	<b>Numero de Historia:</b>	1
<b>Nombre de Tarea:</b>	Visualización y Búsqueda de Proyectos		
<b>Tipo de Tarea</b>	Desarrollo	<b>Puntos Estimados:</b>	1
<b>Fecha Inicio:</b>	28/12/2020	<b>Fecha Fin:</b>	4/01/2021
<b>Programador Responsable:</b>	Hernando Tejada		
<b>Descripción:</b>			
<p>Se diseñará una sección donde se pueda visualizar un listado de todos los proyectos ingresados al sistema, que mostrará los datos generales del proyecto que son: Nombre del proyecto, solicitante, ubicación y fecha de ejecución del proyecto.</p> <p>También se creará una caja de texto, la cual funcionara como un buscador, que te permitirá buscar un proyecto, ya sea por su nombre, solicitante o ubicación del proyecto, esto facilitará al usuario (laboratorista) poder encontrar un determinado proyecto de manera rápida y sencilla.</p>			

Imagen 2.

Visualización y Búsqueda de Proyecto

Fuente: Elaboración propia

Tarea			
<b>Numero de Tarea:</b>	2	<b>Numero de Historia:</b>	1
<b>Nombre de Tarea:</b>	Creación de botones		
<b>Tipo de Tarea</b>	Desarrollo	<b>Puntos Estimados:</b>	0.5
<b>Fecha Inicio:</b>	5/01/2021	<b>Fecha Fin:</b>	7/01/2021
<b>Programador Responsable:</b>	Hernando Tejada		
<b>Descripción:</b>			
<p>Primero se creará dos botones, el primer botón se llamará "Nuevo", que te direccionará al módulo de datos generales donde podrás ingresar los datos del nuevo proyecto a realizar y el segundo botón se llamará "Modificar", que te permitirá modificar un determinado proyecto ya ingresado y guardado, para el cual tendrás que seleccionar el proyecto que quieres modificar en el listado de proyectos que se encuentra en el módulo de gestión de proyectos.</p> <p>Por otro lado, también se creará tres botones para imprimir los reportes, los cuales llevarán los siguientes nombres: "Granulometría", "Limites" y "Contenido de Humedad" y que al hacer clic en cualquiera de los botones te direccionara al reporte del ensayo seleccionado para su impresión.</p>			

Imagen 3.

Creación de Botones

Fuente: Elaboración propia

## b) Datos Generales

Historia de Usuario			
<b>Numero:</b>	2	<b>Usuario:</b>	Laboratorista
<b>Nombre de Historia:</b>	Datos Generales		
<b>Prioridad en Negocio: (Alta, Media, Baja)</b>	Baja	<b>Riesgo en Desarrollador: (Alta, Media, Baja)</b>	Media
<b>Puntos Estimados:</b>	2.5	<b>Iteración Asignada:</b>	2
<b>Programador Responsable:</b>	Hernando Tejada		
<b>Descripción:</b>			
<p>Se requiere una interfaz donde se pueda ingresar la información de los datos generales del proyecto como: nombre del proyecto, solicitante y ubicación. Además, se tiene que contar con una fecha de ejecución automática, la cual debe ser el día en que se ingresa la información de los datos generales del proyecto y que toda esta información pueda ser guardada o modificada. Luego se requiere poder ingresar la información de las muestras del proyecto a trabajar, como: calicata, muestra, profundidad, peso seco, material, método de exploración, fecha de muestreo y proporcionada. Además, debe existir un listado de tamices, donde se pueda seleccionar los tamices que se utilizarán para cada muestra. Toda esta información ingresada y seleccionada deben ser agregadas a un listado de muestras para su visualización. También se necesita poder eliminar alguna muestra agregada que este seleccionada en el listado de muestras.</p> <p>Por último, se necesita que desde esta interfaz se pueda acceder a otras interfaces como: Análisis Granulométrico, Limites de Consistencia, Contenido de Humedad y Clasificación SUCS. Así como poder salir a la interfaz anterior.</p>			
<b>Observaciones:</b>			

Imagen 4.

Historia de Usuario 2

Fuente: Elaboración propia

Tarea			
<b>Numero de Tarea:</b>	1	<b>Numero de Historia:</b>	2
<b>Nombre de Tarea:</b>	Datos Generales		
<b>Tipo de Tarea</b>	Desarrollo	<b>Puntos Estimados:</b>	1
<b>Fecha Inicio:</b>	8/01/2021	<b>Fecha Fin:</b>	15/01/2021
<b>Programador Responsable:</b>	Hernando Tejada		
<b>Descripción:</b>			
<p>Se crearán cajas de texto para que el usuario pueda ingresar la información de los datos generales del proyecto, como el nombre del proyecto, solicitante y ubicación.</p> <p>Además, se creará un botón que se llamará "Grabar", para que luego del ingreso de los datos, el usuario pueda guardar dicha información ingresada. Al darle clic al botón este cambiará su nombre de "Grabar" a "Modificar" y bloqueará las cajas de texto. Si se requiera hacer una modificación de los datos ingresados, se tendrá que hacer clic en "Modificar".</p>			

Imagen 5.

Datos Generales

Fuente: Elaboración propia

Tarea			
<b>Numero de Tarea:</b>	2	<b>Numero de Historia:</b>	2
<b>Nombre de Tarea:</b>	Agregar Muestras		
<b>Tipo de Tarea</b>	Desarrollo	<b>Puntos Estimados:</b>	1
<b>Fecha Inicio:</b>	16/01/2021	<b>Fecha Fin:</b>	23/01/2021
<b>Programador Responsable:</b>	Hernando Tejada		
<b>Descripción:</b>			
<p>Se crearán cajas de texto para que el usuario pueda ingresar la información de las muestras del proyecto a trabajar, como calicata, muestra, profundidad, peso seco, material, método de exploración, fecha de muestreo y proporcionada.</p> <p>Además, se diseñará un listado con los tamices que se pueden utilizar, para que el usuario pueda seleccionar según su requerimiento.</p> <p>Se diseñará una sección llamada listado de muestras, donde se mostrará toda la información agregada de las muestras.</p> <p>Se creará un botón que se llamará "Agregar", el cual, al darle clic, agregará toda la información ingresada de la muestra junto con los tamices seleccionados del listado de tamices.</p> <p>También se creará un botón que se llamará "Eliminar", que podrá eliminar la información de la muestra agregada en el listado de muestras, para lo cual, dicha muestra tiene que estar seleccionada.</p>			

Imagen 6.

Agregar Muestras

Fuente: Elaboración propia

Tarea			
<b>Numero de Tarea:</b>	3	<b>Numero de Historia:</b>	2
<b>Nombre de Tarea:</b>	Botones de acceso a los módulos de los Ensayos		
<b>Tipo de Tarea</b>	Desarrollo	<b>Puntos Estimados:</b>	0.5
<b>Fecha Inicio:</b>	25/01/2021	<b>Fecha Fin:</b>	26/01/2021
<b>Programador Responsable:</b>	Hernando Tejada		
<b>Descripción:</b>			
<p>Se creará cuatro botones, el primer botón se llamará "Análisis Granulométrico", el segundo se llamará "Limites de Consistencia", el tercero se llamará "Contenido de Humedad" y el cuarto se llamará "Clasificación SUCS". Al hacer clic en cualquiera de estos botones, se te direccionara su respectivo módulo. Además, se creará otro botón sin nombre solo con una imagen que simboliza "Salir", el cual, al darle clic, te regresará al módulo anterior.</p>			

Imagen 7.

Botones de acceso a los módulos de los ensayos

Fuente: Elaboración propia

### 4.3.3. Tercera Iteración

Historia de Usuario			
<b>Numero:</b>	3	<b>Usuario:</b>	Laboratorista
<b>Nombre de Historia:</b>	Ensayo de Análisis Granulométrico		
<b>Prioridad en Negocio: (Alta, Media, Baja)</b>	Alta	<b>Riesgo en Desarrollador: (Alta, Media, Baja)</b>	Media
<b>Puntos Estimados:</b>	4	<b>Iteración Asignada:</b>	3
<b>Programador Responsable:</b>	Hernando Tejada		
<b>Descripción:</b>			
<p>Se requiere una interfaz donde se pueda visualizar todo el contenido del Ensayo de Análisis Granulométrico, que debe contener lo siguiente:</p> <p>Se necesita poder visualizar el nombre del proyecto y el listado de muestras en secciones independientes.</p> <p>Luego se requiere visualizar en otra sección una cuadrícula donde se muestre el tamiz, abertura (mm), peso retenido, peso retenido corregido, % de peso retenido, % de peso retenido acumulado y % que pasa, donde solo se puedan ingresar datos en la fila de peso retenido; en las filas del tamiz y abertura (mm) se mostrará datos según la selección de tamices en el listado de tamices y en el resto de filas mostrarán los resultados de sus cálculos.</p> <p>En otra sección se requiere visualizar los resultados del peso (gr), error (gr), % error, % de suelo grueso, % de grava, % de arena y % de suelo fino, que serán obtenidos desde la cuadrícula y el listado de muestras.</p> <p>Por último, se desea visualizar en otra sección la descripción de la muestra que comprende en mostrar los resultados del D10, D30, D60, tamaño máximo de la partícula (mm), coeficiente de curvatura (Cc) y coeficiente de uniformidad (Cu), así como también mostrar el gráfico de la curva granulométrica y poder ingresar algunas observaciones que sean necesarios según los comentarios del usuario.</p> <p>Finalizado los resultados del ensayo, se requiere poder guardar toda esta información ingresada, calculada y visualizada, como también tener la opción de poder modificar los datos ingresados. Así como poder salir al interfaz anterior.</p> <p>En el caso de que se modifiquen los datos del peso retenido, se debe volver a calcular y guardar los resultados.</p>			
<b>Observaciones:</b>			

Imagen 8.

Historia de Usuario 3

Fuente: Elaboración propia

Tarea			
<b>Numero de Tarea:</b>	1	<b>Numero de Historia:</b>	3
<b>Nombre de Tarea:</b>	Nombre del Proyecto y Lista de Muestras		
<b>Tipo de Tarea</b>	Desarrollo	<b>Puntos Estimados:</b>	0.5
<b>Fecha Inicio:</b>	27/01/2021	<b>Fecha Fin:</b>	28/01/2021
<b>Programador Responsable:</b>	Hernando Tejada		
<b>Descripción:</b>			
Se creará una caja de texto estática donde se muestre el nombre del proyecto y una sección donde se muestre el listado de muestras. Así como la creación de dos botones, el primero se llamará "Siguiente", el cual te permitirá continuar con el desarrollo para poder obtener los resultados del ensayo y el segundo llamado "Regresar", el cual te permitirá volver al listado de muestras para seleccionar otra muestra a la cual se desea obtener los resultados del ensayo.			

Imagen 9.

Nombre del Proyecto y Lista de Muestras

Fuente: Elaboración propia

Tarea			
<b>Numero de Tarea:</b>	2	<b>Numero de Historia:</b>	3
<b>Nombre de Tarea:</b>	Desarrollo del Ensayo de Análisis Granulométrico		
<b>Tipo de Tarea</b>	Desarrollo	<b>Puntos Estimados:</b>	1.5
<b>Fecha Inicio:</b>	29/01/2021	<b>Fecha Fin:</b>	8/02/2021
<b>Programador Responsable:</b>	Hernando Tejada		
<b>Descripción:</b>			
Se creará una cuadrícula que tendrá los siguientes encabezados: tamiz, abertura (mm), pero retenido, peso retenido corregido, % de peso retenido, % de peso retenido acumulado y % que pasa, de las cuales solo la fila del peso retenido tendrá celdas editables para el ingreso de datos, los demás mostrarán el resultado de los cálculos respectivos. Además, se creará un botón llamado "Validar", el cual permitirá poder obtener todos los resultados que se mostrarán en la cuadrícula y en cajas de texto no editables como: peso (gr), error (gr), % error, % de suelo grueso, % de grava, % de arena, % de suelo fino y la descripción de la muestra, que está conformada por el D10, D30, D60, tamaño máximo de la partícula (mm), coeficiente de curvatura (Cc) y coeficiente de uniformidad (Cu). Después de hacer clic en el botón "Validar", este botón cambia al nombre de "Modificar", el cual permitirá poder modificar los datos ingresados en las celdas de peso retenido.			

Imagen 10.

Desarrollo del Ensayo de Análisis Granulométrico

Fuente: Elaboración propia



Tarea			
<b>Numero de Tarea:</b>	3	<b>Numero de Historia:</b>	3
<b>Nombre de Tarea:</b>	Gráfico de la Curva Granulométrica		
<b>Tipo de Tarea</b>	Desarrollo	<b>Puntos Estimados:</b>	2
<b>Fecha Inicio:</b>	9/02/2021	<b>Fecha Fin:</b>	23/02/2021
<b>Programador Responsable:</b>	Hernando Tejada		
<b>Descripción:</b>			
<p>Se creará un botón llamado "Ver Gráfico", el cual al hacer clic te mostrará una ventana emergente, donde se podrá visualizar el gráfico de la curva granulométrica.</p> <p>El grafico será trabajado en el plano cartesiano, que tendrá como abscisa a la abertura de los tamices y como ordenada al % que pasa de la muestra. Además, el grafico estará en escala logarítmica según el desarrollo del ensayo y tendrá un encabezado donde se identifique las áreas de los tipos de suelos como limo y arcilla, arenas (finas, medias, gruesas) y gravas (finas, gruesas).</p> <p>Se creará una caja de texto con el título de observaciones, en el cual el usuario podrá describir cualquier comentario que crea conveniente.</p> <p>Por último, se creará el botón "Grabar", que permitirá guardar los datos ingresados, así como los resultados obtenidos del desarrollo del ensayo y otro botón que te permita salir al módulo anterior.</p>			

Imagen 11.

Gráfico de la Curva Granulométrica

Fuente: Elaboración propia

#### 4.3.4. Cuarta Iteración

Historia de Usuario			
<b>Numero:</b>	4	<b>Usuario:</b>	Laboratorista
<b>Nombre de Historia:</b>	Ensayo de Límites de Consistencia		
<b>Prioridad en Negocio: (Alta, Media, Baja)</b>	Alta	<b>Riesgo en Desarrollador: (Alta, Media, Baja)</b>	Media
<b>Puntos Estimados:</b>	4	<b>Iteración Asignada:</b>	4
<b>Programador Responsable:</b>	Hernando Tejada		
<b>Descripción:</b>			
<p>Se requiere una interfaz donde se pueda visualizar todo el contenido del Ensayo de Límites de Consistencia, que debe contener lo siguiente:</p> <p>Se necesita poder visualizar el nombre del proyecto y el listado de muestras en secciones independientes.</p> <p>Luego, se requiere otra sección para el registro de ensayos, donde me permita seleccionar el tipo de ensayo de límites como Límite líquido Secado al Aire (LLsa), Límite líquido Secado al Horno (LLsh) y Límite Plástico (LP), para poder identificar a que ensayo de límites se le ingresara los datos de la muestra.</p> <p>Para los tres ensayos de límites se deben ingresar datos como: peso tara (gr), peso tara + suelo húmedo (gr) y peso tara + suelo seco (gr). Solo para los ensayos de LLsa y LLsh se debe adicionar el ingreso de datos de N° de golpes.</p> <p>Además, se necesita que estos datos ingresados puedan ser agregados y visualizados en unas cuadrículas correspondientes a cada ensayo de límites según su selección, donde también se deben visualizar los resultados de peso agua (gr), peso suelo seco (gr) y contenido de humedad (%) para los tres tipos de ensayo de límites. Estas cuadrículas deben ser mostradas en tres secciones diferentes y que cada sección me permita eliminar cualquiera de los datos del ensayo registrados.</p> <p>Por otro lado, se requiere visualizar en otra sección los resultados de las constantes físicas de la muestra que son el Límite líquido Secado al Aire, Límite líquido Secado al Horno, Límite Plástico y Índice de Plasticidad.</p> <p>Por último, se requiere poder visualizar el gráfico de límite líquido secado al horno, y poder ingresar algunas observaciones que sean necesarios según los comentarios del usuario.</p> <p>Finalizado los resultados del ensayo, se requiere poder guardar toda esta información ingresada, calculada y visualizada. Así como poder salir al interfaz anterior.</p> <p>En el caso de que se eliminen algún registro de ensayo ingresados, se debe volver a calcular y guardar los resultados.</p>			
<b>Observaciones:</b>			

Imagen 12.

Historia de Usuario 4

Fuente: Elaboración propia

Tarea			
<b>Numero de Tarea:</b>	1	<b>Numero de Historia:</b>	4
<b>Nombre de Tarea:</b>	Nombre del Proyecto y Lista de Muestras		
<b>Tipo de Tarea</b>	Desarrollo	<b>Puntos Estimados:</b>	0.5
<b>Fecha Inicio:</b>	25/02/2021	<b>Fecha Fin:</b>	27/02/2021
<b>Programador Responsable:</b>	Hernando Tejada		
<b>Descripción:</b>			
Se creará una caja de texto estática donde se muestre el nombre del proyecto y una sección donde se muestre el listado de muestras. Así como la creación de dos botones, el primero se llamará "Siguiete", el cual te permitirá continuar con el desarrollo para poder obtener los resultados del ensayo y el segundo llamado "Regresar", el cual te permitirá volver al listado de muestras para seleccionar otra muestra a la cual se desea obtener los resultados del ensayo.			

Imagen 13.

Nombre del Proyecto y lista de muestras

Fuente: Elaboración propia

Tarea			
<b>Numero de Tarea:</b>	2	<b>Numero de Historia:</b>	4
<b>Nombre de Tarea:</b>	Desarrollo del Ensayo de Limites de Consistencia		
<b>Tipo de Tarea</b>	Desarrollo	<b>Puntos Estimados:</b>	1
<b>Fecha Inicio:</b>	1/03/2021	<b>Fecha Fin:</b>	8/03/2021
<b>Programador Responsable:</b>	Hernando Tejada		
<b>Descripción:</b>			
Primero se creará el registro de ensayos, que consiste en el diseño de 3 círculos de selección que serán Limite liquido secado al aire (LLsa), limite liquido secado al horno (LLsh) y limite plástico (LP), que permitirán identificar a cuál de ellos se ingresarán los datos. Luego Se crearán cajas de texto para el ingreso de datos de N° de golpes, peso tara (gr), peso tara + suelo húmedo (gr) y peso tara + suelo seco (gr). El N° de golpes será bloqueado cuando el ingreso datos sea para el LP. Se creará un botón llamado "Agregar", que la hacer clic, agregará los datos ingresado a una cuadrícula ya sea para LLsa, LLsh o LP, donde automáticamente calculará y mostrara su peso agua (gr), peso suelo seco (gr) y contenido de humedad (%). Además, se creará un botón llamado "Eliminar", el cual permite eliminar los datos de una muestra ya agregada.			

Imagen 14.

Desarrollo del Ensayo de límites de Consistencia

Fuente: Elaboración propia

Tarea			
<b>Numero de Tarea:</b>	3	<b>Numero de Historia:</b>	4
<b>Nombre de Tarea:</b>	Constantes Físicas de la Muestra		
<b>Tipo de Tarea</b>	Desarrollo	<b>Puntos Estimados:</b>	0.5
<b>Fecha Inicio:</b>	10/03/2021	<b>Fecha Fin:</b>	12/03/2021
<b>Programador Responsable:</b>	Hernando Tejada		
<b>Descripción:</b>			
<p>Se creará la sección de constantes físicas de la muestra, donde se crearán cajas de texto no editables donde se mostrarán los resultados finales obtenido. Estas cajas consisten en los resultados de: Limite liquido Secado al Aire, Limite liquido Secado al Horno, Limite Plástico y Índice de Plasticidad.</p> <p>Además, se creará una caja de texto con el título de observaciones, en el cual el usuario podrá describir cualquier comentario que crea conveniente.</p> <p>Por último, se creará el botón "Grabar", que permitirá guardar los datos ingresados, así como los resultados obtenidos del desarrollo del ensayo.</p>			

Imagen 15.

Constantes Físicas de la muestra.

Fuente: Elaboración propia

Tarea			
<b>Numero de Tarea:</b>	4	<b>Numero de Historia:</b>	4
<b>Nombre de Tarea:</b>	Gráfico del Limite Liquido		
<b>Tipo de Tarea</b>	Desarrollo	<b>Puntos Estimados:</b>	2
<b>Fecha Inicio:</b>	13/03/2021	<b>Fecha Fin:</b>	27/03/2021
<b>Programador</b>	Hernando Tejada		
<b>Descripción:</b>			
<p>Se creará un botón llamado "Ver Gráfico", el cual al hacer clic te mostrará una ventana emergente, donde se podrá visualizar el gráfico del Limite Liquido secado al horno.</p> <p>El grafico será trabajado en el plano cartesiano, que tendrá como abscisa a los n° de golpes y como ordenada al contenido de humedad (%) de la muestra.</p> <p>Además, el grafico estará en escala logarítmica según el desarrollo del ensayo y se mostrará en el gráfico una línea discontinua cuando el número de golpes sea igual a 25 para obtener su contenido de humedad (%).</p> <p>Además, se creará otro botón que te permita salir al módulo anterior.</p>			

Imagen 16.

Grafico del Límite Liquido

Fuente: Elaboración propia

### 4.3.5. Quinta Iteración

Historia de Usuario			
<b>Numero:</b>	5	<b>Usuario:</b>	Laboratorista
<b>Nombre de Historia:</b>	Contenido de Humedad		
<b>Prioridad en Negocio: (Alta, Media, Baja)</b>	Alta	<b>Riesgo en Desarrollador: (Alta, Media, Baja)</b>	Media
<b>Puntos Estimados:</b>	2	<b>Iteración Asignada:</b>	5
<b>Programador Responsable:</b>	Hernando Tejada		
<b>Descripción:</b>	<p>Se requiere una interfaz donde se pueda visualizar todo el contenido del Ensayo de Contenido de Humedad, que debe contener lo siguiente:</p> <p>Se necesita poder visualizar el nombre del proyecto y el listado de muestras en secciones independientes.</p> <p>Luego, se requiere otra sección para el registro de ensayos, donde me permita ingresar los datos de la muestra como: peso tara (gr), peso tara + suelo húmedo (gr) y peso tara + suelo seco (gr).</p> <p>Además, se necesita que estos datos ingresados puedan ser agregados y visualizados en una cuadrícula, donde también se deben visualizar los resultados de peso agua (gr), peso suelo seco (gr) y contenido de humedad (%). Esta cuadrícula debe ser mostrada en otra sección y que me permita eliminar cualquiera de los datos del ensayo registrados.</p> <p>Por otro lado, se requiere visualizar en otra sección los resultados, que son: Humedad promedio (%). Y poder ingresar algunas observaciones que sean necesarios según los comentarios del usuario.</p> <p>Finalizado los resultados del ensayo, se requiere poder guardar toda esta información ingresada, calculada y visualizada. Así como poder salir al interfaz anterior.</p> <p>En el caso de que se eliminen algún registro de ensayo ingresados, se debe volver a calcular y guardar los resultados.</p>		
<b>Observaciones:</b>			

Imagen 17.

Historia de Usuario 5

Fuente: Elaboración propia

Tarea			
<b>Numero de Tarea:</b>	1	<b>Numero de Historia:</b>	5
<b>Nombre de Tarea:</b>	Nombre del Proyecto y Lista de Muestras		
<b>Tipo de Tarea</b>	Desarrollo	<b>Puntos Estimados:</b>	0.5
<b>Fecha Inicio:</b>	30/03/2021	<b>Fecha Fin:</b>	1/04/2021
<b>Programador Responsable:</b>	Hernando Tejada		
<b>Descripción:</b>			
Se creará una caja de texto estática donde se muestre el nombre del proyecto y una sección donde se muestre el listado de muestras. Así como la creación de dos botones, el primero se llamará "Siguiete", el cual te permitirá continuar con el desarrollo para poder obtener los resultados del ensayo y el segundo llamado "Regresar", el cual te permitirá volver al listado de muestras para seleccionar otra muestra a la cual se desea obtener los resultados del ensayo.			

Imagen 18.

Nombre del Proyecto y Listado de Muestras

Fuente: Elaboración propia

Tarea			
<b>Numero de Tarea:</b>	2	<b>Numero de Historia:</b>	5
<b>Nombre de Tarea:</b>	Desarrollo del Ensayo de Contenido de Humedad		
<b>Tipo de Tarea</b>	Desarrollo	<b>Puntos Estimados:</b>	1
<b>Fecha Inicio:</b>	2/04/2021	<b>Fecha Fin:</b>	9/04/2021
<b>Programador Responsable:</b>	Hernando Tejada		
<b>Descripción:</b>			
Primero se creará el registro de ensayos, que consiste en cajas de texto para el ingreso de datos como peso tara (gr), peso tara + suelo húmedo (gr) y peso tara + suelo seco (gr). Se creará un botón llamado "Agregar", que la hacer clic, agregará los datos ingresado a una cuadrícula, donde automáticamente calculará el peso agua (gr), peso suelo seco (gr) y contenido de humedad (%). Además, se creará un botón llamado "Eliminar", el cual permite eliminar los datos de una muestra ya agregada.			

Imagen 19.

Desarrollo del Ensayo de Contenido de Humedad

Fuente: Elaboración propia

Tarea			
<b>Numero de Tarea:</b>	3	<b>Numero de Historia:</b>	5
<b>Nombre de Tarea:</b>	Resultados		
<b>Tipo de Tarea</b>	Desarrollo	<b>Puntos Estimados:</b>	0.5
<b>Fecha Inicio:</b>	10/04/2021	<b>Fecha Fin:</b>	12/04/2021
<b>Programador Responsable:</b>	Hernando Tejada		
<b>Descripción:</b>			
<p>Se diseñará la sección de resultados, donde se creará una caja de texto no editable donde se mostrará el resultado final obtenido, luego se creará un botón llamado "Validar", el cual al hacer clic te mostrará el resultado de la humedad promedio (%).</p> <p>Además, se creará una caja de texto con el título de observaciones, en el cual el usuario podrá describir cualquier comentario que crea conveniente.</p> <p>Por último, se creará el botón "Grabar", que permitirá guardar los datos ingresados, así como los resultados obtenidos del desarrollo del ensayo.</p> <p>Además, se creará otro botón que te permita salir al módulo anterior.</p>			

Imagen 20.

Resultados

Fuente: Elaboración propia

### 4.3.6. Sexta Iteración

Historia de Usuario			
<b>Numero:</b>	6	<b>Usuario:</b>	Laboratorista
<b>Nombre de Historia:</b>	Ensayo de Clasificación SUCS		
<b>Prioridad en Negocio: (Alta, Media, Baja)</b>	Alta	<b>Riesgo en Desarrollador: (Alta, Media, Baja)</b>	Media
<b>Puntos Estimados:</b>	3	<b>Iteración Asignada:</b>	6
<b>Programador Responsable:</b>	Hernando Tejada		
<b>Descripción:</b>			
Se requiere una interfaz donde se pueda visualizar todo el contenido del Ensayo de Clasificación SUCS, que debe contener lo siguiente: Se requiere poder visualizar el nombre del proyecto y el listado de muestras en secciones independientes. Luego, se requiere visualizar en otra sección los datos del listado de tamices como tamiz, abertura (mm) y % de peso retenido, esta información es obtenida del desarrollo del ensayo de análisis granulométrico. También se necesita visualizar en otra sección la descripción de la muestra que son: % de suelo grueso, % de grava, % de grava gruesa, % de grava fina, % de arena, % de arena gruesa, % de arena media, % de arena fina, % de suelo fino, coeficiente de curvatura (Cc) y coeficiente de uniformidad (Cu), Limite liquido Secado al Aire (LLsa), Limite liquido Secado al Horno (LLsh), Limite Plástico (LP) y Índice Plástico (IP), dichos datos deben ser obtenidos del desarrollo del ensayo de análisis granulométrico y el ensayo de límites de consistencia. En esta misma sección se requiere poder calcular y visualizar los resultados, que son: la clasificación simbólica y la clasificación descriptiva, así como poder ingresar algunas observaciones que sean necesarios según los comentarios del usuario. Además, se requiere tener opciones para los casos en que el suelo contenga bloque y/o bolones o sea de color oscuro y olor orgánico las cuales deben poder seleccionarse para que sean aumentadas en la descripción del resultado. Por otro lado, se requiere poder visualizar en otra sección el desarrollo paso a paso hasta obtener el resultado. Por último, se requiere poder guardar toda esta información calculada y visualizada. Así como poder salir al interfaz anterior.			
<b>Observaciones:</b>			

Imagen 21.

Historia de Usuario 6

Fuente: Elaboración propia

Tarea			
<b>Numero de Tarea:</b>	1	<b>Numero de Historia:</b>	6
<b>Nombre de Tarea:</b>	Nombre del Proyecto y Lista de Muestras		
<b>Tipo de Tarea</b>	Desarrollo	<b>Puntos Estimados:</b>	0.5
<b>Fecha Inicio:</b>	13/04/2021	<b>Fecha Fin:</b>	15/04/2021
<b>Programador Responsable:</b>	Hernando Tejada		
<b>Descripción:</b>			
Se creará una caja de texto estática donde se muestre el nombre del proyecto y una sección donde se muestre el listado de muestras. Así como la creación de dos botones, el primero se llamará "Siguiete", el cual te permitirá continuar con el desarrollo para poder obtener los resultados del ensayo y el segundo llamado "Regresar", el cual te permitirá volver al listado de muestras para seleccionar otra muestra a la cual se desea obtener los resultados del ensayo.			

Imagen 22.

Nombre del Proyecto y Listado de Muestras

Fuente: Elaboración propia



Tarea			
<b>Numero de Tarea:</b>	2	<b>Numero de Historia:</b>	6
<b>Nombre de Tarea:</b>	Desarrollo del Ensayo de Clasificación SUCS		
<b>Tipo de Tarea</b>	Desarrollo	<b>Puntos Estimados:</b>	2
<b>Fecha Inicio:</b>	16/04/2021	<b>Fecha Fin:</b>	30/04/2021
<b>Programador Responsable:</b>	Hernando Tejada		
<b>Descripción:</b>			
<p>Se creará un botón llamado "Validar", que al hacer clic te mostrará lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Una sección llamada listado de tamices, en la que se visualizara una cuadrícula con los datos de tamiz, abertura (mm) y % de peso retenido, obtenido del ensayo de análisis granulométrico.</li> <li>- Una sección llamada descripción de la muestra, en la que se visualizara datos como % de suelo grueso, % de grava, % de grava gruesa, % de grava fina, % de arena, % de arena gruesa, % de arena media, % de arena fina, % de suelo fino, coeficiente de curvatura (Cc), coeficiente de uniformidad (Cu), Limite liquido Secado al Aire (LLsa), Limite liquido Secado al Horno (LLsh), Limite Plástico (LP) y Índice Plástico (IP), dichos datos deben ser obtenidos del desarrollo del ensayo de análisis granulométrico y el ensayo de límites de consistencia. En esta misma sección se visualizará los resultados del ensayo que son la clasificación según su simbología y su descripción.</li> <li>- Una sección llamada resultados, donde se mostrará el desarrollo del ensayo paso a paso.</li> </ul> <p>Además, se creará una caja de texto con el título de observaciones, en el cual el usuario podrá describir cualquier comentario que crea conveniente.</p> <p>También se creará unos cuadros de selección con los nombres: Bolones, Bloques, y Color oscuro y olor orgánico; que, al seleccionar bolones o bloques, estos serán adicionados a la descripción del resultado y si se selecciona Color oscuro y olor orgánico, el sistema no efectuara ningún desarrollo y mostrara los resultados en simbología como un PT y en descripción como Turba.</p>			

Imagen 23.

Desarrollo del Ensayo de Clasificación SUCS

Fuente: Elaboración propia

Tarea			
<b>Numero de Tarea:</b>	3	<b>Numero de Historia:</b>	6
<b>Nombre de Tarea:</b>	Resultados paso a paso		
<b>Tipo de Tarea</b>	Desarrollo	<b>Puntos Estimados:</b>	2
<b>Fecha Inicio:</b>	1/05/2021	<b>Fecha Fin:</b>	15/05/2021
<b>Programador Responsable:</b>	Hernando Tejada		
<b>Descripción:</b>			
<p>Se diseñara una sección llamada resultados, en la que visualizara el desarrollo paso a paso del ensayo de clasificación SUCS, mostrando los datos de la evaluación para su comparación.</p> <p>Por último, se creará el botón "Grabar", que permitirá guardar los resultados obtenidos del desarrollo del ensayo. Además, se creará otro botón que te permita salir al módulo anterior.</p>			

Imagen 24.

Resultados paso a paso.

Fuente: Elaboración propia

### 4.3.7. Séptima Iteración

Historia de Usuario			
<b>Numero:</b>	7	<b>Usuario:</b>	Laboratorista
<b>Nombre de Historia:</b>	Reportes de los Ensayos		
<b>Prioridad en Negocio: (Alta, Media, Baja)</b>	Media	<b>Riesgo en Desarrollador: (Alta, Media, Baja)</b>	Alto
<b>Puntos Estimados:</b>	6	<b>Iteración Asignada:</b>	7
<b>Programador Responsable:</b>	Hernando Tejada		
<b>Descripción:</b>	<p>Se requiere tener una vista preliminar de los reportes de los siguientes ensayos de laboratorio: Granulometría, Límites y Contenido de Humedad.</p> <p>Dichos ensayos tienen que contar con un encabezado que describa el ensayo que se muestra con dos logos que representan a la Universidad Nacional de Ucayali y el logo de la Escuela de Ingeniería Civil. Seguido el reporte debe contar con la descripción de los datos generales del proyecto como: nombre del proyecto, solicitante, ubicación, fecha de ejecución y fecha de emisión, así como la descripción de los datos de la muestra como: calicata, muestra, profundidad, peso seco (solo para el reporte de análisis granulométrico), material, método de exploración, fecha de muestreo y proporcionada, para que luego siga con los resultados del ensayo que se muestran en la interfaz de cada ensayo.</p> <p>Por último del reporte final debe incluir dos espacios para la firma del ingeniero responsable y el técnico de laboratorio.</p> <p>Todo esto se quiere que se imprima desde la visualización del reporte o que se pueda exportar al formato PDF.</p>		
<b>Observaciones:</b>			

Imagen 25.

Historia de Usuario 7

Fuente: Elaboración propia

Tarea			
<b>Numero de Tarea:</b>	1	<b>Numero de Historia:</b>	7
<b>Nombre de Tarea:</b>	Reporte del Ensayo de Analisis Granulometrico		
<b>Tipo de Tarea</b>	Desarrollo	<b>Puntos Estimados:</b>	2
<b>Fecha Inicio:</b>	17/05/2021	<b>Fecha Fin:</b>	31/05/2021
<b>Programador Responsable:</b>	Hernando Tejada		
<b>Descripción:</b>	<p>Se diseñará un archivo de reportes para mostrar toda la información y resultados obtenidos del ensayo de análisis granulométrico con todos los datos necesarios que incluyen lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Encabezado que describa el ensayo que se muestra con dos logos que representan a la Universidad Nacional de Ucayali y el logo de la Escuela de Ingeniería Civil.</li> <li>- La descripción de los datos generales del proyecto: Proyecto, solicitante, ubicación, fecha de ejecución y fecha de emisión</li> <li>- La descripción de los datos de la muestra: calicata, muestra, profundidad, peso seco, material, método de exploración, fecha de muestreo y proporcionada.</li> <li>- El desarrollo y resultados del ensayo.</li> <li>- Se adicionará en el desarrollo del ensayo el resultado del ensayo de clasificación SUCS.</li> <li>- Por último, el reporte final debe incluir dos espacios para la firma del ingeniero responsable y el técnico de laboratorio.</li> </ul> <p>Este archivo de reporte se visualizará en un formato A4 y podrá ser impreso directamente o ser exportado al formato PDF.</p>		

Imagen 26.

Reporte del Ensayo de Análisis Granulométrico

Fuente: Elaboración propia

Tarea			
<b>Numero de Tarea:</b>	2	<b>Numero de Historia:</b>	7
<b>Nombre de Tarea:</b>	Reporte del Ensayo de Limites de Consistencia		
<b>Tipo de Tarea</b>	Desarrollo	<b>Puntos Estimados:</b>	2
<b>Fecha Inicio:</b>	1/06/2021	<b>Fecha Fin:</b>	15/06/2021
<b>Programador Responsable:</b>	Hernando Tejada		
<b>Descripción:</b>			
Se diseñará un archivo de reportes para mostrar toda la información y resultados obtenidos del ensayo de limites de consistencia con todos los datos necesarios que incluyen lo siguiente:			
- Encabezado que describa el ensayo que se muestra con dos logos que representan a la Universidad Nacional de Ucayali y el logo de la Escuela de Ingeniería Civil.			
- La descripción de los datos generales del proyecto: Proyecto, solicitante, ubicación, fecha de ejecución y fecha de emisión			
- La descripción de los datos de la muestra: calicata, muestra, profundidad, material, método de exploración, fecha de muestreo y proporcionada.			
- El desarrollo del ensayo.			
- Por ultimo del reporte final debe incluir dos espacios para la firma del ingeniero responsable y el técnico de laboratorio.			
Este archivo de reporte se visualizará en un formato A4 y podrá ser impreso directamente o ser exportado al formato PDF.			

Imagen 27.

Reporte del Ensayo de Límites de Consistencia

Fuente: Elaboración propia

Tarea			
<b>Numero de Tarea:</b>	3	<b>Numero de Historia:</b>	7
<b>Nombre de Tarea:</b>	Reporte del Ensayo Contenido de Humedad		
<b>Tipo de Tarea</b>	Desarrollo	<b>Puntos Estimados:</b>	2
<b>Fecha Inicio:</b>	16/06/2021	<b>Fecha Fin:</b>	30/06/2021
<b>Programador Responsable:</b>	Hernando Tejada		
<b>Descripción:</b>			
Se diseñará un archivo de reportes para mostrar toda la información y resultados obtenidos del ensayo de contenido de humedad con todos los datos necesarios que incluyen lo siguiente:			
- Encabezado que describa el ensayo que se muestra con dos logos que representan a la Universidad Nacional de Ucayali y el logo de la Escuela de Ingeniería Civil.			
- La descripción de los datos generales del proyecto: Proyecto, solicitante, ubicación, fecha de ejecución y fecha de emisión			
- La descripción de los datos de la muestra: calicata, muestra, profundidad, material, método de exploración, fecha de muestreo y proporcionada.			
- El desarrollo del ensayo.			
- Por ultimo del reporte final debe incluir dos espacios para la firma del ingeniero responsable y el técnico de laboratorio.			
Este archivo de reporte se visualizará en un formato A4 y podrá ser impreso directamente o ser exportado al formato PDF.			

Imagen 28.

Reporte del Ensayo de Contenido de Humedad

Fuente: Elaboración propia

#### **4.4. FASE DE PRODUCCIÓN**

En esta fase el producto entra en producción y se lleva a cabo todas las pruebas de preformase del sistema. Es aquí donde se afinan los todos los detalles del sistema debido a que se tiene un gran conocimiento del diseño y, además, se dispone dónde va a correr el sistema. Durante esta fase se debe ir más despacio a medida que se desarrolla el software. Esto no significa que el desarrollo se detenga, pero si es de considerar, que el riesgo se vuelve más importante a medida que los cambios afecten al lanzamiento.

##### **4.4.1. Base de Datos**

Se mostrarán los diagramas de la base de datos completo y por cada módulo realizado.

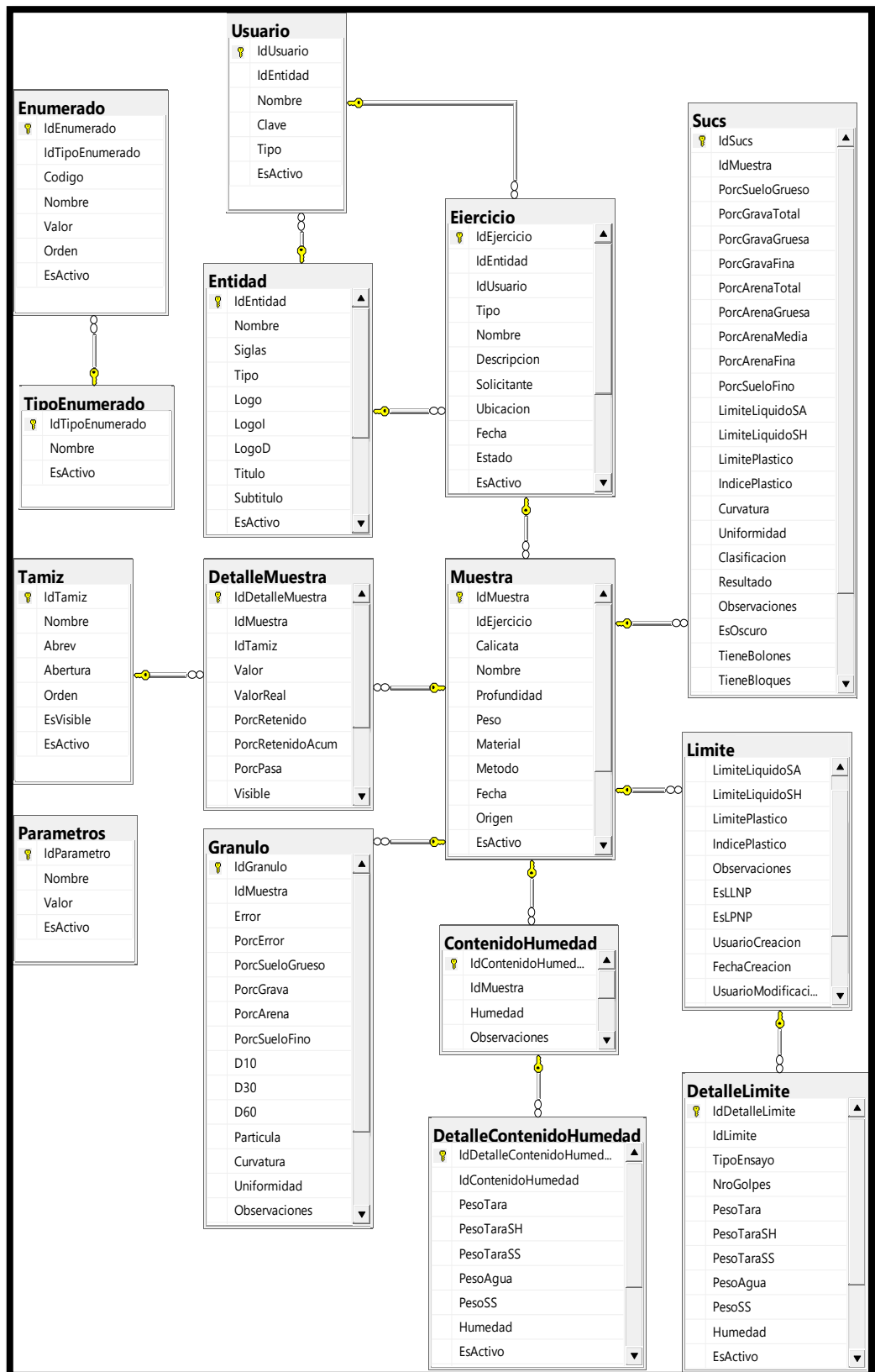


Figura 12.  
Diagrama de Base de Datos Completo  
Fuente: Elaboración propia

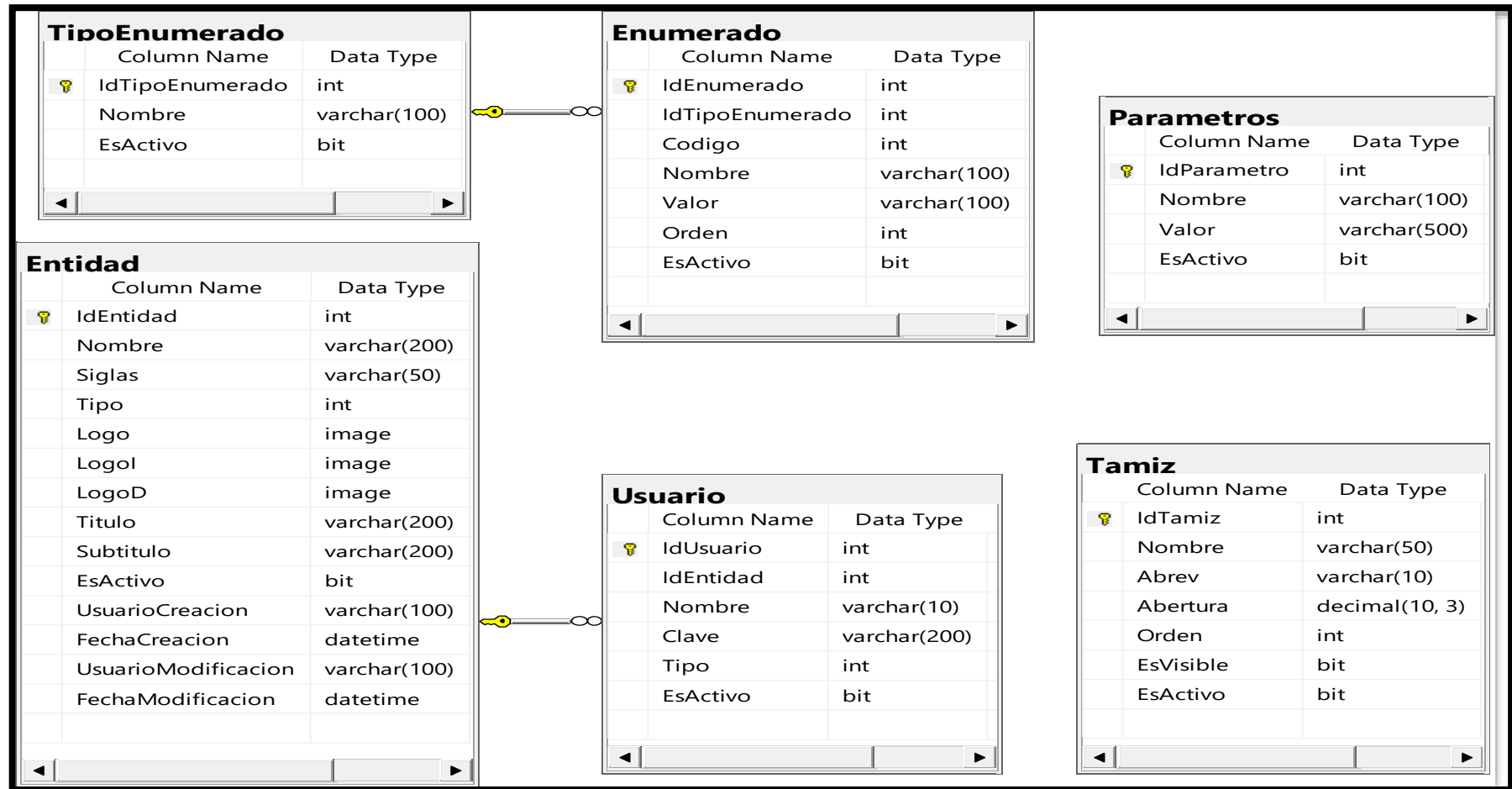


Figura 13.  
 Diagrama de Base del Módulo Datos Generales  
 Fuente: Elaboración propia

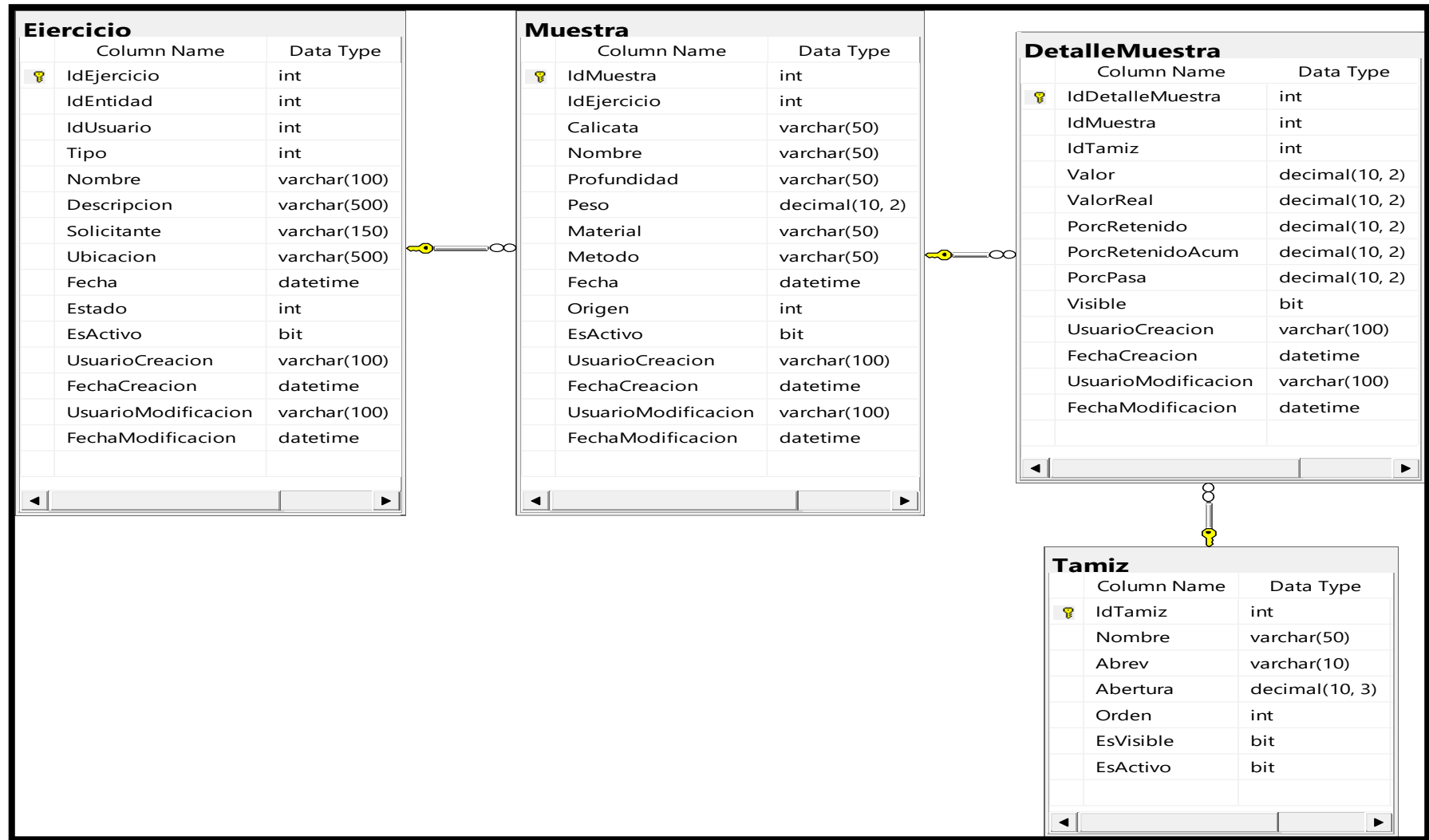


Figura 14.  
Diagrama de Base de Datos del Módulo Proyectos  
Fuente: Elaboración propia

<b>Granulo</b>		
	Column Name	Data Type
🔑	IdGranulo	int
	IdMuestra	int
	Error	decimal(10, 2)
	PorcError	decimal(10, 2)
	PorcSueloGrueso	decimal(10, 2)
	PorcGrava	decimal(10, 2)
	PorcArena	decimal(10, 2)
	PorcSueloFino	decimal(10, 2)
	D10	decimal(10, 2)
	D30	decimal(10, 2)
	D60	decimal(10, 2)
	Particula	decimal(10, 3)
	Curvatura	decimal(10, 2)
	Uniformidad	decimal(10, 2)
	Observaciones	varchar(2000)
	UsuarioCreacion	varchar(100)
	FechaCreacion	datetime
	UsuarioModificacion	varchar(100)
	FechaModificacion	datetime

Figura 15.  
 Diagrama de Base de Ensayo de Análisis Granulométrico  
 Fuente: Elaboración propia



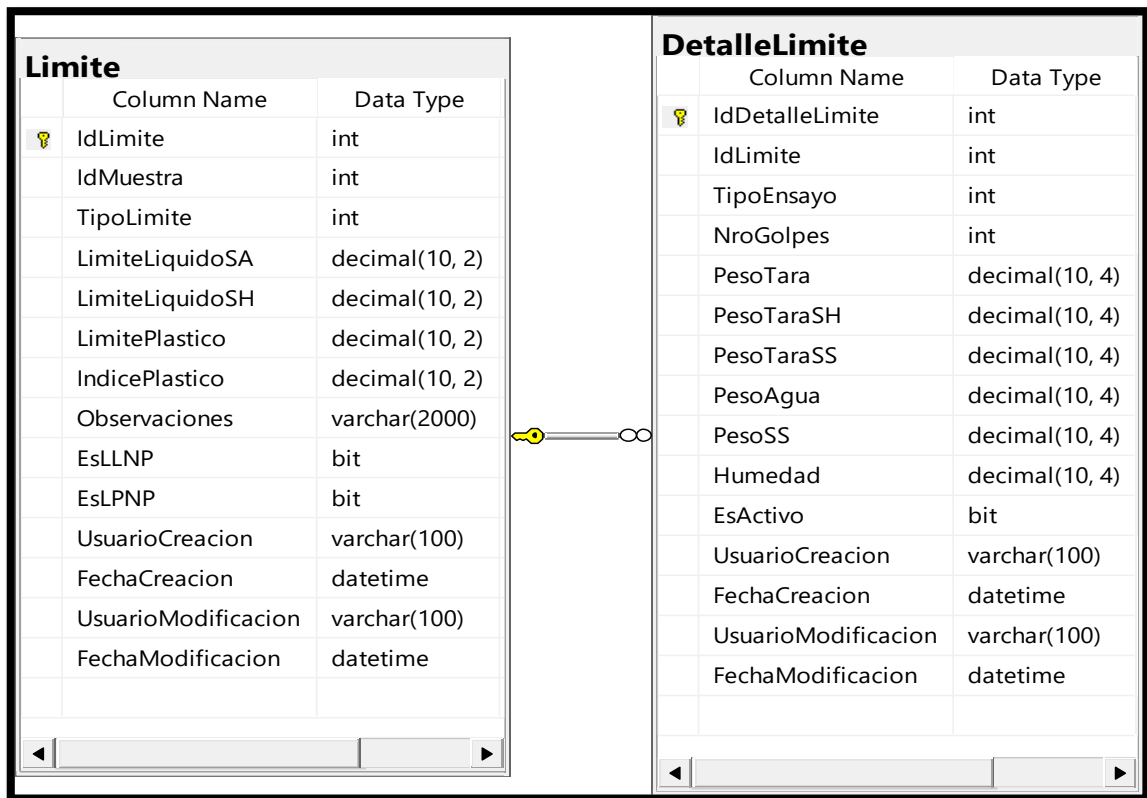


Figura 16.  
 Diagrama de Base de Ensayo de Límites de Consistencia  
 Fuente: Elaboración propia

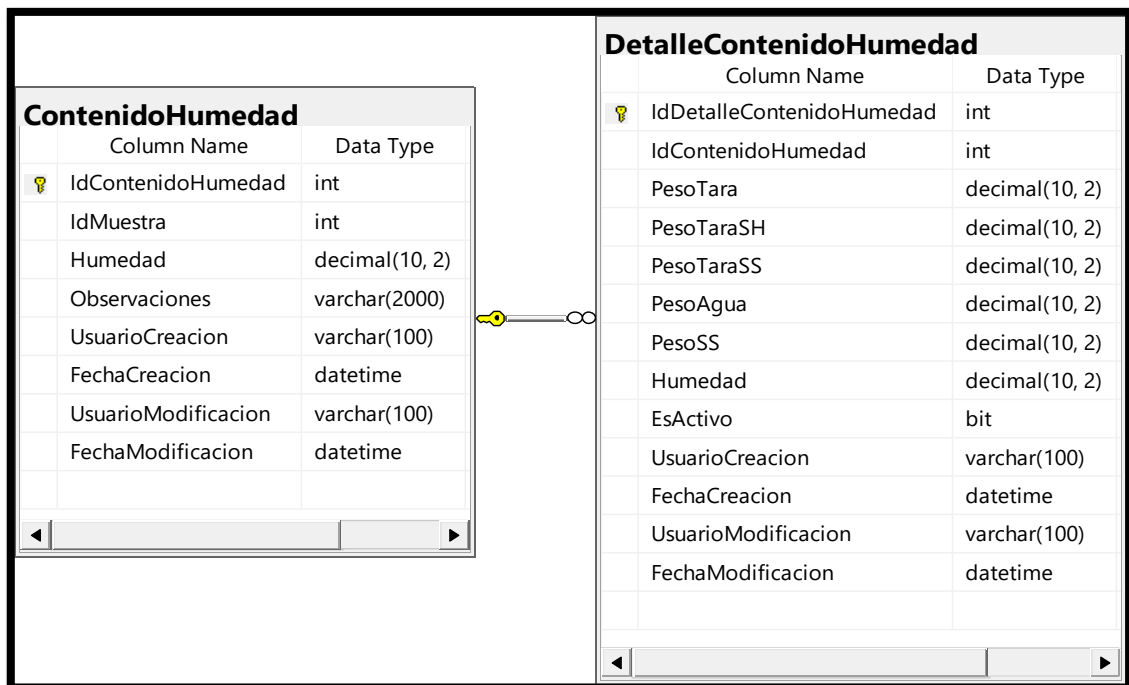


Figura 17.  
 Diagrama de Base de Ensayo de Contenido de Humedad  
 Fuente: Elaboración propia

Sucs		
	Column Name	Data Type
🔑	IdSucs	int
	IdMuestra	int
	PorcSueloGrueso	decimal(10, 2)
	PorcGravaTotal	decimal(10, 2)
	PorcGravaGruesa	decimal(10, 2)
	PorcGravaFina	decimal(10, 2)
	PorcArenaTotal	decimal(10, 2)
	PorcArenaGruesa	decimal(10, 2)
	PorcArenaMedia	decimal(10, 2)
	PorcArenaFina	decimal(10, 2)
	PorcSueloFino	decimal(10, 2)
	LimiteLiquidoSA	decimal(10, 2)
	LimiteLiquidoSH	decimal(10, 2)
	LimitePlastico	decimal(10, 2)
	IndicePlastico	decimal(10, 2)
	Curvatura	decimal(10, 2)
	Uniformidad	decimal(10, 2)
	Clasificacion	varchar(10)
	Resultado	varchar(200)
	Observaciones	varchar(500)
	EsOscuro	bit
	TieneBolones	bit
	TieneBloques	bit
	UsuarioCreacion	varchar(100)
	FechaCreacion	datetime
	UsuarioModificacion	varchar(100)
	FechaModificacion	datetime

Figura 18.  
 Diagrama de Base de Ensayo de Clasificación SUCS  
 Fuente: Elaboración propia

#### 4.4.2. Prototipo de Interfaces de Usuario

El programa TJDSUELO versión 1.0 para la optimización de los ensayos estándar de mecánica de suelos contará con 6 módulos, los cuales tendrán etapas como: ingreso de datos y visualización de resultados.

Cada módulo tendrá un interfaz semejante para el ingreso de datos y para la visualización de sus resultados. Además, se contará como producto final los reportes de los ensayos realizado para su impresión.

##### a) Gestión de Proyectos y Datos Generales

###### Buscador de proyectos

En la pantalla del módulo gestión de proyectos existe una caja de texto donde se podrá ingresar un texto con el que se quiere buscar un determinado proyecto, ya sea por el nombre, solicitante o ubicación del proyecto, tal como se muestra a continuación:

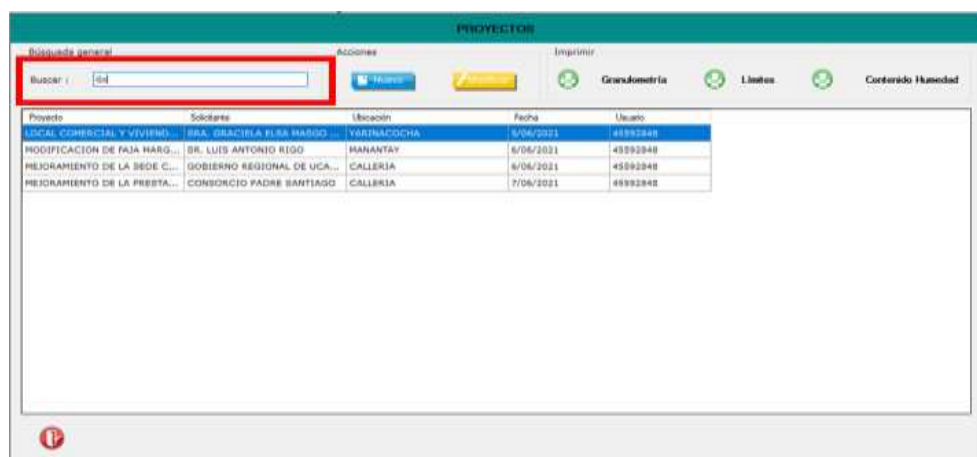
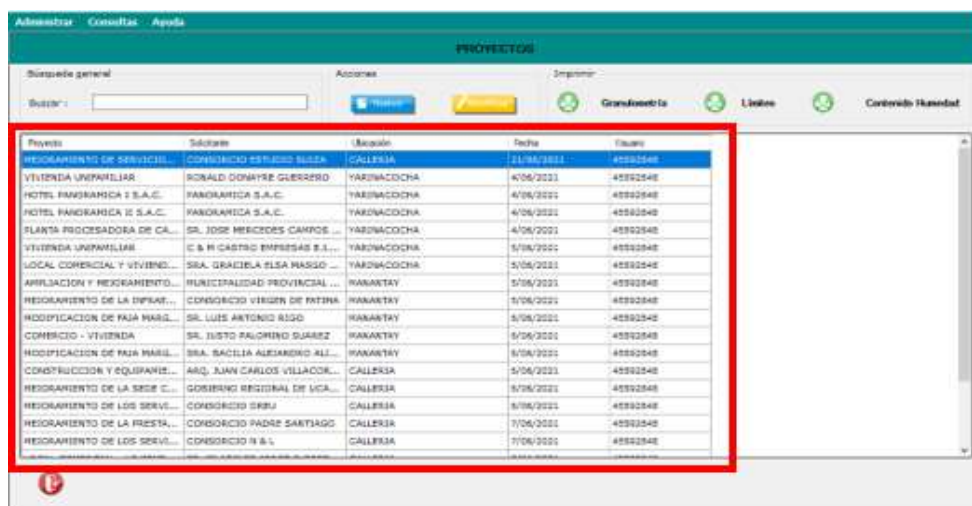


Imagen 29.  
Interfaz de Buscador de Proyectos  
Fuente: Elaboración propia

## Visualización del listado de proyectos

En la misma pantalla del módulo gestión de proyectos se visualizará el listado de proyectos ingresados, tal como se muestra a continuación:



Proyecto	Solución	Ubicación	Fecha	Valor
REGISTRAMIENTO DE SERVICIOS...	CONSORCIO ESTUDIO NUSCA	CALLERÍA	21/04/2021	45992848
VIVIENDA UNIFAMILIAR	RONALD DONATRE GUERRERO	YARINACCOCHA	4/04/2021	45992848
HOTEL PANORAMICA 1 S.A.C.	PANORAMICA S.A.C.	YARINACCOCHA	4/04/2021	45992848
HOTEL PANORAMICA 2 S.A.C.	PANORAMICA S.A.C.	YARINACCOCHA	4/04/2021	45992848
PLANTA PROCESADORA DE CA...	SR. JOSE MERCEDES CAMPOS	YARINACCOCHA	4/04/2021	45992848
VIVIENDA UNIFAMILIAR	E & H CASTRO EMPRESAS S.R.L.	YARINACCOCHA	5/04/2021	45992848
LOCAL COMERCIAL Y VIVIEND...	SRA. GRACIELA ELSA MASCO	YARINACCOCHA	5/04/2021	45992848
AMPLIACION Y REGISTRAMIENTO...	MUNICIPALIDAD PROVINCIAL ...	RAKANKAY	5/04/2021	45992848
REGISTRAMIENTO DE LA INFRAE...	CONSORCIO VIRGEN DE FATIMA	RAKANKAY	5/04/2021	45992848
MODIFICACION DE PAJA MARIL...	SR. LUIS ANTONIO RIGDO	RAKANKAY	5/04/2021	45992848
COMERCIO - VIVIENDA	SR. JUSTO RAJONDO SUAREZ	RAKANKAY	5/04/2021	45992848
MODIFICACION DE PAJA MARIL...	SRA. RAQUELA ALEXANDRO ALI...	RAKANKAY	5/04/2021	45992848
CONSTRUCCION Y EQUIPAMIE...	ARQ. JUAN CARLOS VILLACOR...	CALLERÍA	5/04/2021	45992848
REGISTRAMIENTO DE LA SEDE C...	GOBIERNO REGIONAL DE UCA...	CALLERÍA	5/04/2021	45992848
REGISTRAMIENTO DE LOS SERVI...	CONSORCIO SREU	CALLERÍA	5/04/2021	45992848
REGISTRAMIENTO DE LA PRESTA...	CONSORCIO PADRE SANTIAGO	CALLERÍA	7/04/2021	45992848
REGISTRAMIENTO DE LOS SERVI...	CONSORCIO N & L	CALLERÍA	7/04/2021	45992848

Imagen 30.

Interfaz de Visualización del Listado de Proyectos

Fuente: Elaboración propia

Además, se requiere contar con unos botones que cumplan las siguientes funciones:

**Nuevo:** que me dirija al módulo de datos generales, para poder ingresar un nuevo proyecto.

**Modificar:** que me dirija al módulo de datos generales, para poder modificar algún dato de un proyecto ya registrado.

**Granulometría:** que muestre una nueva ventana en la que se visualice el reporte del ensayo de análisis granulométrico para poder imprimirlo.

**Límites:** que muestre una nueva ventana en la que se visualice el reporte del ensayo de límites de consistencia para poder imprimirlo.

**Contenido de Humedad:** que muestre una nueva ventana en la que se visualizase el reporte del ensayo de contenido de humedad para poder imprimirlo.

Por último, se requiere que el módulo cuente con un botón de color rojo con una imagen que simbolice la acción de retroceder y que este ubicado en la parte inferior izquierda, la cual tendrá la función de “salir” y esto hará que retroceda a un módulo anterior.

### Ingreso de datos

En la pantalla del módulo datos generales se ingresará los datos generales del proyecto (nombre, solicitante y ubicación), para luego ser grabados y almacenados en la base de datos, tal como se muestra a continuación:

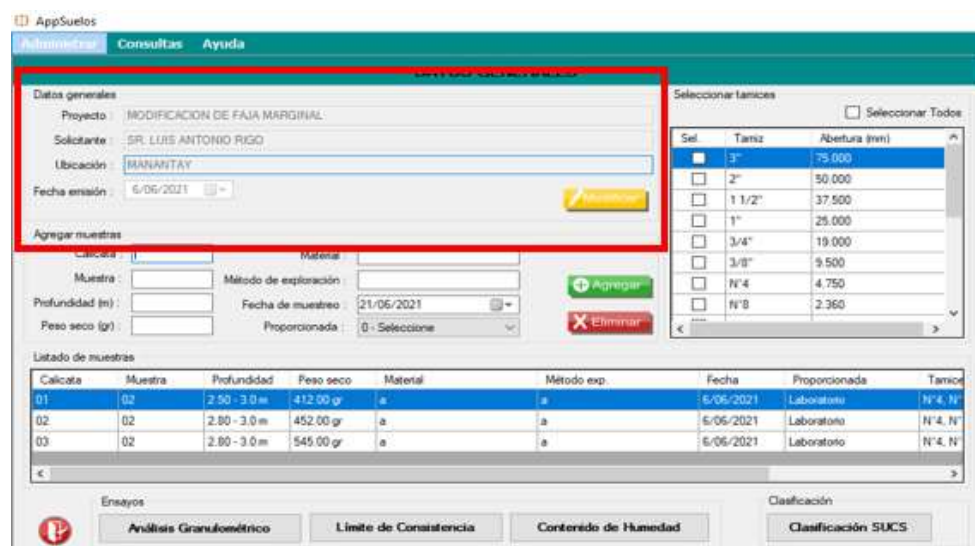


Imagen 31.  
Interfaz para el ingreso de Datos Generales  
Fuente: Elaboración propia

En la misma pantalla del módulo datos generales se ingresará los datos de las muestras (calicata, muestra, profundidad, peso seco, material, método de exploración, fecha de muestreo, proporcionada),

para luego ser agregadas a un listado de muestras, tal como se muestra a continuación:

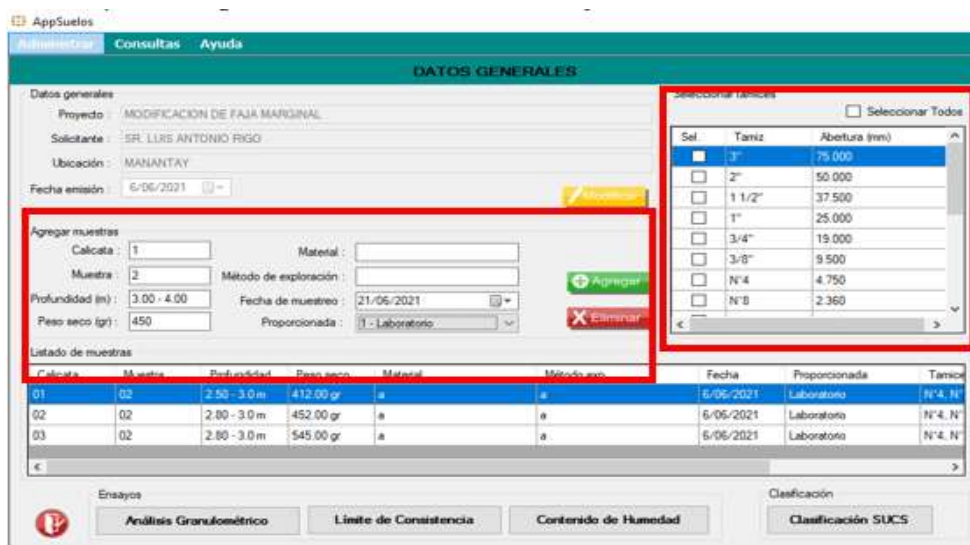


Imagen 32.  
Interfaz para el ingreso de Datos de la Muestra y Selección de Tamices  
Fuente: Elaboración propia

Además, se requiere contar con unos botones que cumplan las siguientes funciones:

**Grabar:** se requiere que pueda guardar los datos generales ingresados del proyecto.

**Modificar:** se requiere que se pueda modificar los datos ingresados. (este botón solo se debe visualizar luego de haber dado un clic en el botón grabar y se haya grabado correctamente)

**Agregar:** se requiere que permita agregar toda la información ingresada a la sección llamada "Listado de muestras". Esto incluye la información que se encuentra en la sección llamada "Seleccionar tamices".

**Eliminar:** se requiere que permita eliminar toda la información registrada de cualquier muestra ingresada en la sección llamada "Listado de muestras".

**Análisis granulometría:** se requiere que direcciona al módulo de dicho ensayo para comenzar su desarrollarlo.

**Límites de consistencia:** se requiere que direcciona al módulo de dicho ensayo para comenzar su desarrollarlo.

**Contenido de Humedad:** se requiere que direcciona al módulo de dicho ensayo para comenzar su desarrollarlo.

**Clasificación SUCS:** se requiere que direcciona al módulo de dicho ensayo para comenzar su desarrollarlo.

Por último, se requiere que el módulo cuente con un botón de color rojo con una imagen que simbolice la acción de retroceder y que este ubicado en la parte inferior izquierda, la cual tendrá la función de “salir” y esto hará que retroceda a un módulo anterior.

### Visualización de la información ingresada

En la misma pantalla del módulo datos generales se visualizará toda la información ingresada, tal como se muestra a continuación:

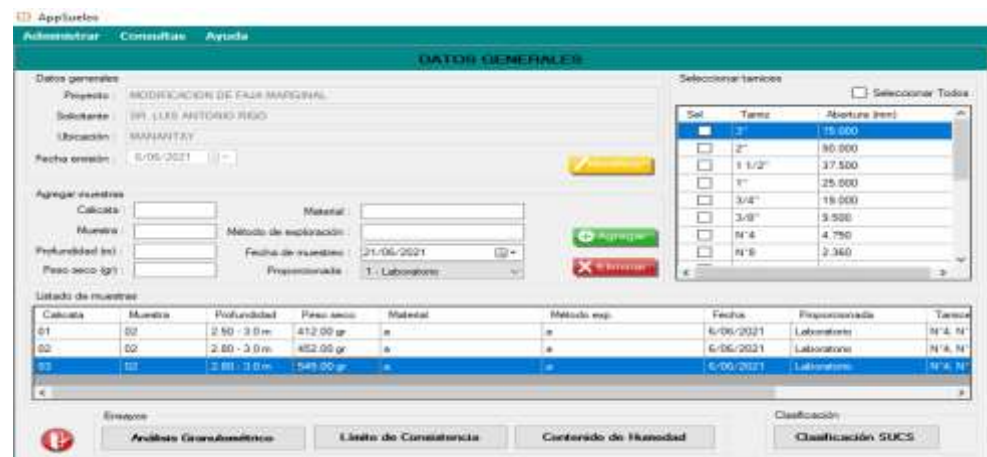


Imagen 33.  
Interfaz de visualización del Listado de Muestras  
Fuente: Elaboración propia

## b) Ensayo de Análisis Granulométrico

### Ingreso de datos

En la pantalla del módulo de análisis granulométrico se ingresará los datos de los pesos retenidos obtenidos del ensayo de análisis granulométrico en el laboratorio y estará habilitado un campo donde se puede describir cualquier tipo de observación o comentario que realice el usuario, tal como se muestra a continuación:

Calicata	Muestra	Profundidad	Peso seco	Material	Método esp.	Fecha	Proporcionada
D1	02	0.20 - 2.5 m	527.00 gr	a	a	7/06/2021	Laboratorio
D2	02	0.20 - 2.5 m	455.00 gr	a	a	7/06/2021	Laboratorio

Tamiz	Abertura (mm)	Peso	Peso retenido corregido	% de peso retenido	% de peso retenido acumulado	% que pasa
N°4	4.750	5.00	0.00	0.00	0.00	100.00
N°10	2.000	1.40	1.40	0.27	0.27	99.73
N°40	0.425	5.40	5.40	1.02	1.29	98.71
N°200	0.075	49.20	49.20	9.34	10.63	89.37
Fondo		471.00	471.00	89.37	100.00	
Total		527.00	527.00	100.00		

Imagen 34.

Interfaz de ingreso de datos para el ensayo de análisis granulométrico

Fuente: Elaboración propia

### Visualización de los resultados

En la misma pantalla del módulo de análisis granulométrico se visualizará los resultados obtenidos para el ensayo de análisis granulométrico, tal como se muestra a continuación:



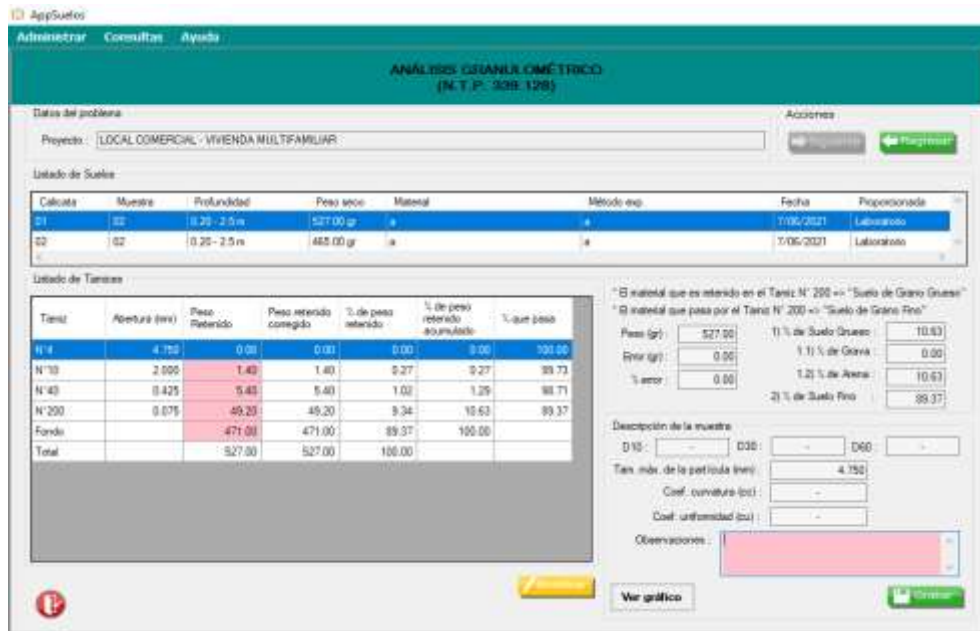


Imagen 35. Interfaz de visualización de los resultados para el ensayo de análisis granulométrico Fuente: Elaboración propia

En una sub pantalla del módulo de análisis granulométrico se visualizará el grafico de la curva granulométrica de los resultados obtenidos para el ensayo de análisis granulométrico, tal como se muestra a continuación:

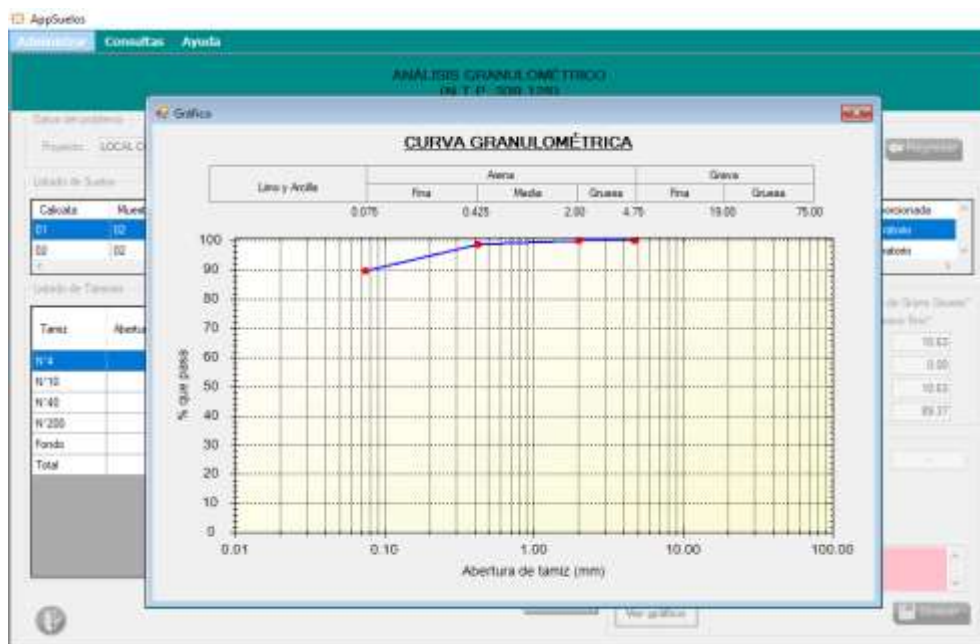


Imagen 36. Interfaz de visualización de la gráfica de la curva granulométrica del ensayo de análisis granulométrico Fuente: Elaboración propia

Además, se requiere contar con unos botones que cumplan las siguientes funciones:

**Siguiente:** se requiere que permita pasar a la sección llamada “Cuadro granulométrico”, para el desarrollo del ensayo.

**Regresar:** se requiere que permita regresar a la sección llamada “Listado de muestra” para poder escoger la muestra que se analizara. (este botón solo se debe habilitar luego de hacer clic en el botón siguiente)

**Validar:** se requiere que permita hacer los cálculos correspondientes del ensayo y mostrar sus resultados.

**Modificar:** se requiere que permita modificar los datos ingresados. (este botón solo se debe visualizar luego de haber validado un ingreso de datos)

**Ver gráfico:** se requiere que permita visualizar el gráfico de la curva granulométrica en una ventana emergente.

**Grabar:** se requiere que permita guardar correctamente todos los resultados de la muestra analizada.

Por último, se requiere que el módulo cuente con un botón de color rojo con una imagen que simbolice la acción de retroceder y que este ubicado en la parte inferior izquierda, la cual tendrá la función de “salir” y esto hará que retroceda a un módulo anterior.

## c) Ensayo de Límites de Consistencia

### Ingreso de datos

En la pantalla del módulo límites de consistencia se ingresará los datos de los registros de ensayos para el límite líquido secado al aire (LLsa), límite líquido secado al horno (LLsh) y límite plástico (LP), obtenidos del ensayo de límites de consistencia en el laboratorio y estará habilitado un campo donde se puede describir cualquier tipo de observación o comentario que realice el usuario, tal como se muestra a continuación:

The screenshot displays the 'AppSuelos' interface with the following components:

- Listado de Suelos:** A table with columns: Calicata, Muestra, Profundidad, Material, Método exp., Fecha, Prop. It shows two rows of data.
- Límite Líquido (secado al aire):** Includes an input field for 'LL' and an 'Eliminar' button.
- Registro de ensayos:** A section with radio buttons for 'LL sa', 'LL sh', and 'LP'. It contains input fields for 'N° de Golpes', 'Peso Tara (gr)', 'Peso Tara + Suelo Húmedo (gr)', and 'Peso Tara + Suelo Seco (gr)', along with an 'Agregar' button.
- Límite Líquido (secado al horno):** Includes an 'N.P.' checkbox and an input field for 'LL'.
- Límite Plástico:** Includes an 'N.P.' checkbox and an input field for 'LP'.
- Constantes físicas de la muestra:** Input fields for 'Límite Líquido (secado al aire)', 'Límite Líquido (secado al horno)', 'Límite Plástico', and 'Índice de Plasticidad', with a 'Validar' button.
- Observaciones:** A text area for user comments, with 'Ver gráfico' and 'Guardar' buttons below it.

Imagen 37.

Interfaz de ingreso de datos para el ensayo de límites de consistencia

Fuente: Elaboración propia

### Visualización de los resultados

En la misma pantalla del módulo límites de consistencia se visualizará los resultados obtenidos para el ensayo de límites de consistencia, tal como se muestra a continuación:

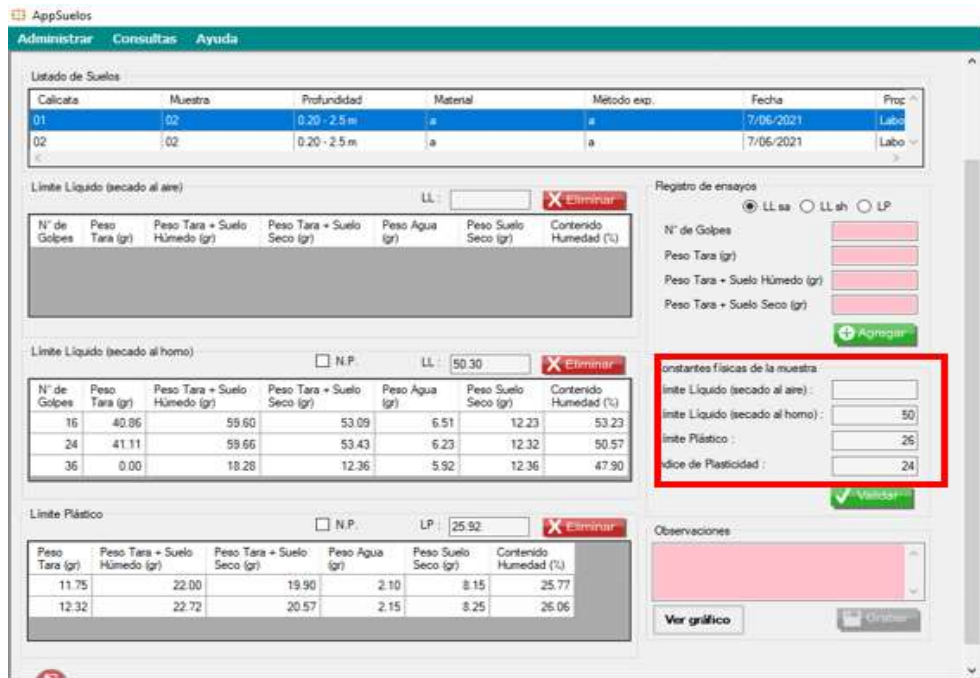


Imagen 38.

Interfaz de visualización de los resultados para el ensayo de límites de consistencia

Fuente: Elaboración propia

En una sub pantalla del módulo límites de consistencia se visualizará el gráfico del límite líquido para N° de golpes igual a 25, de los resultados obtenidos para el ensayo de límites de consistencia, tal como se muestra a continuación:

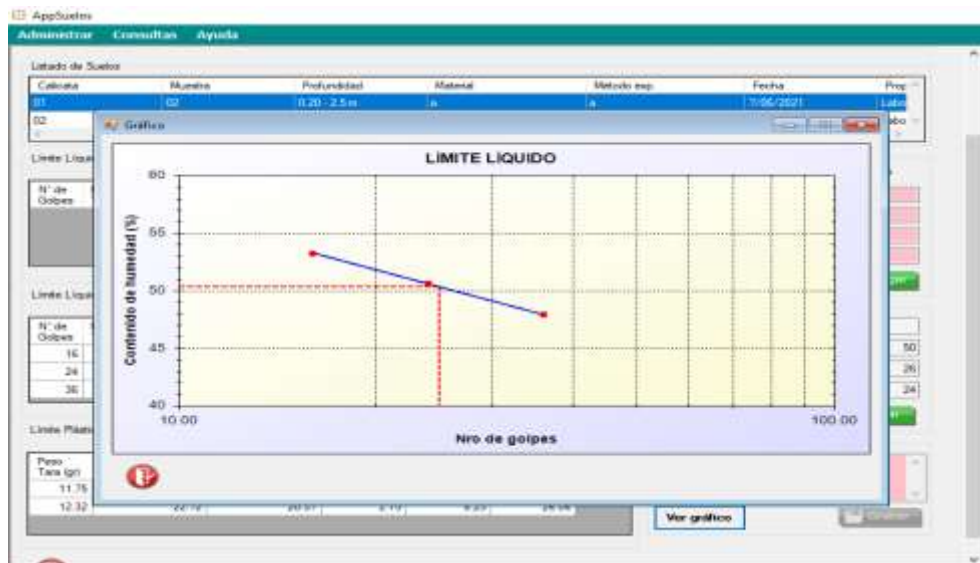


Imagen 39.

Interfaz de visualización de la gráfica de la curva granulométrica del ensayo de límites de consistencia

Fuente: Elaboración propia

Además, se requiere contar con unos botones que cumplan las siguientes funciones:

**Siguiente:** se requiere que permita pasar a la sección llamada “Registro de ensayos”, para ingresar los datos necesarios para el desarrollo del ensayo.

**Regresar:** se requiere que permita regresar a la sección llamada “Listado de muestra” para poder escoger la muestra que se analizara. (este botón solo se habilita luego de hacer clic en el botón siguiente)

**Agregar:** se requiere que permita agregar toda la información ingresada a la sección que corresponda según la opción en la que este seleccionada y además realiza el cálculo de obtener el peso del agua, peso de suelo seco y su contenido de humedad.

**Eliminar:** se requiere que permita eliminar la información agregada y calculada según su selección.

**Validar:** se requiere que permita hacer los cálculos correspondientes del ensayo y mostrar sus resultados finales.

**Ver gráfico:** se requiere que permita visualizar el gráfico del límite líquido secado al horno en una ventana emergente.

**Grabar:** se requiere que permita guardar correctamente todos los resultados del ensayo realizado.

Además, se requiere que en las secciones llamadas “límite líquido secado al horno” y “límite plástico”, cuenten con una opción para marcar cuando el suelo sea “No Plástico (N.P.)”

Por último, se requiere que el módulo cuente con un botón de color rojo con una imagen que simbolice la acción de retroceder y que este

ubicado en la parte inferior izquierda, la cual tendrá la función de “salir” y esto hará que retroceda a un módulo anterior.

#### d) **Ensayo de Contenido de Humedad**

##### **Ingreso de datos**

En la pantalla del módulo contenido de humedad se ingresará los datos de los registros de ensayos obtenidos del ensayo de contenido de humedad en el laboratorio y estará habilitado un campo donde se puede describir cualquier tipo de observación o comentario que realice el usuario, tal como se muestra a continuación:

Calicata	Muestra	Profundidad	Material	Método exp.	Fecha	Proy
01	02	0.20 - 2.5 m	a	a	7/06/2021	Lab
02	02	0.20 - 2.5 m	a	a	7/06/2021	Lab

Peso Tara (gr)	Peso Tara + Suelo Húmedo (gr)	Peso Tara + Suelo Seco (gr)	Peso Agua (gr)	Peso Suelo Seco (gr)	Contenido de H (%)
0.0000	489.5300	415.0000	74.5300	415.0000	

Imagen 40.

Interfaz de ingreso de datos para el ensayo de contenido de humedad

Fuente: Elaboración propia

##### **Visualización de los resultados**

En la misma pantalla del módulo contenido de humedad se visualizará los resultados obtenidos para el ensayo de contenido de humedad, tal como se muestra a continuación:

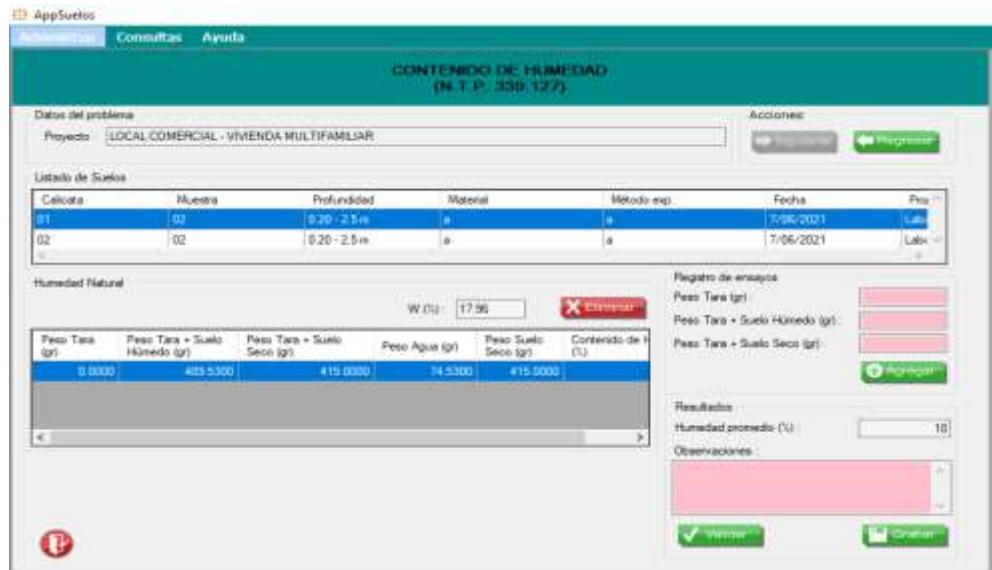


Imagen 41.

Interfaz de visualización de los resultados para el ensayo de contenido de humedad

Fuente: Elaboración propia

Además, se requiere contar con unos botones que cumplan las siguientes funciones:

**Siguiente:** se requiere que permita pasar a la sección llamada “Registro de ensayos”, para ingresar los datos necesarios para el desarrollo del ensayo.

**Regresar:** se requiere que permita regresar a la sección llamada “Listado de muestra” para poder escoger la muestra que se analizara. (este botón solo se habilita luego de hacer clic en el botón siguiente)

**Agregar:** se requiere que permita agregar toda la información ingresada a la sección llamada “Humedad Natural” y además que realice el cálculo de obtener el peso del agua, peso de suelo seco y su contenido de humedad.

**Eliminar:** se requiere que permita eliminar la información agregada y calculada según su selección.

**Validar:** se requiere que permita hacer los cálculos correspondientes del ensayo y mostrar su resultado final.

**Grabar:** se requiere que permita guardar correctamente todos los resultados del ensayo realizado.

Por último, se requiere que el módulo cuente con un botón de color rojo con una imagen que simbolice la acción de retroceder y que este ubicado en la parte inferior izquierda, la cual tendrá la función de “salir” y esto hará que retroceda a un módulo anterior.

## e) Ensayo de Clasificación SUCS

### Ingreso de datos

En la pantalla del módulo clasificación SUCS pantalla estará habilitado un campo donde se puede describir cualquier tipo de observación o comentario que realice el usuario, tal como se muestra a continuación:

The screenshot shows the 'AppSuelos' software interface for SUCS classification. It includes a menu bar with 'Administrar', 'Consultas', and 'Ayuda'. Below the menu is a 'Listado de Tamices' table and a 'Resultados' section. The 'Listado de Tamices' table is as follows:

Tamiz	Abertura (mm)	% de peso retenido
N°4	4.750	0.00
N°10	2.000	0.27
N°40	0.425	1.02
N°200	0.075	9.34
Fondo		89.37

The 'Resultados' section contains fields for 'Clasificación' (set to 'CH') and 'Resultado' (set to 'ARCILLA DE ALTA PLASTICIDAD'). Below these are 'Observaciones' (highlighted in red), 'Bolones', 'Bloques', and 'Color oscuro y olor orgánico'. At the bottom, there are 'Validar' and 'Cancelar' buttons.

Imagen 42.

Interfaz de ingreso de datos (observaciones) para el ensayo de clasificación SUCS

Fuente: Elaboración propia



## Visualización de los resultados

En la misma pantalla del módulo clasificación SUCS se visualizará los resultados obtenidos para el ensayo de clasificación SUCS, tal como se muestra a continuación:

The screenshot shows the 'AppSuelos' software interface. At the top, there are navigation tabs: 'Administrar', 'Consultas', and 'Ayuda'. Below this, there are three main sections:

- Listado de Tamices:** A table showing sieve sizes and their corresponding percentages of retained weight.
- Resultados:** A list of steps for the classification process, including evaluating percentages of coarse and fine soil, liquid limit, plastic limit, and plasticity index.
- Descripción de la muestra:** A list of soil properties and their values, such as percentage of coarse soil, sand, and silt.

At the bottom right, there are fields for 'Clasificación' (CH) and 'Resultado' (ARCILLA DE ALTA PLASTICIDAD), along with checkboxes for 'Bolinas', 'Bloques', and 'Color oscuro y olor orgánico'. There are also 'Validar' and 'Imprimir' buttons.

Tamiz	Abertura (mm)	% de peso retenido
Nº 4	4.75	0.00
Nº 10	2.000	0.27
Nº 40	0.425	1.02
Nº 200	0.075	9.34
Fondo		89.37

Descripción de la muestra	Valor
1) % Suelo Grueso	10.63
1.1) % Grava	0.00
1.1.1) % Grava Gruesa	0
1.1.2) % Grava Fina	0.00
1.2) % de Arena	10.63
1.2.1) % Arena Gruesa	0.27
1.2.2) % Arena Medía	1.02
1.2.3) % Arena Fina	9.34
2) % Suelo Fino	89.37

Coef. Curvatura (Cc): -  
Coef. Uniformidad (Cu): -  
L.L. (secado al aire): -  
L.L. (secado al horno): 50.30  
L.P. (Índice Plástico): 25.52  
I.P. (Índice Plástico): 24.38

Clasificación: CH  
Resultado: ARCILLA DE ALTA PLASTICIDAD

Imagen 43.

Interfaz de visualización de los resultados para el ensayo de clasificación SUCS

Fuente: Elaboración propia

Además, se requiere contar con unos botones que cumplan las siguientes funciones:

**Siguiente:** se requiere que permita pasar a la sección llamada “Registro de ensayos”, para ingresar los datos necesarios para el desarrollo del ensayo.

**Regresar:** se requiere que permita regresar a la sección llamada “Listado de muestra” para poder escoger la muestra que se analizara. (este botón solo se habilita luego de hacer clic en el botón siguiente)

**Validar:** se requiere que permita hacer los cálculos correspondientes del ensayo y mostrar su resultado final.

**Grabar:** se requiere que permita guardar correctamente todos los resultados del ensayo realizado.

Por último, se requiere que el módulo cuente con un botón de color rojo con una imagen que simbolice la acción de retroceder y que este ubicado en la parte inferior izquierda, la cual tendrá la función de “salir” y esto hará que retroceda a un módulo anterior.

**f) Elaboración de Reportes de los Ensayos**

La elaboración de Reportes de los Ensayos se presenta a continuación:

## Reporte del Ensayo de Análisis Granulométrico

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCA YALI PUNO - PERU		ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO N.T.P. 339.128 - ASTM D422		AGENCIA CIL		
<b>Datos generales</b>						
Proyecto	: MEJORAMIENTO DE LA SEDE CENTRAL DEL GOBIERNO REGIONAL DE UCAYALI				Fecha de emisión	: 5/03/2022
Solicitante	: GOBIERNO REGIONAL DE UCAYALI					
Ubicación	: CALLERIA					
Fecha de ejecución	: 6/06/2021					
<b>Datos de la muestra</b>						
Calicata	: 01	Material	: NO TIENE LL			
Muestra	: 02	Método de exploración	: NO TIENE LL			
Profundidad	: 2.00 - 3.0 m	Fecha de muestreo	: 6/06/2021			
Peso	: 411.00 gr	Proporcionada	: Laboratorio			
<b>Abertura de Tamiz</b>		<b>Peso retenido</b>	<b>Porcentaje</b>	<b>Porcentaje</b>	<b>Descripción de la muestra</b>	
(pulg.)	(mm)	(gr)	Retenido (%)	que pasa (%)	D10	: - D30 : - D60 : -
N° 20	0.850	0.00	0.00	100.00	Tam. Máx. de la Partícula (mm)	: 0.850
N° 40	0.425	20.10	4.89	95.11	Coefficiente de curvatura (cc)	: -
N° 100	0.150	4.10	1.00	94.11	Coefficiente de uniformidad (cu)	: -
N° 200	0.075	131.50	32.00	62.12	Clasificación SUCS	: CL
Fondo		255.30	62.12		<b>Observaciones</b>	
Total		411.00	100.00			
<b>Curva Granulométrica</b>						
Limo y arcilla		Arena			Grava	
		Fina	Media	Gruesa	Fina	Gruesa
<p>El gráfico muestra la curva granulométrica con el eje vertical etiquetado como 'Porc. que pasa %' (rango 0-100) y el eje horizontal como 'Abertura del tamiz (mm)' (rango logarítmico 0.01-100). La curva está compuesta por los siguientes puntos: (0.075, 62.12), (0.150, 94.11), (0.425, 95.11) y (0.850, 100.00). El área del gráfico está dividida en zonas de clasificación: 'Limo y arcilla' (menor que 0.075 mm), 'Arena' (0.075 a 4.75 mm) subdividida en 'Fina', 'Media' y 'Gruesa', y 'Grava' (mayor que 4.75 mm).</p>						
Ing. Responsable				Tec. de Laboratorio		

Imagen 44.

Interfaz de visualización de la presentación fina del ensayo de análisis granulométrico

Fuente: Elaboración propia

## Reporte del Ensayo de Limite de Consistencia



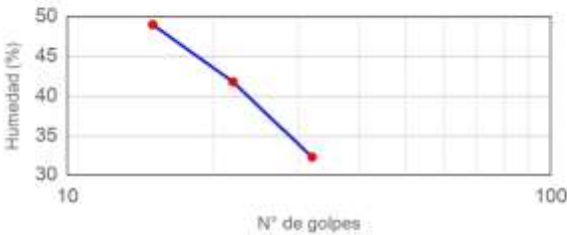
LÍMITES DE CONSISTENCIA							
N.T.P. 339.129 - ASTM D4318							
 							
Datos generales							
Proyecto	: MEJORAMIENTO DE LA SEDE CENTRAL DEL GOBIERNO REGIONAL DE UCAYALI						
Solicitante	: GOBIERNO REGIONAL DE UCAYALI						
Ubicación	: CALLERIA						
Fecha de ejecución	: 6/06/2021					Fecha de emisión	: 5/03/2022
Datos de la muestra							
Calicata	: 01	Material	: NO TIENE LL				
Muestra	: 02	Método de exploración	: NO TIENE LL				
Profundidad	: 2.00 - 3.0 m	Fecha de muestreo	: 6/06/2021				
		Proporcionada	: Laboratorio				
Limite Líquido (secado al aire)							
N° de Golpes	Peso Tara (gr)	Peso Tara + Suelo Húmedo (gr)	Peso Tara + Suelo Seco (gr)	Peso Agua (gr)	Peso Suelo Seco (gr)	Contenido Humedad (%)	
15	39.75	61.00	54.01	6.99	14.26	49.02	
22	39.73	56.92	51.85	5.07	12.12	41.83	
32	38.00	57.06	52.40	4.66	14.40	32.36	
Limite Líquido (secado al horno)							
N° de Golpes	Peso Tara (gr)	Peso Tara + Suelo Húmedo (gr)	Peso Tara + Suelo Seco (gr)	Peso Agua (gr)	Peso Suelo Seco (gr)	Contenido Humedad (%)	
15	39.75	61.00	54.01	6.99	14.26	49.02	
22	39.73	56.92	51.85	5.07	12.12	41.83	
32	38.00	57.06	52.40	4.66	14.40	32.36	
Limite Plástico							
Peso Tara (gr)	Peso Tara + Suelo Húmedo (gr)	Peso Tara + Suelo Seco (gr)	Peso Agua (gr)	Peso Suelo Seco (gr)	Contenido Humedad (%)		
6.90	23.44	21.08	2.36	14.18	16.64		
6.80	23.99	21.58	2.41	14.78	16.31		
							
Constantes físicas de la muestra							
Limite Líquido (Secado al aire)	:						
Limite Líquido (Secado al horno)	:						
Limite Plástico	:						
Índice de Plasticidad	:						
38							
16							
22							
Observaciones							
<hr/> Ing. Responsable				<hr/> Tec. de Laboratorio			

Imagen 45.

Interfaz de visualización de la presentación fina del ensayo de límites de consistencia

Fuente: Elaboración propia

## Reporte del Ensayo de Contenido de Humedad

Datos generales						
Proyecto	: MEJORAMIENTO DE LA SEDE CENTRAL DEL GOBIERNO REGIONAL DE UCAYALI					
Solicitante	: GOBIERNO REGIONAL DE UCAYALI					
Ubicación	: CALLERIA					
Fecha de ejecución	: 6/06/2021			Fecha de emisión	: 5/03/2022	
Datos de la muestra						
Calicata	: 01		Material	: NO TIENE LL		
Muestra	: 02		Método de exploración	: NO TIENE LL		
Profundidad	: 2.00 - 3.0 m		Fecha de muestreo	: 6/06/2021		
			Proporcionada	: Laboratorio		
Humedad Natural						
Peso Tara (gr)	Peso Tara + Suelo Húmedo (gr)	Peso Tara + Suelo Seco (gr)	Peso Agua (gr)	Peso Suelo Seco (gr)	Contenido Humedad (%)	
60.25	450.00	400.00	50.00	339.75	14.72	
Resultados						
Humedad promedio (%)					:	15
Observaciones						
<hr/> Ing. Responsable			<hr/> Tec. de Laboratorio			

Imagen 46.

Interfaz de visualización de la presentación fina del ensayo de contenido de humedad

Fuente: Elaboración propia

### 4.4.3. Código Fuente

Para la codificación de este software se usó el lenguaje de programación C#, que nos ofrece el sistema de programación del Microsoft Visual Studio 2019. En su código fuente, tenemos lo siguiente:

```
private void BtnValidar_Click(object sender, EventArgs e)
{
    LlenarPeso();
    if (ValidarPeso())
    {
        LlenarTabla();
        Resolver();
        HabilitarBotones(true);
    }
}
private void LlenarPeso()
{
    decimal peso = 0;
    // Calcular la sumatoria del peso total
    foreach (DataGridViewRow f in dgvDetalle.Rows)
    {
        // Sumo todos los pesos excepto la celda Total
        if (f.Cells["IdTamiz"].Value.ToString() !=
Parametro.Tamiz_Total.ToString())
        {
            peso +=
decimal.Parse(f.Cells["Valor"].Value.ToString());
        }
        // Seteo la sumatoria de pesos en la celda total
        if (f.Cells["IdTamiz"].Value.ToString() ==
Parametro.Tamiz_Total.ToString())
        {
            f.Cells["Valor"].Value = peso.ToString();
        }
    }
    // Seteo un txtPeso de apoyo
    txtPeso.Text =
Util.CompletarCerosDecimal(Math.Round(double.Parse(dgvMuestra.CurrentRow.C
ells["Peso"].Value.ToString()), 2).ToString(), 2);
    // Seteo un txtTotal de apoyo
    txtTotal.Text = Math.Round(peso, 2).ToString();
}
private bool ValidarPeso()
{
    bool valido = true;
    decimal diferencia = (decimal.Parse(txtPeso.Text) -
decimal.Parse(txtTotal.Text));
    if (diferencia >= 0)
    {
        decimal error = Math.Round(((diferencia /
decimal.Parse(txtPeso.Text)) * 100), 2);
        txtError.Text = diferencia.ToString();
    }
}
```

```

        txtPorcError.Text =
Util.CompletarCerosDecimal(error.ToString(), 2);
        if (error > 1)
        {
            valido = false;
            LimpiarError();
            MessageBox.Show("El % de error se encuentra fuera del
rango permitido.\nVerificar los pesos retenidos ingresados o
recalcular.");
        }
    }
else
{
    valido = false;
    LimpiarError();
    MessageBox.Show("Los valores ingresados exceden el peso de
la muestra.");
}
return valido;
}

private void LlenarTabla()
{
    bool opcError = true;
    decimal pesoReal = 0;
    decimal retenido = 0;
    decimal mayor = 0;
    int tamizMayor = 0;
    int cantArena = 0;

    // Calcular el peso real
    decimal diferencia = (decimal.Parse(txtPeso.Text) -
decimal.Parse(txtTotal.Text));

    // Obtener el mayor peso
    foreach (DataGridViewRow f in dgvDetalle.Rows)
    {
        // Copio los datos ingresados de Valor a ValorReal
        f.Cells["ValorReal"].Value =
Util.CompletarCerosDecimal(f.Cells["Valor"].Value.ToString(), 2);

        // No se debe considerar al peso total
        if (f.Cells["IdTamiz"].Value.ToString() ==
Parametro.Tamiz_Total.ToString()) { break; }

        if (decimal.Parse(f.Cells["Valor"].Value.ToString()) >
mayor)
        {
            mayor =
decimal.Parse(f.Cells["Valor"].Value.ToString());
            tamizMayor =
int.Parse(f.Cells["IdDetalleMuestra"].Value.ToString());
        }

        if ((int)f.Cells["IdTamiz"].Value > Parametro.Grava_Fina
&& decimal.Parse(f.Cells["Valor"].Value.ToString()) !=
0) { cantArena++; }
    }

    if (cantArena > 0 && opcError) diferencia /= cantArena;

    foreach (DataGridViewRow f in dgvDetalle.Rows)

```

```

    {
        if (diferencia > 0)
        {
            // Sumo el error entre los tamices de arena
            if (opcError)
            {
                if ((int)f.Cells["IdTamiz"].Value >
Parametro.Grava_Fina
                    && (int)f.Cells["IdTamiz"].Value <=
Parametro.Tamiz_Fondo
                        &&
decimal.Parse(f.Cells["Valor"].Value.ToString()) != 0)
                {
                    //f.Cells["ValorReal"].Value =
Math.Round((decimal)f.Cells["ValorReal"].Value + diferencia, 2);
                    f.Cells["ValorReal"].Value =
(decimal)f.Cells["ValorReal"].Value + diferencia;
                    f.Cells["ValorReal"].Value =
Util.CompletarCerosDecimal(f.Cells["ValorReal"].Value.ToString(), 2);
                }
                }// Sumo el error al mayor
            else
            {
                // Sumo la diferencia en el tamiz con el peso
mayor
                if
(int.Parse(f.Cells["IdDetalleMuestra"].Value.ToString()) == tamizMayor)
                {
                    f.Cells["ValorReal"].Value =
Util.CompletarCerosDecimal((mayor + diferencia).ToString(), 2);
                }
            }
        }

        if (f.Cells["IdTamiz"].Value.ToString() !=
Parametro.Tamiz_Total.ToString())
        {
            pesoReal +=
decimal.Parse(f.Cells["ValorReal"].Value.ToString());
        }

        // Actualizo el valor del peso total real
        if (f.Cells["IdTamiz"].Value.ToString() ==
Parametro.Tamiz_Total.ToString())
        {
            f.Cells["ValorReal"].Value = pesoReal.ToString();
        }
    }

    // Seteo un txtTotalReal de apoyo
    txtTotalReal.Text = txtPeso.Text;

    decimal porcArena = 0;
    decimal porcGrava = 0;
    decimal porcSueloFino = 0;
    string valor;

    decimal porcRetenidoAcum = 0;
    // Calcular el fondo retenido
    foreach (DataGridViewRow f in dgvDetalle.Rows)
    {

```



```

        // Una vez llegado al total, actualizó el porcentaje de
        peso retenido y finalizo el bucle
        if (f.Cells["IdTamiz"].Value.ToString() ==
Parametro.Tamiz_Total.ToString())
        {
            f.Cells["PorcRetenido"].Value = retenido.ToString();
            break;
        }

        valor = f.Cells["ValorReal"].Value.ToString();
        decimal tmpPorcRetenido = (100 * decimal.Parse(valor) /
decimal.Parse(txtTotalReal.Text));
        retenido += decimal.Parse(tmpPorcRetenido.ToString());
        //string porcRetenido =
Util.CompletarCerosDecimal(Math.Round(tmpPorcRetenido, 2).ToString(), 2);
        string porcRetenido =
Util.CompletarCerosDecimal(tmpPorcRetenido.ToString(), 2);
        f.Cells["PorcRetenido"].Value = porcRetenido;
        porcRetenidoAcum += decimal.Parse(porcRetenido);
        f.Cells["PorcRetenidoAcum"].Value =
porcRetenidoAcum.ToString();

        // Todo lo que queda retenido antes del Tamiz N° 4 es
        Grava, y despues es Arena
        if (int.Parse(f.Cells["IdTamiz"].Value.ToString()) <=
Parametro.Grava_Fina)
        {
            porcGrava += decimal.Parse(porcRetenido);
        }
        else if (int.Parse(f.Cells["IdTamiz"].Value.ToString()) ==
Parametro.Tamiz_Fondo)
        {
            porcSueloFino = decimal.Parse(porcRetenido);
        }
        else
        {
            porcArena += decimal.Parse(porcRetenido);
        }
    }

    // Seteo un txtTotalRetenido de apoyo
    txtTotalRetenido.Text = Math.Round(retenido, 2).ToString();

    // Setear porcentajes
    txtPorcArena.Text = Math.Round(porcArena, 2).ToString();
    txtPorcGrava.Text = Math.Round(porcGrava, 2).ToString();
    txtPorcSueloGrueso.Text = Math.Round((porcArena + porcGrava),
2).ToString();
    txtPorcSueloFino.Text = Math.Round(porcSueloFino,
2).ToString();

    // Calcular el fondo que pasa
    string valAnt = "100";
    foreach (DataGridViewRow f in dgvDetalle.Rows)
    {
        // Una vez llegado al total, finalizo el bucle
        if (f.Cells["IdTamiz"].Value.ToString() ==
Parametro.Tamiz_Total.ToString())
        {
            f.Cells["PorcPasa"].Style.ForeColor = Color.White;
            f.Cells["PorcPasa"].ReadOnly = true;
            break;
        }
    }

```

```

    }

    // Una vez llegado al fondo, limpio la celda
    if (f.Cells["IdTamiz"].Value.ToString() !=
Parametro.Tamiz_Fondo.ToString())
    {
        valor = f.Cells["PorcRetenido"].Value.ToString();
        f.Cells["PorcPasa"].Value =
Util.CompletarCerosDecimal((decimal.Parse(valAnt) -
decimal.Parse(valor)).ToString(), 2);
        valAnt = f.Cells["PorcPasa"].Value.ToString();

        // Obtengo el valor de la partícula
        if (valAnt == "100.00")
        {
            txtParticula.Text =
f.Cells["Abertura"].Value.ToString();
        }
    }
}

private void Resolver()
{
    double cc, cu;

    if (double.Parse(txtPorcSueloFino.Text) > 12)
    {
        txtD10.Text = "-";
        txtD30.Text = "-";
        txtD60.Text = "-";
        txtCurvatura.Text = "-";
        txtUniformidad.Text = "-";
    }
    else
    {
        d10 = BuscarD(10);
        //d10 = Math.Round((((10 - PorcPasaInf) / (PorcPasaSup -
PorcPasaInf)) * (AberturaSup - AberturaInf)) + AberturaInf, 2);
        txtD10.Text = Util.CompletarCerosDecimal(Math.Round(d10,
2).ToString(), 2);

        d30 = BuscarD(30);
        //d30 = Math.Round((((30 - PorcPasaInf) / (PorcPasaSup -
PorcPasaInf)) * (AberturaSup - AberturaInf)) + AberturaInf, 2);
        txtD30.Text = Util.CompletarCerosDecimal(Math.Round(d30,
2).ToString(), 2);

        d60 = BuscarD(60);
        //d60 = Math.Round((((60 - PorcPasaInf) / (PorcPasaSup -
PorcPasaInf)) * (AberturaSup - AberturaInf)) + AberturaInf, 2);
        txtD60.Text = Util.CompletarCerosDecimal(Math.Round(d60,
2).ToString(), 2);

        // Si D10 es igual a 0, no calcula cc ni cu
        if (decimal.Parse(txtD10.Text.ToString()) == 0)
        {
            txtCurvatura.Text = "-";
            txtUniformidad.Text = "-";
            MessageBox.Show("El D10 es 0, revisar.");
        }
        else
    }
}

```

```

        {
            cc = (Math.Pow(d30, 2)) / (d60 * d10);
            cu = (d60 / d10);
            txtCurvatura.Text =
Util.CompletarCerosDecimal(Math.Round(cc, 2).ToString(), 2);
            txtUniformidad.Text =
Util.CompletarCerosDecimal(Math.Round(cu, 2).ToString(), 2);
        }
    }
}
private double BuscarD(int D)
{
    double resultado = 0;
    PorcPasaInf = 0;
    PorcPasaSup = 0;
    AberturaInf = 0;
    AberturaSup = 0;

    int max = dgvDetalle.Rows.Count - 2;
    for (int i = 0; i < max; i++)
    {
        string porcPasa =
dgvDetalle.Rows[i].Cells["PorcPasa"].Value.ToString();
        if (D > double.Parse(porcPasa) && i == 0) // Si se
encuentra arriba del primer tamiz
        {
            PorcPasaInf = double.Parse(dgvDetalle.Rows[i +
1].Cells["PorcPasa"].Value.ToString());
            PorcPasaSup =
double.Parse(dgvDetalle.Rows[i].Cells["PorcPasa"].Value.ToString());
            AberturaInf = double.Parse(dgvDetalle.Rows[i +
1].Cells["Abertura"].Value.ToString());
            AberturaSup =
double.Parse(dgvDetalle.Rows[i].Cells["Abertura"].Value.ToString());
            resultado = AberturaSup * Math.Pow((AberturaInf /
AberturaSup), ((D - PorcPasaSup) / (PorcPasaInf - PorcPasaSup)));
            break;
        }
        else if (D > double.Parse(porcPasa)) // Si se encuentra en
la zona 2
        {
            PorcPasaInf =
double.Parse(dgvDetalle.Rows[i].Cells["PorcPasa"].Value.ToString());
            PorcPasaSup = double.Parse(dgvDetalle.Rows[i -
1].Cells["PorcPasa"].Value.ToString());
            AberturaInf =
double.Parse(dgvDetalle.Rows[i].Cells["Abertura"].Value.ToString());
            AberturaSup = double.Parse(dgvDetalle.Rows[i -
1].Cells["Abertura"].Value.ToString());
            resultado = AberturaSup * Math.Pow((AberturaInf /
AberturaSup), ((D - PorcPasaSup) / (PorcPasaInf - PorcPasaSup)));
            break;
        }
        else if (i == max - 1) // Si se encuentra abajo del N200
        {
            PorcPasaInf =
double.Parse(dgvDetalle.Rows[i].Cells["PorcPasa"].Value.ToString());
            PorcPasaSup = double.Parse(dgvDetalle.Rows[i -
1].Cells["PorcPasa"].Value.ToString());
            AberturaInf =
double.Parse(dgvDetalle.Rows[i].Cells["Abertura"].Value.ToString());

```

```

        AberturaSup = double.Parse(dgvDetalle.Rows[i -
1].Cells["Abertura"].Value.ToString());
        resultado = AberturaSup * Math.Pow((AberturaInf /
AberturaSup), ((D - PorcPasaSup) / (PorcPasaInf - PorcPasaSup)));
        break;
    }
}
return resultado;
}

```

#### 4.4.4. Pruebas Funcionales

Esta etapa consiste en realizar las pruebas de las funcionalidades del sistema para obtener la aprobación o el visto bueno del usuario, es decir, el cliente no se debe encontrar defectos funcionales graves en el uso del sistema.

Se puede decir que las pruebas funcionales son las pruebas de sistema en funcionamiento por parte del usuario, para lo cual se tuvieron los siguientes resultados:

Cuadro 11.  
Pruebas Funcionales

Pruebas Funcionales				
Módulos	Descripción de la Prueba	Estado	Fecha de Ejecución	Validado por:
Gestión de Proyectos y Datos Generales	Registro de datos intuitivo	Aprobado	26/01/2021	Ernesto Tejada Gonzales
	Modificación y/o eliminación de datos registrados	Aprobado	26/01/2021	Ernesto Tejada Gonzales
	Visualización del registro de datos	Aprobado	26/01/2021	Ernesto Tejada Gonzales
	Velocidad de procesamiento	Aprobado	26/01/2021	Ernesto Tejada Gonzales
Análisis Granulométrico	Registro de datos intuitivo	Aprobado	25/02/2021	Ernesto Tejada Gonzales
	Modificación de datos registrados	Aprobado	25/02/2021	Ernesto Tejada Gonzales
	Visualización del registro de datos y resultados	Aprobado	25/02/2021	Ernesto Tejada Gonzales
	Visualización del Gráfico de la Curva Granulométrica	Aprobado	27/02/2021	Ernesto Tejada Gonzales
	Velocidad de procesamiento	Aprobado	27/02/2021	Ernesto Tejada Gonzales
Límites de Consistencia	Registro de datos intuitivo	Aprobado	29/03/2021	Ernesto Tejada Gonzales
	Eliminación de los registros de ensayos	Aprobado	29/03/2021	Ernesto Tejada Gonzales
	Visualización de los datos del registro de ensayos y resultados	Aprobado	29/03/2021	Ernesto Tejada Gonzales
	Visualización del Gráfico del cálculo de límite líquido	Aprobado	29/03/2021	Ernesto Tejada Gonzales
	Velocidad de procesamiento	Aprobado	29/03/2021	Ernesto Tejada Gonzales
Contenido de Humedad	Registro de datos intuitivo	Aprobado	28/04/2021	Ernesto Tejada Gonzales
	Eliminación de los registros de ensayos	Aprobado	28/04/2021	Ernesto Tejada Gonzales
	Visualización de los datos del registro de ensayos y resultados	Aprobado	28/04/2021	Ernesto Tejada Gonzales
	Velocidad de procesamiento	Aprobado	28/04/2021	Ernesto Tejada Gonzales
Clasificación SUCS	Registro de datos intuitivo (observaciones)	Aprobado	24/05/2021	Ernesto Tejada Gonzales
	Visualización de resultados	Aprobado	24/05/2021	Ernesto Tejada Gonzales
	Velocidad de procesamiento	Aprobado	24/05/2021	Ernesto Tejada Gonzales

Fuente: Elaboración propia

#### **4.5. FASE DE MANTENIMIENTO**

Esta fase no será considerada, puesto que el software TJDSUELO versión 1.0 todavía no se encuentra de manera abierta para los destinatarios que son los laboratorios que realizan estudios de mecánica de suelos.

Actualmente el software TJDSUELO versión 1.0 se encuentra enmarcado en esta investigación de tesis. Una vez culminado este proceso, recién entrará a producción y se podrá realizar esta fase de mantenimiento para los posibles cambios o mejor que existan, según los requerimientos que los usuarios a los que está destinado.

Durante esta fase, los usuarios tendrán un periodo de 15 a 30 días para utilizar la primera versión del sistema en producción, y posterior a ello, se deberá convocar a una reunión con los usuarios en la cual ellos expondrán todas las observaciones o mejoras encontradas sobre el programa.

Luego, se analizarán todos los requerimientos y se volverán a generar iteraciones en base a la cantidad y complejidad de los requerimientos, siendo que cada iteración culmine con una actualización del producto, la cual se realizará automáticamente, ya que cada vez que alguien ingrese al sistema, este automáticamente busca las actualizaciones.

En caso de que se presenten nuevas observaciones en el transcurso de cualquier iteración del mantenimiento, se deberán repetir los pasos descritos anteriormente, para evaluar la prioridad de estos nuevos requerimientos y considerarlo en algunas de las iteraciones ya planificadas o crear una nueva iteración.

#### **4.6. FASE DE MUERTE DEL PROYECTO**

Esta fase no será considerada en la presente investigación, en vista que el software TJDSUELO versión 1.0 estará en constantes cambios luego de la investigación.

En caso de que no existiera más cambios o requerimientos por parte del usuario, se procederá a elaborar la documentación final de proyecto y se dejará de presentar las actualizaciones. Sin embargo, el usuario podrá seguir usando el sistema con normalidad.

En caso de que el sistema ya no les genere rentabilidad a los usuarios y estos decidan dejar de seguir invirtiendo en el mismo, se procederá a desactivar los usuarios directamente desde la base de datos, o en su defecto, deshabilitar la base de datos misma, lo que provocará que los usuarios ya no puedan ingresar al programa.

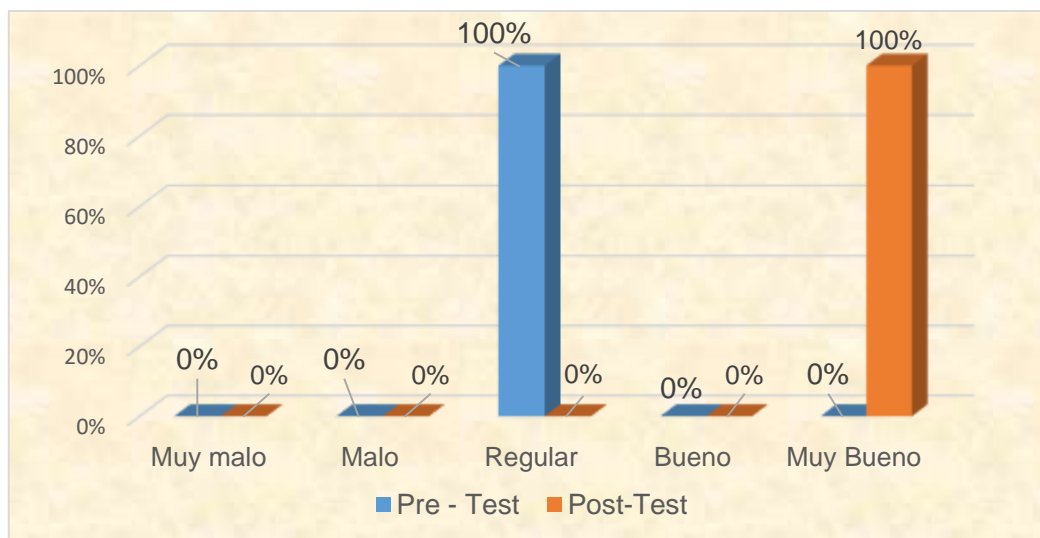
## CAPÍTULO V: RESULTADOS

### 5.1. Procesamiento de datos de la variable ensayos estándar de mecánica de suelos

*Tabla 1.  
Distribución Porcentual de la Variable Ensayos Estándar de Mecánica de Suelos*

Ensayos estándar de mecánica de suelos	Pre_Test		Post_Test	
	fi	hi%	fi	hi%
Muy malo	0	0%	0	0%
Malo	0	0%	0	0%
Regular	5	100%	0	0%
Bueno	0	0%	0	0%
Muy Bueno	0	0%	5	100%
Total	5	100%	5	100%

Fuente: Encuesta de Pre y Post Test.



*Figura 19.  
Barras Porcentuales de la Variable Ensayos Estándar de Mecánica de Suelos*  
Fuente: Tabla 1.

#### Descripción:

En base a la tabla 1 y figura 19 se determinó que en el Pre Test el total de encuestados evalúan la variable ensayos estándar de mecánica de suelos con una calificación regular, luego del uso del software TJDSUELO versión 1.0 los encuestados en su totalidad dan una calificación de muy buena. Esto nos refleja que existe una mejora con el uso del software.

## 5.2. Procesamiento de datos de la dimensión análisis Granulométrico

Tabla 2.  
Dimensión de análisis granulométrico

Análisis Granulométrico	Pre_Test		Post_Test	
	fi	hi%	fi	hi%
Muy malo	0	0%	0	0%
Malo	0	0%	0	0%
Regular	5	100%	0	0%
Bueno	0	0%	0	0%
Muy Bueno	0	0%	5	100%
Total	5	100%	5	100%

Fuente: Encuesta de Pre y Post Test.

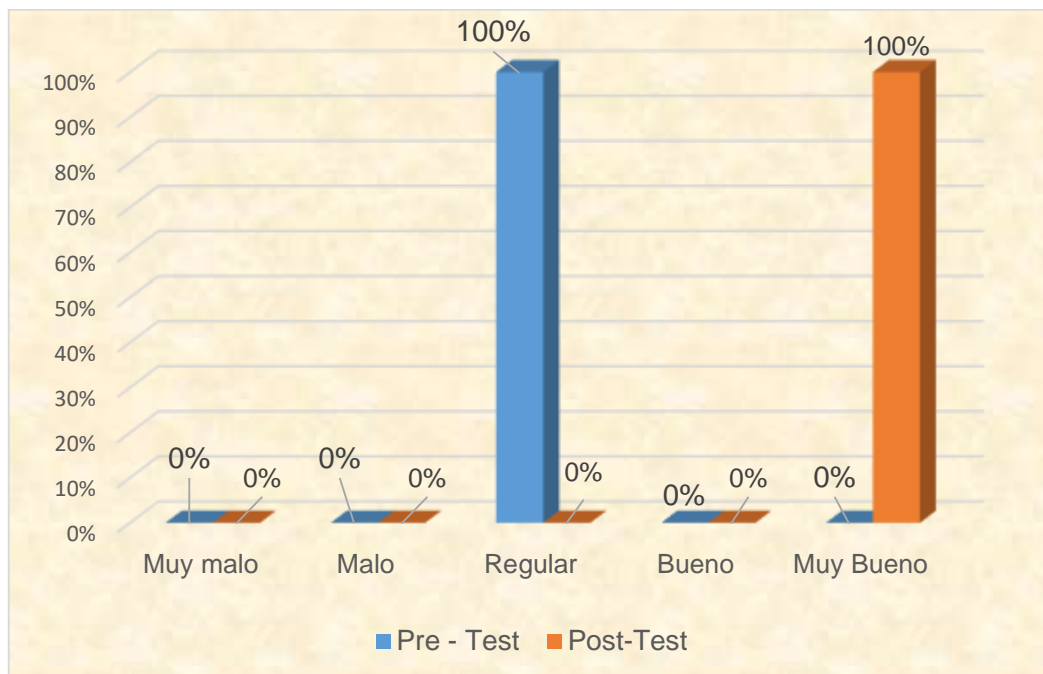


Figura 20.  
Barras porcentuales de dimensión de análisis granulométrico  
Fuente: Tabla 2.

### Descripción:

En base a la tabla 2 y figura 20 se determinó que en el Pre Test el total de encuestados evalúan la dimensión análisis Granulométrico con una calificación regular, luego del uso del software TJDSUELO versión 1.0 los encuestados en su totalidad dan una calificación de muy buena. Esto nos refleja que existe una mejora con el uso del software.



### 5.3. Procesamiento de datos de la dimensión límites de consistencia

Tabla 3.  
Dimensión de límites de consistencia

límites de consistencia	Pre_Test		Post_Test	
	fi	hi%	fi	hi%
Muy malo	0	0%	0	0%
Malo	0	0%	0	0%
Regular	5	100%	0	0%
Bueno	0	0%	0	0%
Muy Bueno	0	0%	5	100%
Total	5	100%	5	100%

Fuente: Encuesta de Pre y Post Test.

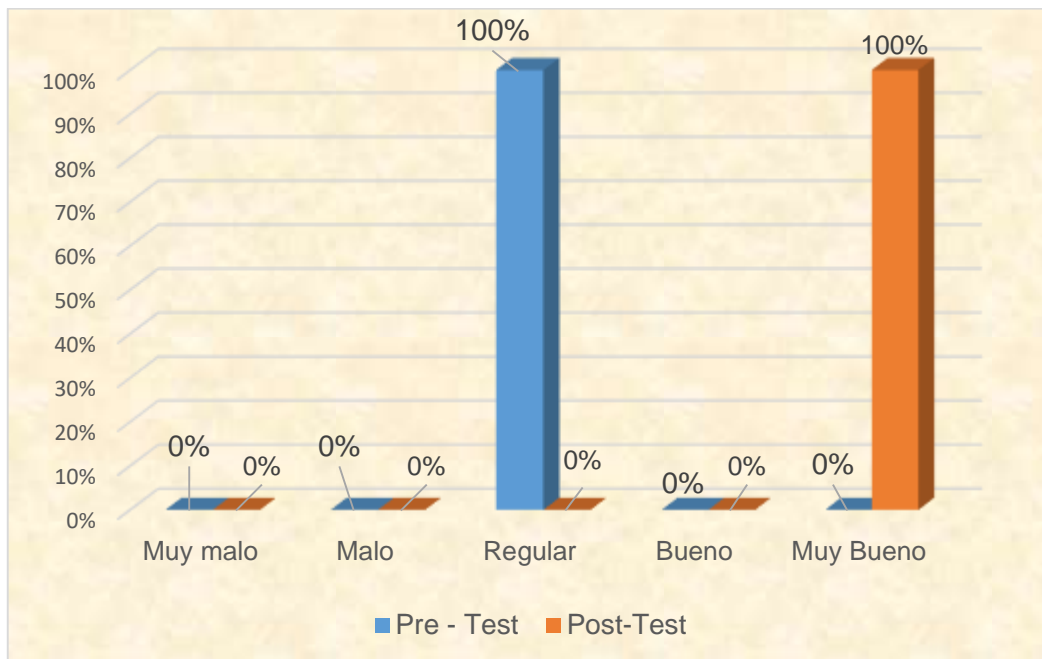


Figura 21.  
Barras porcentuales de dimensión de límites de consistencia  
Fuente: Tabla 3.

#### Descripción:

En base a la tabla 3 y figura 21 se determinó que en el Pre Test el total de encuestados evalúan la dimensión límites de consistencia con una calificación regular, luego del uso del software TJDSUELO versión 1.0 los encuestados en su totalidad dan una calificación de muy buena. Esto nos refleja que existe una mejora con el uso del software.

#### 5.4. Procesamiento de datos de la dimensión contenido de humedad

Tabla 4.  
Dimensión de contenido de humedad

Contenido de humedad	Pre_Test		Post_Test	
	fi	hi%	fi	hi%
Muy malo	0	0%	0	0%
Malo	0	0%	0	0%
Regular	5	100%	0	0%
Bueno	0	0%	0	0%
Muy Bueno	0	0%	5	100%
Total	5	100%	5	100%

Fuente: Encuesta de Pre y Post Test.

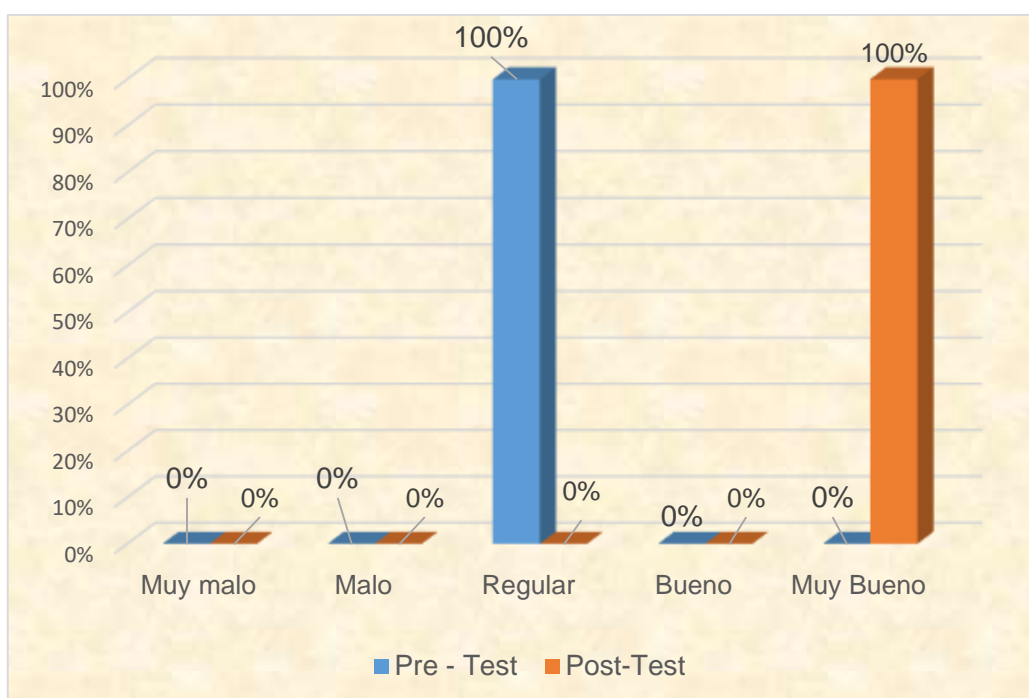


Figura 22.  
Barras porcentuales de dimensión de contenido de humedad  
Fuente: Tabla 4.

#### Descripción:

En base a la tabla 4 y figura 22 se determinó que en el Pre Test el total de encuestados evalúan la dimensión contenido de humedad con una calificación regular, luego del uso del software TJDSUELO versión 1.0 los encuestados en su totalidad dan una calificación de muy buena. Esto nos refleja que existe una mejora con el uso del software.

## 5.5. Procesamiento de datos de la dimensión clasificación SUCS

Tabla 5.  
Dimensión de clasificación SUCS

Clasificación SUCS	Pre_Test		Post_Test	
	fi	hi%	fi	hi%
Muy malo	0	0%	0	0%
Malo	0	0%	0	0%
Regular	5	100%	0	0%
Bueno	0	0%	0	0%
Muy Bueno	0	0%	5	100%
Total	5	100%	5	100%

Fuente: Encuesta de Pre y Post Test.

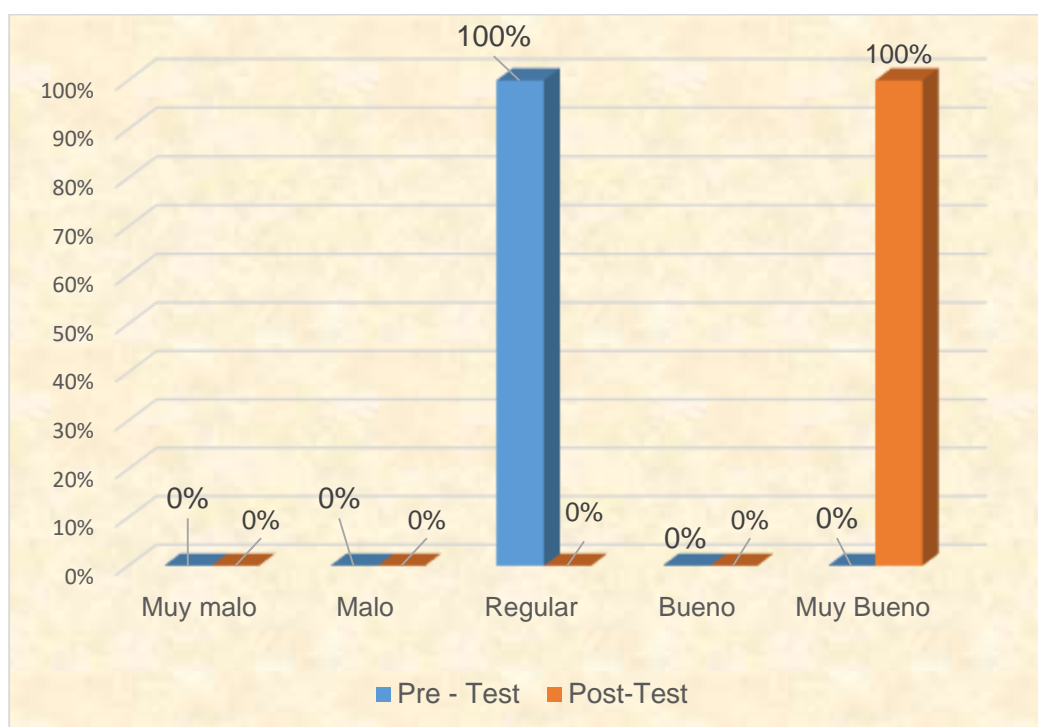


Figura 23.  
Barras porcentuales de dimensión de clasificación SUCS  
Fuente: Tabla 5.

### Descripción:

En base a la tabla 5 y figura 23 se determinó que en el Pre Test el total de encuestados evalúan la dimensión clasificación SUCS con una calificación regular, luego del uso del software TJDSUELO versión 1.0 los encuestados en su totalidad dan una calificación de muy buena. Esto nos refleja que existe una mejora con el uso del software.

## Prueba de Hipótesis

“Si el conjunto de mediciones es toda la población, sólo es necesario sacar conclusiones basadas en la estadística descriptiva” (Mendenhall, Beaver, & Beaver, 2010, pág. 4), por tanto las conclusiones se realizaran haciendo uso de las tablas y figuras representadas en los resultados.

## CAPÍTULO VI: DISCUSION DE RESULTADOS

A partir de los resultados obtenidos, se acepta la hipótesis general, la cual establece que el software TJDSUELO versión 1.0 optimiza los ensayos estándar de mecánica de suelos, en la provincia de coronel portillo, 2018.

Estos resultados guardan relación con lo que indica Cañamero, (2013), en su investigación que lleva el título de “Modelo para integración de información de ensayos de laboratorios de mecánica de suelos”, quien manifiesta que actualmente vivimos en una era de avance tecnológico y por ende debemos estar actualizados en el campo del sector construcción o ingeniería, adquiriendo proyectos informáticos (software) que nos permitan optimizar los procesos de una determinada área de estudio.

En lo que respecta a la optimización del ensayo de análisis granulométrico de suelos utilizando el software TJDSUELO versión 1.0, en este estudio se demuestra dicha optimización con los resultados obtenido de la encuesta Post Test. Esto concuerda con las conclusiones de Jimenez (2018), quien indica que existe una mejora con el uso de su software después de implementar su sistema para análisis de elementos estructurales y que este constituye una alternativa de solución a su problema planteado

Lo mismo sucede con los ensayos de límites de consistencia de suelos, ensayos de contenido de humedad de suelos y clasificación SUCS, los cuales son optimizados utilizando el software TJDSUELO versión 1.0, para sus desarrollos.

## CONCLUSIONES

1. En base a la tabla 1 se demuestra que el software TJDSUELO versión 1.0 optimiza en tiempo en la obtención de los resultados de los ensayos estándar de mecánica de suelos, en la provincia de coronel portillo, 2018. El 100% de los encuestados consideran al software como Muy Bueno.
2. En base a la tabla 2 se comprueba que el software TJDSUELO versión 1.0 optimiza en tiempo en la obtención de los resultados del ensayo de análisis Granulométrico de suelos, en la provincia de coronel portillo, 2018. El 100% de los encuestados consideran al software como Muy Bueno.
3. En base a la tabla 3 se determina que el software TJDSUELO versión 1.0 optimiza en tiempo en la obtención de los resultados del ensayo de límites de consistencia de suelos, en la provincia de coronel portillo, 2018. El 100% de los encuestados consideran al software como Muy Bueno.
4. En base a la tabla 4 se conoce que el software TJDSUELO versión 1.0 optimiza en tiempo en la obtención de los resultados del ensayo de contenido de humedad de suelos, en la provincia de coronel portillo, 2018. El 100% de los encuestados consideran al software como Muy Bueno.
5. En base a la tabla 5 se establece que el software TJDSUELO versión 1.0 optimiza en tiempo en la obtención de los resultados para la clasificación SUCS, en la provincia de coronel portillo, 2018. El 100% de los encuestados consideran al software como Muy Bueno.

## RECOMENDACIONES

1. Se recomienda al decano de la Facultad de Ingeniería de Sistemas e Ingeniería Civil a incentivar a los docentes y estudiantes a realizar trabajos de investigación con la creación o utilización de softwares que mejoren u optimicen de los procesos de desarrollo según el campo de la ingeniería.
2. Se recomienda a los estudiantes de Facultad de Ingeniería de Sistemas e Ingeniería Civil a utilizar los formatos de encuestas como un instrumento de recolección de datos válidos y confiables.
3. Se le recomienda al usuario (laboratorista) del software TJDSUELO versión 1.0, a la utilización de forma correcta del software cumpliendo con lo que estipula la Norma Técnica Peruana (NTP) de los ensayos de laboratorio que este software presenta.
4. Se recomienda a la comunidad de Ingenieros Civiles que realizan estudios de mecánica de suelos (EMS), a tener mayor responsabilidad y compromiso con los informes que presentan, para así poder obtener informes buenos y de la manera correcta.
5. Dar mantenimiento al sistema del software en periodos de 6 meses, con el propósito de que el software se mantenga actualizado a posibles cambios en el desarrollo de cada ensayo y así poder prevenir posibles fallas.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Borjas Suarez, M. (2012). *Metodología de la investigación científica, para ingenieros* (Primera ed.). (U. I. Burga, Ed.) Chiclayo.
- Botía Díaz, W. Á. (Mayo de 2015). *Manuela de Procedimientos de Ensayos de Suelo y Memoria de Cálculo*. Obtenido de <https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/6239/MANUAL%20DE%20PROCEDIMIENTOS%20DE%20ENSAYOS%20DE%20SUELOS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Calabria, L., & Píriz, P. (Octubre de 2003). *Universidad ORT Uruguay*. Obtenido de Metodología XP: [https://fi.ort.edu.uy/innovaportal/file/2021/1/metodologia\\_xp.pdf](https://fi.ort.edu.uy/innovaportal/file/2021/1/metodologia_xp.pdf)
- Calvo, D. (7 de Abril de 2018). *Metodología XP Programación Extrema (Metodología ágil)*. Obtenido de <https://www.diegocalvo.es/metodologia-xp-programacion-extrema-metodologia-agil/>
- Cañamero Rojas, A. C. (2013). *Repositorio Academico*. Obtenido de Universidad Científica del Sur: <https://repositorio.cientifica.edu.pe/handle/20.500.12805/351>
- Carrasco Díaz, S. (2010). *Metodología de la investigación científica*. Lima: San Marcos.
- EspacioHonduras. (07 de Diciembre de 2020). *Concepto de Microsoft Visual Studio*. Obtenido de web.site: <https://www.espacihonduras.net/microsoft-visual-studio-concepto-y-que-es-y-para-que-sirve-microsoft-visual-studio>
- Geo&Soft. International Software for Geoengineering. (Julio de 2006). *Geologia. Isomap; Dbsond*. Obtenido de Geo&soft. Web site: [https://www.geoandsoft.com/espanol/geologia\\_hidrogeologia\\_geomecanica\\_programa\\_calculo\\_curvas\\_nivel.htm](https://www.geoandsoft.com/espanol/geologia_hidrogeologia_geomecanica_programa_calculo_curvas_nivel.htm)
- Geotecnia Facil. (2021). *Granulometría de suelos por tamizado*. Obtenido de Web.site: <https://geotecniafacil.com/granulometria-de-suelos-por-tamizado/>
- GGU Software. (Setiembre de 2011). *GGU Software (1988)*. Obtenido de <http://www.ggu-software-la.com/nosotros.php>
- Hernández Sampieri, R., Fernando Collado, C., & Batista Lucio, P. (2010). *Metodología de la investigación*. Mexico: McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.
- Jimenez Marin, R. J. (2018). *Diseño e implementación de un sistema aplicando el lenguaje de programación LUA para el análisis de elementos estructurales en edificaciones*. Obtenido de Universidad Nacional de Ucayali. Web site: <http://repositorio.unu.edu.pe/bitstream/handle/UNU/3613/UNU-CIVIL-2018-ROBERTJIMENEZ.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
- Letelier, P., & Penadés, C. (Junio de 2006). *Métodologías ágiles para el desarrollo de software: eXtreme Programming (XP)*. Obtenido de Web.site: <http://www.cyta.com.ar/ta0502/v5n2a1.htm>



- Mendenhall, W., Beaver, R. J., & Beaver, B. M. (2010). *Introducción a la Probabilidad y Estadística*. California: Cengage Learning.
- Ministerio de Transporte y Comunicaciones. (Mayo de 2016). *Manual de Ensayo de Materiales*. Obtenido de MTC E 107:  
[https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas\\_carreteras/documentos/manuales/Manual%20Ensayo%20de%20Materiales.pdf](https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual%20Ensayo%20de%20Materiales.pdf)
- Negocios y Estrategia. (2018). *C#. Qué es y para qué se utiliza*. Obtenido de web.site.  
 negocioyestrategia. (06 de Agosto de 2018). *C#. Qué es y para qué se utiliza*. Obtenido de web.site: <https://negocioyestrategia.com/blog/que-es-csharp/>
- Norma Técnica Peruana (NTP 339.127). (24 de Octubre de 2014). Suelos. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. *Diario Oficial el Peruano*, pág. 10.
- Norma Técnica Peruana (NTP 339.128). (24 de Octubre de 2014). Suelos. metod de ensayo para el analisis granulometrico. *Diario Oficial el Peruano*, pág. 23.
- Norma Técnica Peruana (NTP 339.129). (24 de Octubre de 2014). Suelos. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos. *Diario Oficial el Peruano*, pág. 26.
- Norma Técnica Peruana (NTP 339.134). (24 de Octubre de 2014). Suelos. Método para la clasificación de suelos con propósitos de ingeniería (sistema unificado de clasificación de suelos, SUCS). *Diario Oficial El Peruano*, pág. 28.
- Norma Técnica Peruana 339.129, 339.129 (Cometá Técnico Permanente de Geotecnia 26 de Enero de 2000).
- Observatorio Regional de Planificación para el Desarrollo de America Latina para el desarrollo. (s.f.). *Centro Nacional de Planificación Estratégico (CEPLAN) del Perú*. Obtenido de CEPAL. Web site: <https://observatorioplanificacion.cepal.org/es/instituciones/centro-nacional-de-planeamiento-estrategico-ceplan-de-peru>
- Pino, G. R. (2007). *Metodología de la investigación*. Lima: San marcos E.I.R.L.
- Sanchez Carlessi, H., & Reyes Meza, C. (2015). *metodologia y diseño en la investigación científica*. Lima: Business Support Aneth SRL.
- Sommerville, I. (2006). *Ingeniería de Software*. Obtenido de Libro.website:  
<https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=gQWd49zSut4C&oi=fnd&pg=PA1&dq=ingenier%C3%ADa+de+software&ots=s811pvuAra&sig=ia27OLmesQPSTXJo3CJ0hMwb2-l#v=onepage&q=ingenier%C3%ADa%20de%20software&f=false>
- Universidades.cr blog. (7 de Octubre de 2019). *Desarrollo de Software, ¿de qué trata?*  
 Obtenido de <https://www.universidadescr.com/blog/desarrollo-de-software-de-que-trata/>
- Wikipedia. (07 de Mayo de 2021). *C Sharp*. Obtenido de Wikipedia.website:  
[https://es.wikipedia.org/wiki/C\\_Sharp](https://es.wikipedia.org/wiki/C_Sharp)
- Wikipedia. (11 de Marzo de 2021). *SQL*. Obtenido de <https://es.wikipedia.org/wiki/SQL>

Wikipedia Microsoft SQL Server. (15 de Junio de 2021). *Microsoft SQL Server*. Obtenido de wikipedia.website: [https://es.wikipedia.org/wiki/Microsoft\\_SQL\\_Server](https://es.wikipedia.org/wiki/Microsoft_SQL_Server)

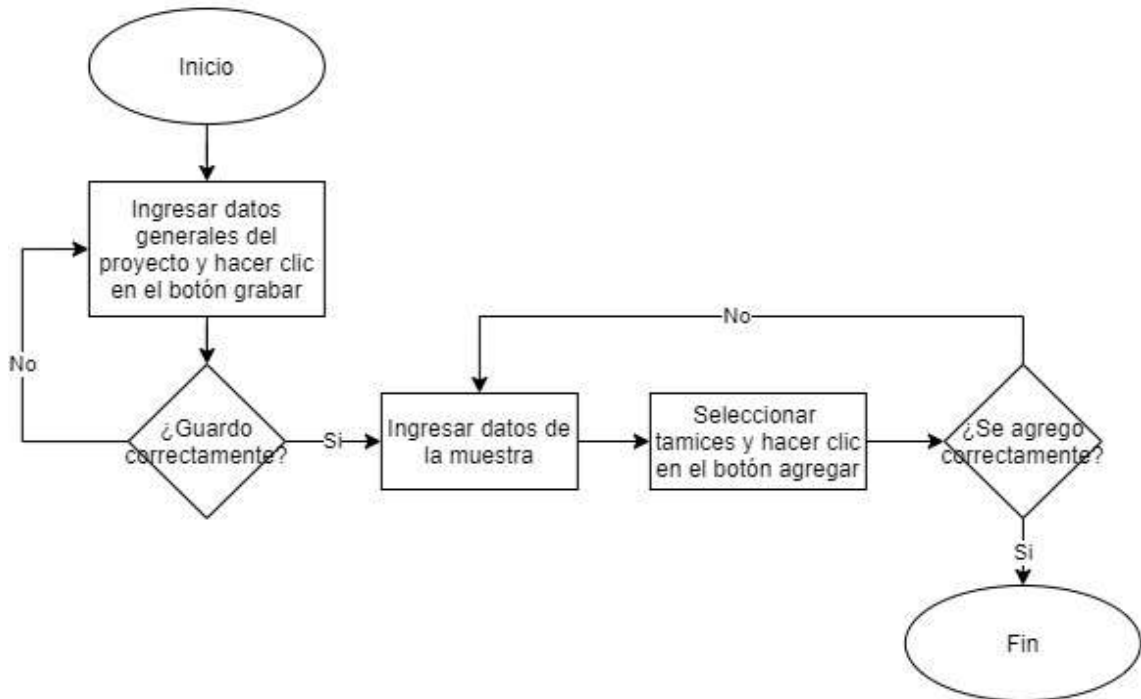
## MATRIZ DE CONSISTENCIA

Título: SOFTWARE TJDSUELO VERSIÓN 1.0 PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LOS ENSAYOS ESTÁNDAR DE MECÁNICA DE SUELOS, EN LA PROVINCIA DE CORONEL PORTILLO, 2018				
Problema	Objetivo	Hipótesis	Marco Teórico	Metodología
¿Cómo el software TJDSUELO versión 1.0 optimiza el tiempo en la obtención de los resultados de los ensayos estándar de mecánica de suelos, en la provincia de coronel portillo, 2018?	Demostrar que el software TJDSUELO versión 1.0 optimiza el tiempo en la obtención de los resultados en los ensayos estándar de mecánica de suelos, en la provincia de coronel portillo, 2018	El software TJDSUELO versión 1.0 optimiza el tiempo en la obtención de los resultados en los ensayos estándar de mecánica de suelos, en la provincia de coronel portillo, 2018	Variable Independiente.  Software TJDSUELO versión 1.0  Dimensiones: • Software	Tipo de investigación. Cuantitativa.  Nivel. Experimental  Diseño
<p style="text-align: center;"><b>Problemas específicos</b></p> <p>1) ¿Cómo el software TJDSUELO versión 1.0 optimiza el tiempo en la obtención de los resultados del ensayo de análisis Granulométrico de suelos?</p> <p>2) ¿De qué manera el software TJDSUELO versión 1.0 optimiza el tiempo en la obtención de los resultados del ensayo de límite de consistencia de suelos?</p> <p>3) ¿En qué medida el software TJDSUELO versión 1.0 optimiza el tiempo en la obtención de los resultados del ensayo de contenido de humedad de suelos?</p> <p>4) ¿Cómo el software TJDSUELO versión 1.0 optimiza el tiempo en la obtención de los resultados para la clasificación SUCS?</p>	<p style="text-align: center;"><b>Objetivos específicos</b></p> <p>1) Comprobar que el software TJDSUELO versión 1.0 optimiza el tiempo en la obtención de los resultados en los ensayos el análisis Granulométrico de suelos.</p> <p>2) Determinar que el software TJDSUELO versión 1.0 optimiza el tiempo en la obtención de los resultados en los ensayos de límites de consistencia de suelos.</p> <p>3) Conocer que el software TJDSUELO versión 1.0 optimiza el tiempo en la obtención de los resultados en los ensayos de contenido de humedad de suelos.</p> <p>4) Establecer que el software TJDSUELO versión 1.0 optimiza el tiempo en la obtención de los resultados para la clasificación SUCS.</p>	<p style="text-align: center;"><b>Hipótesis específicos</b></p> <p>1) El software TJDSUELO versión 1.0 optimiza el tiempo en la obtención de los resultados en el ensayo de análisis Granulométrico de suelos</p> <p>2) El software TJDSUELO versión 1.0 optimiza el tiempo en la obtención de los resultados en el ensayo de límites de consistencia de suelos.</p> <p>3) El software TJDSUELO versión 1.0 optimiza el tiempo en la obtención de los resultados en el ensayo de contenido de humedad de suelos.</p> <p>4) El software TJDSUELO versión 1.0 optimiza el tiempo en la obtención de los resultados para la clasificación SUCS.</p>	<p>Variable: Dependiente Teoría.</p> <p>Ensayos Estándar De Mecánica De Suelos</p> <p>Dimensiones:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Análisis Granulométrico</li> <li>• Ensayos de consistencia</li> <li>• Contenido de humedad</li> <li>• Clasificación SUCS</li> </ul>	<div style="border: 1px solid black; border-radius: 10px; padding: 5px; width: fit-content; margin: 10px auto;"> <p style="text-align: center;">GE: O1 ----- X ----- O2</p> </div> <p>Dónde: GE: Grupo Experimental. O1: Pre test. X: Ejecución del software TJDSUELO versión 1.0 O2: Post Test</p> <p>Población.</p> <p>Muestra.</p>

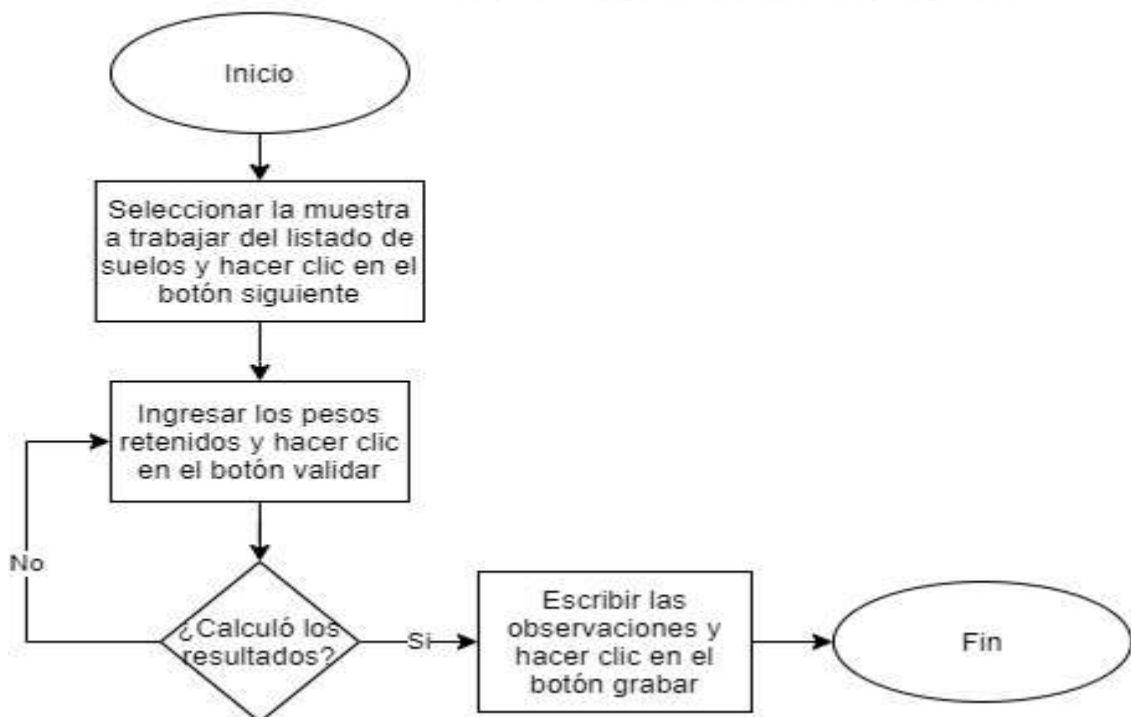
# ANEXOS

## Anexo 1: Flujo de programación

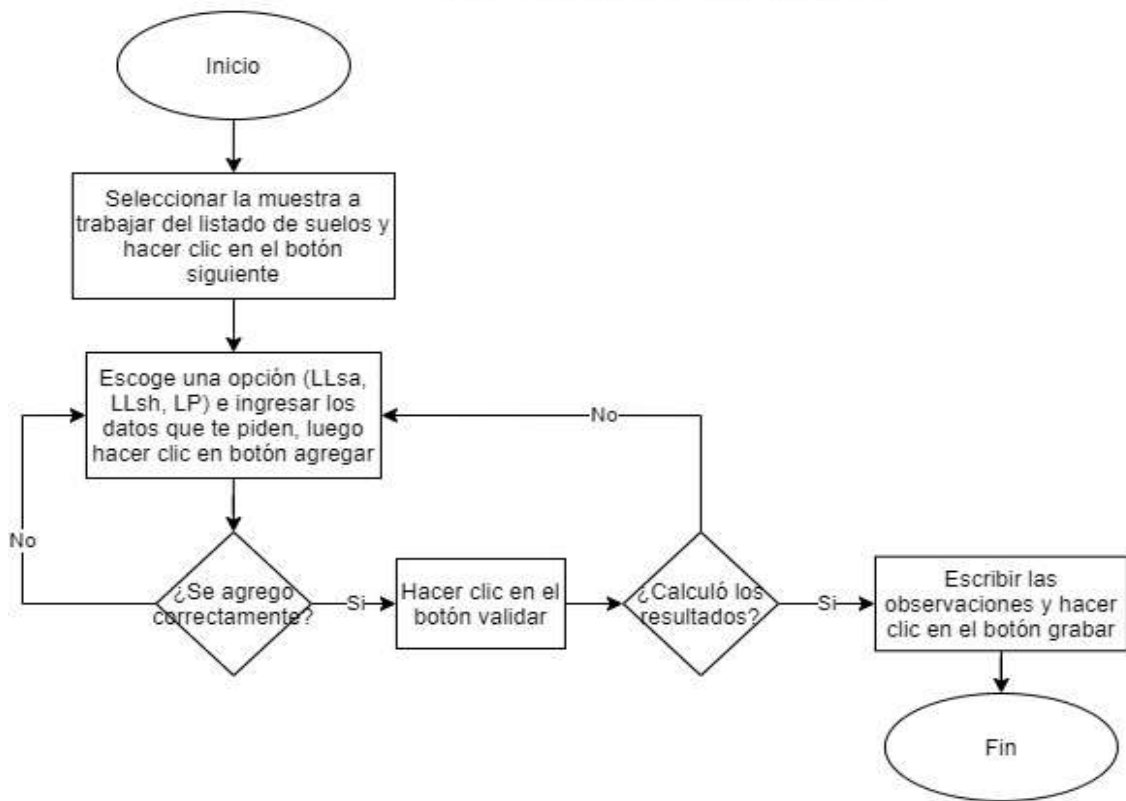
Módulo: Datos Generales



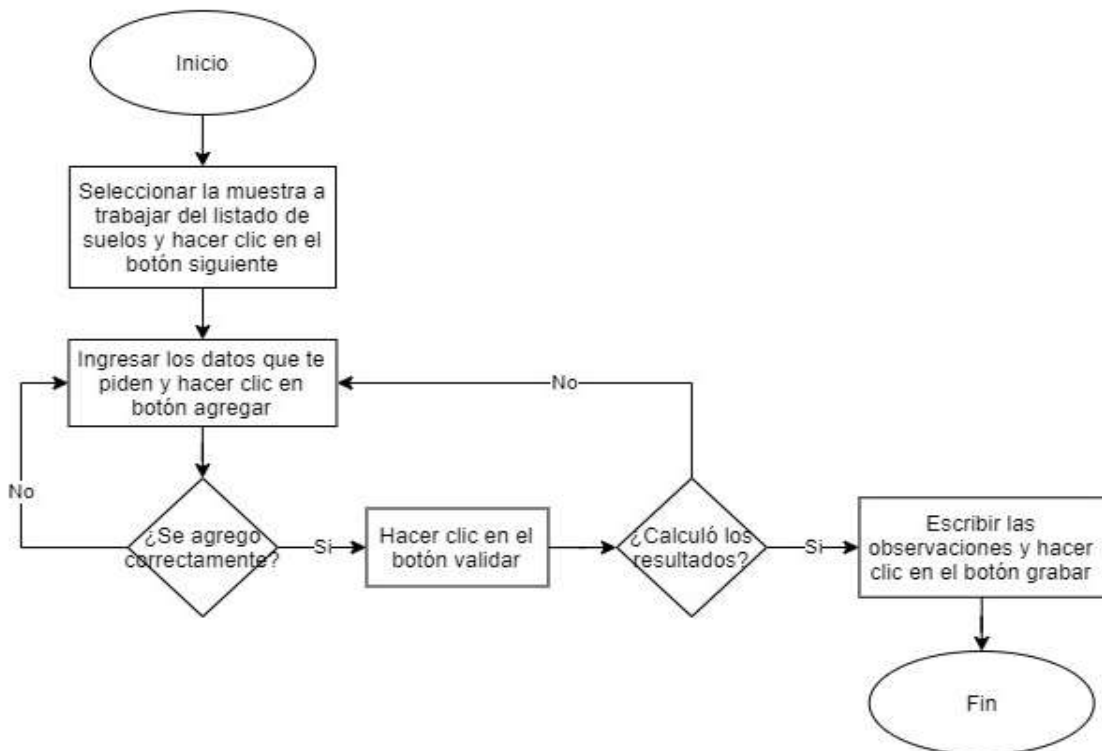
Módulo: Ensayo de Análisis Granulométrico



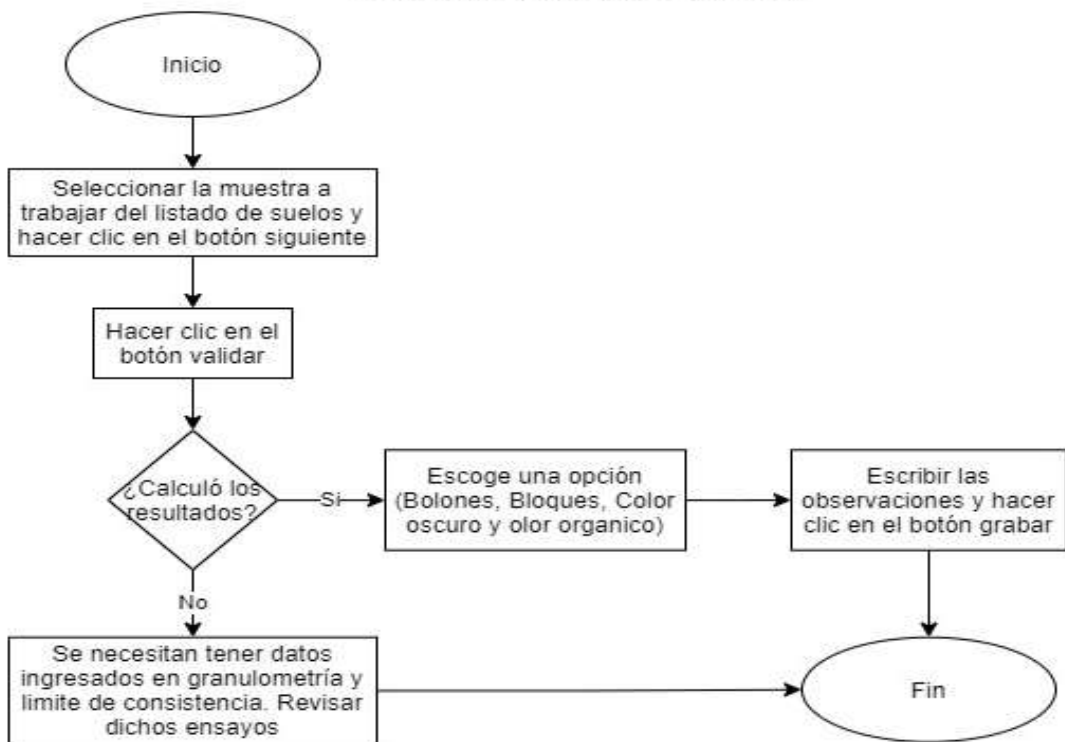
Módulo: Ensayo de Limites de consistencia



Módulo: Ensayo de Contenido de Humedad



Módulo: Ensayo de Clasificación SUCS



“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

Pucallpa; 1 de junio de 2021.

Ing. Mg. Pablo E. Valderrama Saavedra  
Presente.

Por la presente, reciba Usted el saludo cordial y fraterno a nombre de la Facultad de Ingeniería de Sistemas y de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Ucayali y manifestarle, que estamos realizando la tesis titulada “SOFTWARE TJD SUELO VERSIÓN 1.0 PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LOS ENSAYOS ESTÁNDAR DE MECÁNICA DE SUELOS, EN LA PROVINCIA DE CORONEL PORTILLO, 2018”; por lo que conocedores de su trayectoria profesional y estrecha vinculación en el campo de la investigación, le solicitamos su colaboración en EMITIR SU JUICIO DE EXPERTO COMO ESPECIALISTA EN LA MATERIA, para la validación del instrumento: ENCUESTA, PARA MEDIR LA VARIABLE: ENSAYOS ESTÁNDAR DE MECÁNICA DE SUELOS, de la presente investigación.

Agradeciéndolo por anticipado su gentil colaboración como experto, nos suscribimos de usted.

Atentamente



-----  
Bach. Ernesto Tejada Gonzales  
DNI: 72134762

Adjunto:

- Carta
- Operacionalización de las variables.
- Matriz de consistencia.
- Instrumentos de investigación (Encuesta)
- Ficha de juicio de experto

**FICHA DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN  
JUICIO DE EXPERTOS**

**I. DATOS GENERALES**

- 1.1. **APELLIDOS Y NOMBRES** : Valderrama Saavedra, Pablo E.  
 1.2. **GRADO ACADÉMICO** : Magister  
 1.3. **INSTITUCIÓN QUE LABORA** : Varinco S.A.C.  
 1.4. **TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN** : SOFTWARE TIDSUELO VERSIÓN 1.0 PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LOS ENSAYOS ESTÁNDAR DE MECÁNICA DE SUELOS, EN LA PROVINCIA DE CORONEL PORTILLO, 2018  
 1.5. **AUTOR DEL INSTRUMENTO** : Bach. Tejada Gonzales Ernesto  
 1.6. **NOMBRE DEL INSTRUMENTO** : ENCUESTA, PARA MEDIR LA VARIABLE: ENSAYOS ESTÁNDAR DE MECÁNICA DE SUELOS  
 1.7. **CRITERIOS DE APLICABILIDAD** :

- a) De 01 a 09: (No válido, reformular)      b) De 10 a 12: (No válido, modificar)      c) De 13 a 15: (Válido, mejorar)  
 d) De 16 a 18: (Válido, precisar)      e) De 19 a 20: (Válido, aplicar)

• **ASPECTOS A EVALUAR:**

INDICADORES DE EVALUACIÓN DEL INSTRUMENTO	CRITERIOS CUALITATIVOS CUANTITATIVOS	Deficiente (01-09)	Regular (10-12)	Buena (13-15)	Muy Buena (16-18)	Excelente (19-20)
		01	02	03	04	05
• CLARIDAD	Está formulado con lenguaje apropiado					20
• OBJETIVIDAD	Está expresado con conductas observables					19
• ACTUALIDAD	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología.					19
• ORGANIZACIÓN	Existe organización y lógica.					20
• SUFICIENCIA	Comprende los aspectos en cantidad y calidad					19
• INTENCIONALIDAD	Adecuado para valorar los aspectos de estudio.					20
• CONSISTENCIA	Basado en aspecto teórico científico y del tema de estudio.					20
• COHERENCIA	Entre las variables, dimensiones y variables				18	
• METODOLOGÍA	La estrategia responde al propósito del estudio.					20
• CONVENIENCIA	Genera nuevas pautas para la investigación y construcción de teorías.					20
<b>Sub total</b>					18	147
<b>Total</b>						

VALORACIÓN CUANTITATIVA  
 VALORACIÓN CUALITATIVA  
 OPINIÓN DE APLICABILIDAD

$195 \div 10 = 20$   
 Excelente  
 Válido, Aplicar.

Lugar y Fecha: Pucallpa 27 de Mayo del 2021

  
 Mg. Pablo E. Valderrama Saavedra  
 Ingeniero Civil



“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

Pucallpa; 1 de junio de 2021.

Ing. Mg. Devyn O. Donayre Hernandez

Presente.

Por la presente, reciba Usted el saludo cordial y fraterno a nombre de la Facultad de Ingeniería de Sistemas y de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Ucayali y manifestarle, que estamos realizando la tesis titulada “SOFTWARE TJD SUELO VERSIÓN 1.0 PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LOS ENSAYOS ESTÁNDAR DE MECÁNICA DE SUELOS, EN LA PROVINCIA DE CORONEL PORTILLO, 2018”; por lo que conocedores de su trayectoria profesional y estrecha vinculación en el campo de la investigación, le solicitamos su colaboración en EMITIR SU JUICIO DE EXPERTO COMO ESPECIALISTA EN LA MATERIA, para la validación del instrumento: ENCUESTA, PARA MEDIR LA VARIABLE: ENSAYOS ESTÁNDAR DE MECÁNICA DE SUELOS, de la presente investigación.

Agradeciéndolo por anticipado su gentil colaboración como experto, nos suscribimos de usted.

Atentamente



---

Bach. Ernesto Tejada Gonzales  
DNI: 72134762

Adjunto:

- Carta
- Operacionalización de las variables.
- Matriz de consistencia.
- Instrumentos de investigación (Encuesta)
- Ficha de juicio de experto

**FICHA DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN  
JUICIO DE EXPERTOS**

**I. DATOS GENERALES**

- 1.1. **APELLIDOS Y NOMBRES** : Donayre Hernández, Devyn O.  
 1.2. **GRADO ACADÉMICO** : Magister  
 1.3. **INSTITUCIÓN QUE LABORA** : Docente Universitario  
 1.4. **TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN** : SOFTWARE TJSUELO VERSIÓN 1.0 PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LOS ENSAYOS ESTÁNDAR DE MECÁNICA DE SUELOS, EN LA PROVINCIA DE CORONEL PORTILLO, 2018  
 1.5. **AUTOR DEL INSTRUMENTO** : Bach. Tejada Gonzales Ernesto  
 1.6. **NOMBRE DEL INSTRUMENTO** : ENCUESTA, PARA MEDIR LA VARIABLE: ENSAYOS ESTÁNDAR DE MECÁNICA DE SUELOS  
 1.7. **CRITERIOS DE APLICABILIDAD** :

- # De 01 a 09: (No válido, reformular)      b) De 10 a 12: ( No válido, modificar)      c) De 13 a 15: (Válido, mejorar)  
 d) De 16 a 18: (Válido, precisar)      e) De 19 a 20: (Válido, aplicar)

• **ASPECTOS A EVALUAR:**

INDICADORES DE EVALUACIÓN DEL INSTRUMENTO	CRITERIOS CUALITATIVOS CUANTITATIVOS	Deficiente (01-09)	Regular (10-12)	Bueno (13-15)	Muy Bueno (16-18)	Excelente (19-20)
		01	02	03	04	05
• CLARIDAD	Está formulado con lenguaje apropiado					20
• OBJETIVIDAD	Está expresado con conductas observables					19
• ACTUALIDAD	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología.					20
• ORGANIZACIÓN	Existe organización y lógica.					20
• SUFICIENCIA	Comprende los aspectos en cantidad y calidad				18	
• INTENCIONALIDAD	Adecuado para valorar los aspectos de estudio.					19
• CONSISTENCIA	Basado en aspecto teórico científico y del tema de estudio.					19
• COHERENCIA	Entre las variables, dimensiones y variables				18	
• METODOLOGÍA	La estrategia responde al propósito del estudio.					20
• CONVENIENCIA	Genera nuevas pautas para la investigación y construcción de teorías.					20
<b>Sub total</b>					36	157
<b>Total</b>						

VALORACIÓN CUANTITATIVA  
 VALORACIÓN CUALITATIVA  
 OPINIÓN DE APLICABILIDAD

193 ÷ 10 = 19  
 Ex celente  
 Válido, Aplicar

Lugar y Fecha: Pucallpa 26 de Mayo del 2022

Mg. Devyn O. Donayre Hernández  
 Ingeniero Civil

“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

Pucallpa; 1 de junio de 2021.

Ing. Mg. Hernando Tejada Gonzales

Presente.

Por la presente, reciba Usted el saludo cordial y fraterno a nombre de la Facultad de Ingeniería de Sistemas y de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Ucayali y manifestarle, que estamos realizando la tesis titulada “SOFTWARE TJD SUELO VERSIÓN 1.0 PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LOS ENSAYOS ESTÁNDAR DE MECÁNICA DE SUELOS, EN LA PROVINCIA DE CORONEL PORTILLO, 2018”; por lo que conocedores de su trayectoria profesional y estrecha vinculación en el campo de la investigación, le solicitamos su colaboración en EMITIR SU JUICIO DE EXPERTO COMO ESPECIALISTA EN LA MATERIA, para la validación del instrumento: ENCUESTA, PARA MEDIR LA VARIABLE: ENSAYOS ESTÁNDAR DE MECÁNICA DE SUELOS, de la presente investigación.

Agradeciéndolo por anticipado su gentil colaboración como experto, nos suscribimos de usted.

Atentamente



-----  
Bach. Ernesto Tejada Gonzales  
DNI: 72134762

Adjunto:

- Carta
- Operacionalización de las variables.
- Matriz de consistencia.
- Instrumentos de investigación (Encuesta)
- Ficha de juicio de experto

**FICHA DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN  
JUICIO DE EXPERTOS**

**I. DATOS GENERALES**

- 1.1. **APELLIDOS Y NOMBRES** : Tejada Gonzales, Hernando  
 1.2. **GRADO ACADÉMICO** : Magister  
 1.3. **INSTITUCIÓN QUE LABORA** : SUNEDU  
 1.4. **TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN** : SOFTWARE TJSUELO VERSIÓN 1.0 PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LOS ENSAYOS ESTÁNDAR DE MECÁNICA DE SUELOS, EN LA PROVINCIA DE CORONEL PORTILLO, 2018  
 1.5. **AUTOR DEL INSTRUMENTO** : Bach. Tejada Gonzales Ernesto  
 1.6. **NOMBRE DEL INSTRUMENTO** : ENCUESTA, PARA MEDIR LA VARIABLE: ENSAYOS ESTÁNDAR DE MECÁNICA DE SUELOS  
 1.7. **CRITERIOS DE APLICABILIDAD** :

- a) De 01 a 09: (No válido, reformular)      b) De 10 a 12: (No válido, modificar)      c) De 13 a 15: (Válido, mejorar)  
 d) De 16 a 18: (Válido, prechar)      e) De 19 a 20: (Válido, aplicar)


• **ASPECTOS A EVALUAR:**

INDICADORES DE EVALUACIÓN DEL INSTRUMENTO	CRITERIOS CUALITATIVOS CUANTITATIVOS	Deficiente (01-09)	Regular (10-12)	Bueno (13-15)	Muy Bueno (16-18)	Excelente (19-20)
		01	02	03	04	05
• CLARIDAD	Está formulado con lenguaje apropiado					19
• OBJETIVIDAD	Está expresado con conductas observables					19
• ACTUALIDAD	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología.					20
• ORGANIZACIÓN	Existe organización y lógica.					20
• SUFICIENCIA	Comprende los aspectos en cantidad y calidad					19
• INTENCIONALIDAD	Adecuado para valorar los aspectos de estudio.					19
• CONSISTENCIA	Basado en aspecto teórico científico y del tema de estudio.					19
• COHERENCIA	Entre las variables, dimensiones y variables				18	
• METODOLOGÍA	La estrategia responde al propósito del estudio.					20
• CONVENIENCIA	Genera nuevas pautas para la investigación y construcción de teorías.					20
<b>Sub total</b>					18	175
<b>Total</b>						

VALORACIÓN CUANTITATIVA  
 VALORACIÓN CUALITATIVA  
 OPINIÓN DE APLICABILIDAD

*193 ÷ 10 = 19.  
 Excelente  
 Válido, Aplicar.*

Lugar y Fecha: Pucallpa 29 de Mayo del 2021

  
 Mg. Hernando Tejada Gonzales  
 Ingeniero de Sistemas



UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI  
FACULTAD DE INGENIERIA DE SISTEMAS Y DE INGENIERIA CIVIL  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

N° de encuesta: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

**ENCUESTA PARA EL PRE TEST O PRUEBA DE ENTRADA**

**ENCUESTA DIRIGIDA A LOS INGENIEROS CIVILES Y AFINES, QUE LABORAN EN  
EMPRESAS QUE SE DEDICAN A LA REALIZACIÓN DE ESTUDIOS DE MECANICA DE  
SUELOS**

**INSTRUCCIONES:** La presente encuesta tiene por objetivo conocer la percepción que tienen los ingenieros y/o empresas sobre el sistema actual que utilizan para procesar los datos necesarios de los ensayos estándar de laboratorio (Análisis Granulométrico, Límites de Consistencia, Contenido de Humedad, Clasificación SUCS) para los Estudios de Mecánica de Suelos (EMS) con fines de cimentación para un determinado proyecto de edificación en la ciudad de Pucallpa. Por favor sírvase a contestar las siguientes preguntas, marcando con un "X" según sea el caso:

**A. INFORMACIÓN GENERAL**

**PG1: Información básica de la empresa.**

1. Nombre de la empresa: \_\_\_\_\_
2. Persona entrevistada: \_\_\_\_\_
3. Cargo que desempeña:  
Técnico de laboratorio ( )    Ingeniero Civil ( )    Ingeniero Geólogo ( )  
Otros: \_\_\_\_\_

**PG2: Sexo**

Masculino ( )                      Femenino ( )

**PG2: Edad**

- 1) De 20 a 40 años ( )
- 2) De 40 a 60 años ( )
- 3) Más de 60 años ( )

## B. PREGUNTAS ESPECÍFICAS

**Instrucciones:** Lea detenidamente las preguntas y marque con una "X" la respuesta que usted crea conveniente.

N°	Preguntas	Muy malo	Malo	Regular	Bueno	Muy Bueno
PE1	¿Cómo evalúa el tiempo que le toma procesar los datos del ensayo de Análisis Granulométrico mediante el sistema actual (hojas de Excel, otros) que usted utiliza?					
PE2	¿Cómo evalúa el tiempo que le toma procesar los datos del ensayo de Límites de Consistencia mediante el sistema actual (hojas de Excel, otros) que usted utiliza?					
PE3	¿Cómo evalúa el tiempo que le toma procesar los datos del ensayo de Contenido de Humedad mediante el sistema actual (hojas de Excel, otros) que usted utiliza?					
PE4	¿Cómo evalúa el tiempo que le toma procesar los datos del ensayo de Clasificación SUCS mediante el sistema actual (hojas de Excel, otros) que usted utiliza?					
PE5	¿Cómo califica la forma de registrar y ordenar todos los proyectos de los que realiza sus estudios de mecánica de suelos mediante el sistema actual (hojas de Excel, otros) que usted utiliza?					
PE6	¿Cómo califica la forma de registrar y ordenar todas las muestras a las cuales realizará los cálculos correspondientes de los ensayos estándar de laboratorio mediante el sistema actual (hojas de Excel, otros) que usted utiliza?					
PE7	¿Cómo califica la forma de buscar los proyectos a los que realiza sus estudios de mecánica de suelos mediante el sistema actual (hojas de Excel, otros) que usted utiliza?					
PE8	¿Cómo evalúa el control de sus cálculos y resultados de los ensayos estándar de laboratorio mediante el sistema actual (hojas de Excel, otros) que usted utiliza?					
PE9	¿Cómo evalúa el control de reportes de los cálculos de los ensayos estándar de laboratorio para su presentación final, mediante el sistema actual (hojas de Excel, otros) que usted utiliza?					
PE10	¿Qué tan amigable e intuitivo le parece el sistema actual (hojas de Excel, otros) que usted utiliza para el cálculo de sus ensayos estándar de laboratorio?					
PE11	¿Cómo evalúa en general el sistema actual (hojas de Excel, otros) que usted utiliza para el cálculo de ensayos estándar de laboratorio?					

**Muchas gracias por su tiempo y su valiosa colaboración.**



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI**  
**FACULTAD DE INGENIERIA DE SISTEMAS Y DE INGENIERIA CIVIL**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**

N° de encuesta: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

**ENCUESTA PARA EL POST TEST O PRUEBA DE SALIDA**

**ENCUESTA DIRIGIDA A LOS INGENIEROS CIVILES Y AFINES, QUE LABORAN EN  
EMPRESAS QUE SE DEDICAN A LA REALIZACIÓN DE ESTUDIOS DE MECANICA DE  
SUELOS**

**INSTRUCCIONES:** La presente encuesta tiene por objetivo conocer la percepción que tienen los ingenieros y/o empresas sobre el software TJDSUELO versión 1.0 para procesar los datos necesarios de los ensayos estándar de laboratorio (Análisis Granulométrico, Límites de Consistencia, Contenido de Humedad, Clasificación SUCS), usando la Norma Técnica Peruana (NTP), para los Estudios de Mecánica de Suelos (EMS) con fines de cimentación para un determinado proyecto de edificación en la ciudad de Pucallpa.

Por favor sírvase a contestar las siguientes preguntas, marcando con un "X" según sea el caso:

**C. INFORMACIÓN GENERAL**

**PG1: Información básica de la empresa.**

1. Nombre de la empresa: \_\_\_\_\_

2. Persona entrevistada: \_\_\_\_\_

3. Cargo que desempeña:

Técnico de laboratorio ( )    Ingeniero Civil ( )    Ingeniero Geólogo ( )

Otros: \_\_\_\_\_

**PG2: Sexo**

Masculino ( )                      Femenino ( )

**PG2: Edad**

1) De 20 a 40 años ( )

2) De 40 a 60 años ( )

3) Más de 60 años ( )

#### D. PREGUNTAS ESPECÍFICAS

**Instrucciones:** Lea detenidamente las preguntas y marque con una "X" la respuesta que usted crea conveniente.

Nº	Preguntas	Muy malo	Malo	Regular	Bueno	Muy Bueno
PE1	¿Cómo evalúa el tiempo que le toma procesar los datos del ensayo de Análisis Granulométrico mediante el software TJDSUELO versión 1.0?					
PE2	¿Cómo evalúa el tiempo que le toma procesar los datos del ensayo de Límites de Consistencia mediante el software TJDSUELO versión 1.0?					
PE3	¿Cómo evalúa el tiempo que le toma procesar los datos del ensayo de Contenido de Humedad mediante el software TJDSUELO versión 1.0?					
PE4	¿Cómo evalúa el tiempo que le toma procesar los datos del ensayo de Clasificación SUCS mediante el software TJDSUELO versión 1.0?					
PE5	¿Cómo califica la forma de registrar y ordenar todos los proyectos de los que realiza sus estudios de mecánica de suelos mediante el software TJDSUELO versión 1.0?					
PE6	¿Cómo califica la forma de registrar y ordenar todas las muestras a las cuales realizará los cálculos correspondientes de los ensayos estándar de laboratorio mediante el software TJDSUELO versión 1.0?					
PE7	¿Cómo califica la forma de buscar los proyectos a los que realiza sus estudios de mecánica de suelos mediante el software TJDSUELO versión 1.0?					
PE8	¿Cómo evalúa el control de sus cálculos y resultados de los ensayos estándar de laboratorio mediante el software TJDSUELO versión 1.0?					
PE9	¿Cómo evalúa el control de reportes de los cálculos de los ensayos estándar de laboratorio para su presentación final, mediante el software TJDSUELO versión 1.0?					
PE10	¿Qué tan amigable e intuitivo le parece el software TJDSUELO versión 1.0 para el cálculo de sus ensayos estándar de laboratorio?					
PE11	¿Cómo evalúa en general el software TJDSUELO versión 1.0 para el cálculo de ensayos estándar de laboratorio?					

**Muchas gracias por su tiempo y su valiosa colaboración.**





**UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI**  
FACULTAD DE INGENIERIA DE SISTEMAS Y DE INGENIERIA CIVIL  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

**CONFIABILIDAD**

**ANÁLISIS ESTADÍSTICO ALFA DE CRONBACH**

Variable: los ensayos estándar de mecánica de suelos

$$\alpha = \left( \frac{k}{k-1} \right) \left( 1 - \frac{\sum V_i}{\sum V_T} \right)$$

$$\alpha = \left( \frac{11}{10} \right) \cdot \left( 1 - \frac{5.875}{26.25} \right)$$

$$\alpha = 0.85$$

ALFA DE CRONBACH	Items
0,85	11

Fuente: Salida del SPSS V24

**Interpretación:** El estadístico **ALFA DE CRONBACH**, aplicado al instrumento de investigación, arrojó 0,85. Por ende el instrumento tiene un grado de confiabilidad **MUY ALTA**, para la investigación, por el resultado que se obtuvo. Por tanto, se recomienda su aplicación.

Pucallpa; 01 de junio del 2021

-----  
Marco Antonio Díaz Apac  
Lic. Especialidad de Matemática  
Doctor en Administración de la Educación



**APLICACIÓN DE LAS ENCUESTAS A LOS INGENIEROS CIVILES DE LOS  
LABORATORIOS DE MECANICA DE SUELO**



**APLICACIÓN DE LAS ENCUESTAS A LOS INGENIEROS CIVILES DE LOS  
LABORATORIOS DE MECANICA DE SUELO**



**APLICACIÓN DE LAS ENCUESTAS A LOS INGENIEROS CIVILES DE LOS  
LABORATORIOS DE MECANICA DE SUELO**



**APLICACIÓN DE LAS ENCUESTAS A LOS INGENIEROS CIVILES DE LOS  
LABORATORIOS DE MECANICA DE SUELO**



**APLICACIÓN DE LAS ENCUESTAS A LOS INGENIEROS CIVILES DE LOS  
LABORATORIOS DE MECANICA DE SUELO**



**APLICACIÓN DE LAS ENCUESTAS A LOS INGENIEROS CIVILES DE LOS  
LABORATORIOS DE MECANICA DE SUELO**

# MANUAL DE INSTALACIÓN

SOFTWARE TJDSUELO versión 1.0



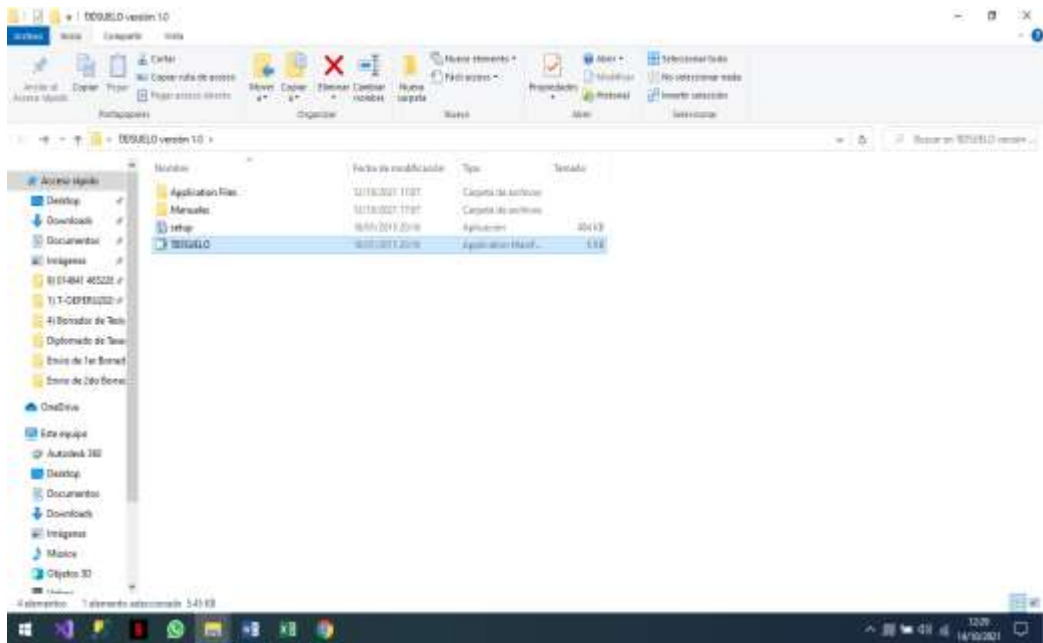
**Autor: Ernesto Tejada Gonzales**

**Pucallpa – Perú**

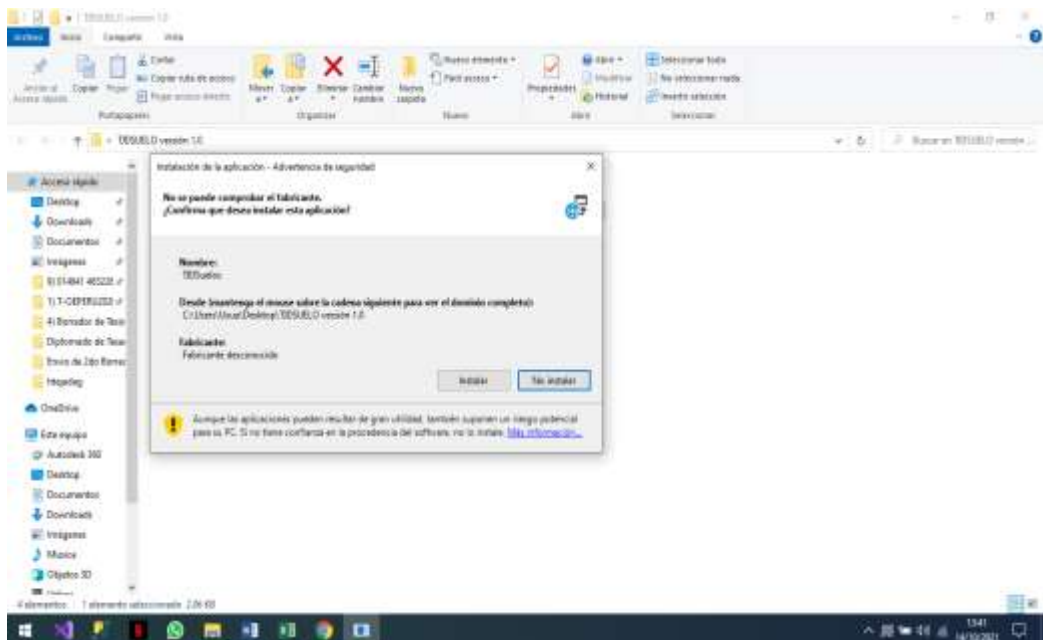
**2021**



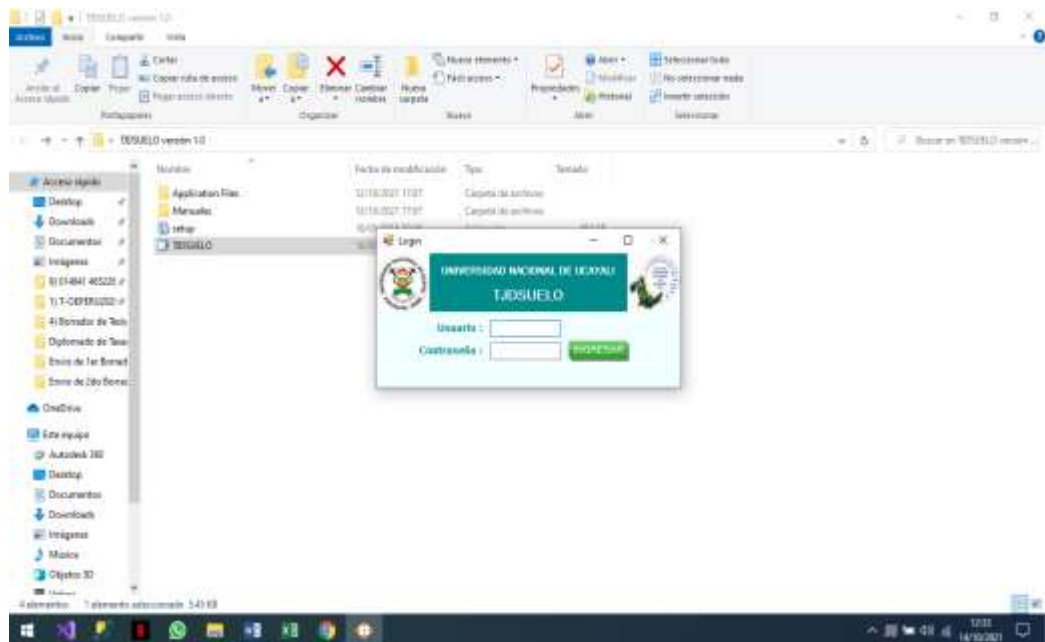
## 2) Hacer doble clic en el ejecutador “TJDSUELO”



## 3) Inmediatamente aparecerá una ventana emergente, a la cual haremos clic en “Instalar” y se espera a que cargue.

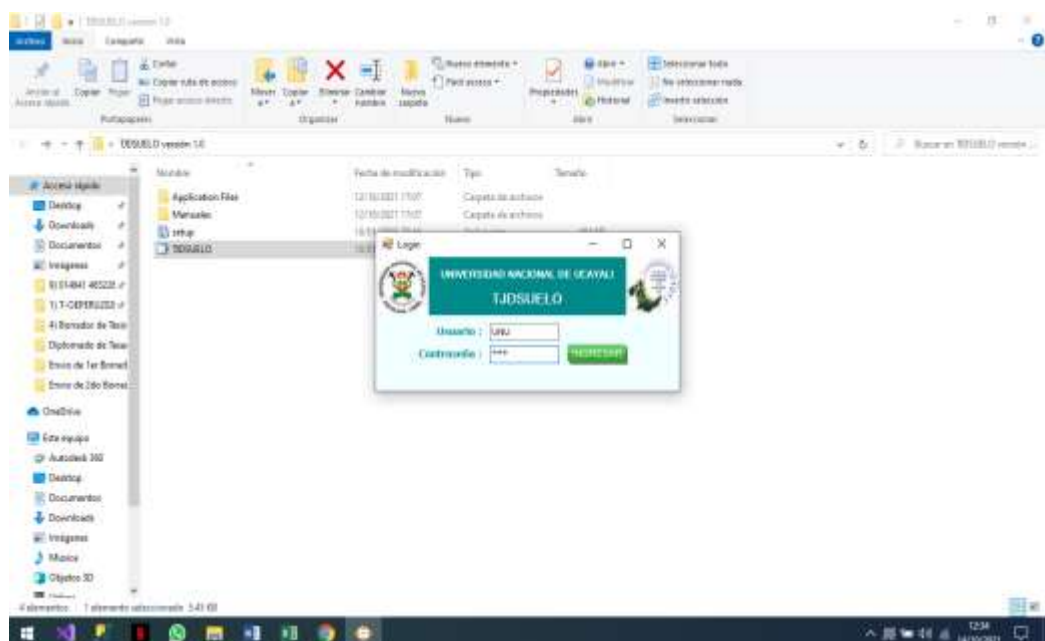


4) Seguido se mostrará una nueva ventana, que nos pedirá ingresar un “Usuario” y su “Contraseña”.



5) Ingresar el usuario y contraseña (respetar las mayúsculas)

- Usuario: UNU
- Contraseña: TJD



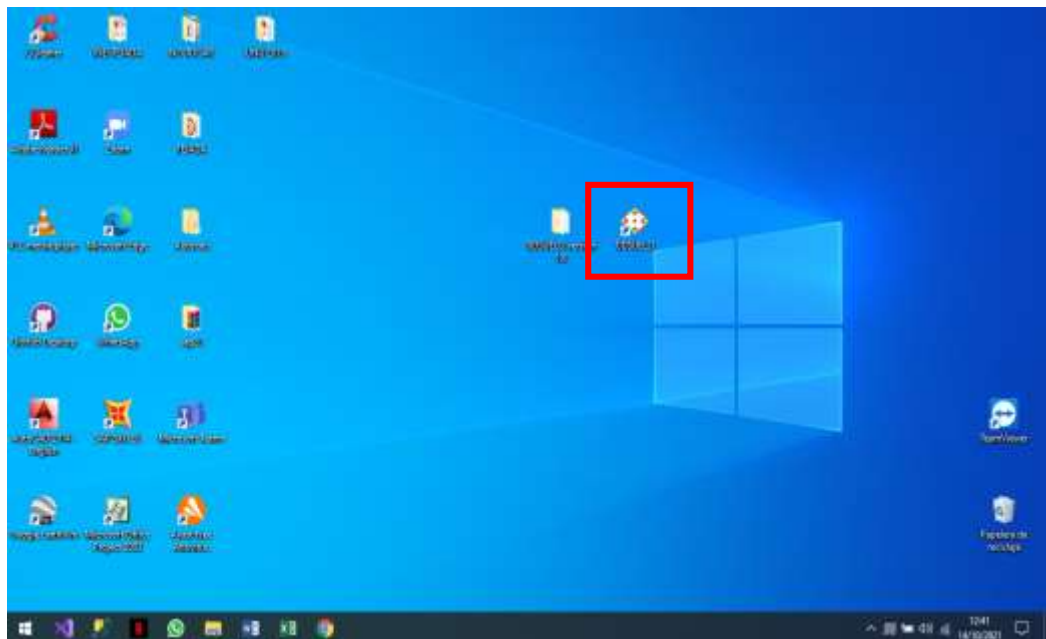


- 6) Se abrirá una nueva ventana, que es la pantalla de inicio del software, la cual cuenta con una imagen de la fachada de la Universidad Nacional de Ucayali (UNU) y a partir de acá ya se puede hacer uso del software TJDSUELO versión 1.0



### 7) Icono del software

En la pantalla del escritorio de su PC encontrara el icono del software que lleva por nombre "TJDSUELO".



# MANUAL DE USUARIO

SOFTWARE TJDSUELO versión 1.0



**Autor: Ernesto Tejada Gonzales**

**Pucallpa – Perú**

**2021**

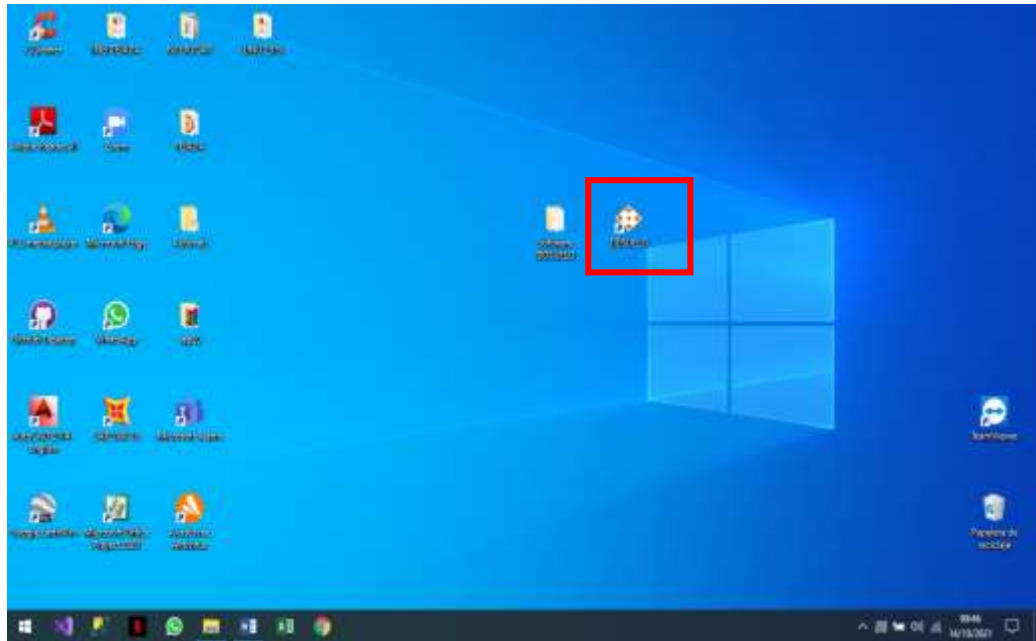
## INTRODUCCIÓN

El software TJDSUELO versión 1.0 es un programa destinado a la obtención de los resultados de los ensayos estándar de un estudio de mecánica de suelos (ensayo de análisis granulométrico, límites de consistencia, contenido de humedad y clasificación SUCS) de manera rápida, fácil y didáctica. Además, cuenta con una base de datos para el mejor control de los casos desarrollados en el programa.

Es fácil de aprender a usar este software, pero se asume que el usuario ya está familiarizado con las terminologías, conceptos y los métodos utilizados para el desarrollo de los ensayos estándar de mecánica de suelos que el programa realiza. Adicional a ello, se tiene este Manual de uso el cual debe ser leído antes de empezar a usar el software.

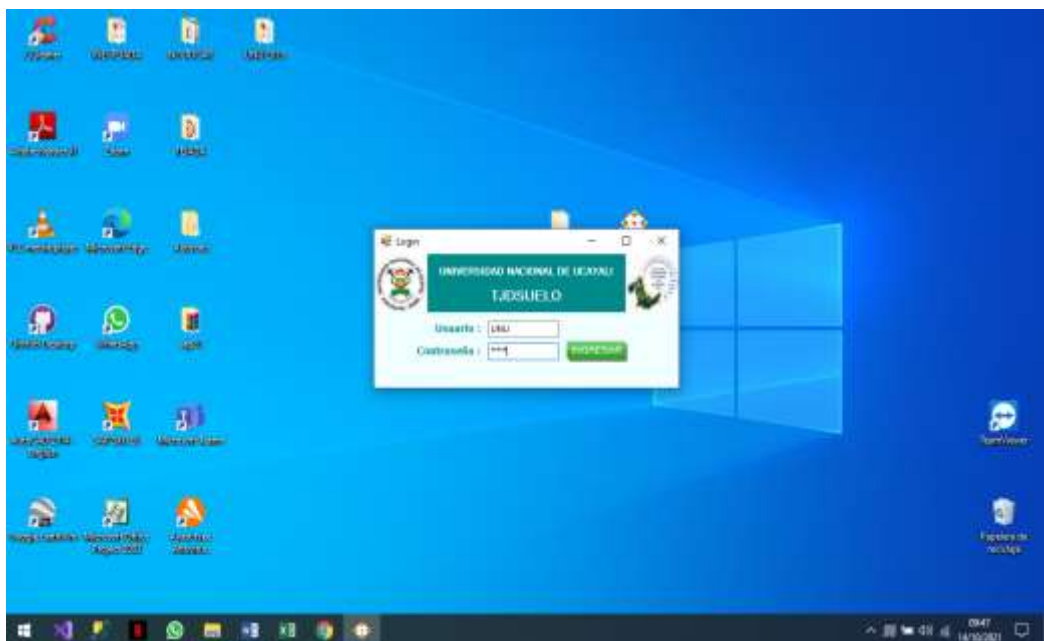
Este manual de uso ofrece una visión general de todo el funcionamiento del programa, así como el orden en que se deben de seguir para el correcto uso del software y pueda realizar las diversas funciones para la que fue creada.

## 1) Icono del software



En la pantalla del escritorio de su PC encontrara el icono del software que lleva por nombre “TJDSUELO” versión 1.0

## 2) Login de seguridad



Al hacer doble clic en el icono del software ubicado en el escritorio, aparece una ventana emergente con el login de seguridad, donde se debe ingresar el “Usuario” y la “Contraseña” para poder hacer uso del software “TJDSUELO” versión 1.0

**Usuario : UNU**

**Contraseña : TJD**

### 3) Pantalla de inicio



Luego de haber ingresado el usuario y la contraseña correcta nos muestra lo que es la pantalla de inicio. La cual tiene una caratula con la fachada de la Universidad Nacional de Ucayali (UNU).

Además, cuenta con un encabezado con las opciones de consultas y ayuda que cumplen las siguientes funciones:

Consultas: aquí nos direcciona al módulo de proyectos donde se podrá visualizar todos los proyectos ya registrados o crear uno nuevo.

Ayuda: Se encontrará el manual de usuario para cualquier duda que se presente al momento de usar el software.



#### 4) Módulo de proyectos

The screenshot shows the 'PROYECTOS' module interface. It includes a search bar and several action buttons. Below is a table listing various projects.

Proyecto	Solicitante	Ubicación	Fecha
MEJORAMIENTO DE SERVICIOS EDUCATIVOS II...	CONSORCIO ESTUDIO SUZA	CALLERIA	12/16/2021
VIVIENDA UNIFAMILIAR	RONALD DONAYSE QUERRERO	YANAMACCOCHA	4/06/2021
HOTEL, FARMACIA E S.A.C.	FARMACIA S.A.C.	YANAMACCOCHA	4/06/2021
HOTEL, FARMACIA S.A.C.	FARMACIA S.A.C.	YANAMACCOCHA	4/06/2021
PLANTA PROCESADORA DE CACAO - LABORATO...	DR. JOSE PERICORON CAMPOS CAMPOS	YANAMACCOCHA	4/06/2021
VIVIENDA UNIFAMILIAR	C S P CASTRO EMPRESAS E I.R.L.	YANAMACCOCHA	5/06/2021
LOCAL COMERCIAL Y VIVIENDA MULTIFAMILIAR	SRA. GRACIELA ELSA PASADO GOMEZ	YANAMACCOCHA	5/06/2021
AMPLIACION Y MEJORAMIENTO DE LA I.E. N° 55...	MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE CORONEL PO...	MANANTAY	5/06/2021
MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA EDU...	CONSORCIO VIRGEN DE NATIVA	MANANTAY	5/06/2021
MODIFICACION DE VÍA MARGINAL	SR. LUIS ANTONIO RISO	MANANTAY	21/06/2021
COMERCIO - VIVIENDA	SR. JUSTO PALOMBO SUAREZ	MANANTAY	4/06/2021
MODIFICACION DE VÍA MARGINAL	SRA. BACELIA ALEJANDRO ALVARGA	MANANTAY	4/06/2021
CONSTRUCCION Y EQUIPAMIENTO DEL PABELL...	ARQ. SAN CARLOS VILLACORTA RAMIREZ	CALLERIA	4/06/2021
MEJORAMIENTO DE LA RED CENTRAL DEL NOR...	GOBIERNO REGIONAL DE UCAYALI	CALLERIA	4/06/2021
MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE GESTIO...	CONSORCIO DREU	CALLERIA	4/06/2021
MEJORAMIENTO DE LA PRESTACION DE SERVIC...	CONSORCIO PADRE SANTIAGO	CALLERIA	3/06/2021
MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE EDUCA...	CONSORCIO R S L	CALLERIA	3/06/2021

Aquí se puede visualizar un listado de los proyectos ya realizados con las características del proyecto como nombre del proyecto, solicitante, ubicación y fecha. También cuenta con tres secciones, la primera sección

lleva el nombre de “Búsqueda general”, la cual cuenta con una caja de texto que funciona como un buscador que te permite encontrar un determinado proyecto con cualquiera de las características antes mencionadas menos la fecha, en el listado de proyectos.

La segunda sección lleva el nombre de “Acciones”, la cual cuenta con dos botones que cumplen las siguientes funciones:

Nuevo: direcciona al módulo de datos generales, para poder ingresar un nuevo proyecto.

Modificar: direcciona al módulo de datos generales, para poder modificar algún dato de un proyecto ya registrado.

La tercera sección lleva el nombre de “Imprimir”, la cual cuenta con tres botones que cumplen las siguientes funciones:

Granulometría: nos muestra una nueva ventana que permite la visualización previa del reporte del ensayo de análisis granulométrico para poder imprimirlo.

Límites: nos muestra una nueva ventana que permite la visualización previa del reporte del ensayo de límites de consistencia para poder imprimirlo.

Contenido de Humedad: nos muestra una nueva ventana que permite la visualización previa del reporte del ensayo de contenido de humedad para poder imprimirlo.

Por último, este módulo cuenta con un botón de color rojo ubicado en la parte inferior izquierda, que tiene la función de “salir” y esto hace que retroceda a un módulo anterior.

## 5) Módulo de datos generales

The screenshot displays the 'Datos Generales' module. The 'Datos generales' section contains the following information:

- Proyecto: DESARROLLO DE SERVICIOS EDUCATIVOS DE LAS ESPECIALIDADES DE CONSTRUCCIÓN
- Sede: COMANDO EN JEFE ESED
- Ubicación: CUCUTZHA
- Fecha inicio: 11/10/2021

The 'Agregar muestras' section includes input fields for:

- Calcula
- Muestra
- Profundidad
- Peso seco
- Material
- Método de explotación
- Fecha de sustrato
- Peso seco (g)
- Procedencia

The 'Lista de muestras' table is as follows:

Calcula	Muestra	Profundidad	Peso seco	Material	Método exp.	Fecha	Procedencia	Tip
01	01	0.00 - 1.00m	412.00gr	ti	a codo directo	18/10/2020	Laboratorio	W 4
02	02	0.40 - 1.00m	409.00gr	ti	a codo directo	18/10/2020	Laboratorio	W 4
04	07	1.00 - 1.70m	528.00gr	ti	a codo directo	18/10/2020	Laboratorio	W 4

The 'Diagnostico' section contains buttons for:

- Análisis Geoquímico
- Límite de Característica
- Control de Humedad
- Clasificación SUCS

Este módulo cuenta con seis secciones las cuales se detallan a continuación:

La primera sección lleva el nombre de “Datos generales”, la cual cuenta con tres cajas de texto donde debe llenar las características del proyecto a realizar. Así como también cuenta con una fecha predeterminada que se muestra por defecto el día en que se ingresa dicha información. Esta sección cuenta con un botón llamado “grabar” que al hacer clic cambia de nombre y se convierte en el botón llamado “modificar”, los cuales cumplen las siguientes funciones:

Grabar: guarda los datos generales del proyecto.

Modificar: permite modificar los datos ingresados. (este botón solo se visualiza luego de haber grabado un ingreso de datos)

La segunda sección lleva el nombre de “Agregar muestras”, la cual cuenta con seis cajas de texto donde se debe llenar la información



requerida para cada muestra. Así como también cuenta con una fecha de muestreo en la cual te muestra un calendario para que selecciones la fecha en que obtuvo la muestra y una lista desplegable donde se tiene que seleccionar quien proporciono la muestra, la cual se tiene dos opciones, el laboratorio o el solicitante. Esta sección cuenta con dos botones los cuales cumplen las siguientes funciones:

Agregar: permite agregar toda la información ingresada a una sección llamada "Listado de muestras". Esto incluye la información que se encuentra en la sección llamada "Seleccionar tamices".

Eliminar: permite eliminar toda la información registrada de cualquier muestra ingresada en la sección llamada "Listado de muestras".

La tercera sección lleva el nombre de "Seleccionar tamices", en ella se tiene que seleccionar los tamices con los que se va a trabajar para cada muestra.

La cuarta sección lleva el nombre de "Listado de muestras", en la cual se podrá visualizar la información ingresada de cada muestra agregada.

La quinta sección lleva el nombre de "Ensayos", la cual cuenta con tres botones los cuales cumplen las siguientes funciones:

Análisis granulometría: direcciona al módulo de dicho ensayo para comenzar su desarrollo.

Límites de consistencia: direcciona al módulo de dicho ensayo para comenzar su desarrollo.

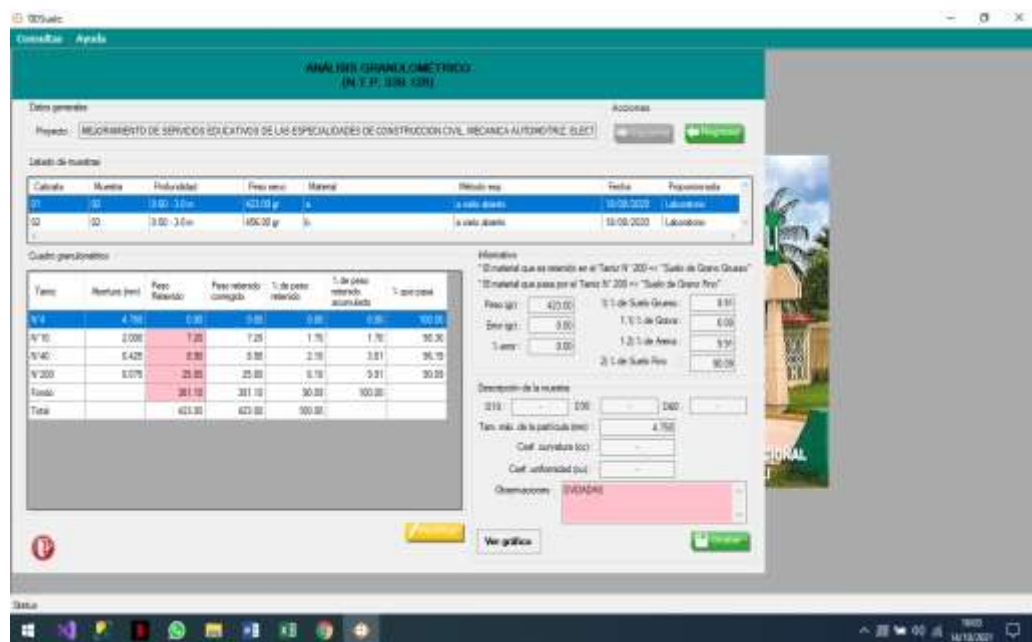
Contenido de Humedad: direcciona al módulo de dicho ensayo para comenzar su desarrollo.

La sexta y última sección lleva el nombre de "Clasificación", la cual cuenta con un botón el cual cumple la siguiente función:

Clasificación SUCS: direcciona al módulo de dicho ensayo para comenzar su desarrollarlo.

Por último, este módulo cuenta con un botón de color rojo ubicado en la parte inferior izquierda, que tiene la función de “salir” y esto hace que retroceda a un módulo anterior.

## 6) Módulo del ensayo análisis granulometría



Este módulo cuenta con seis secciones las cuales se detallan a continuación:

La primera sección lleva el nombre de “Datos generales”, en la cual se visualiza el nombre del proyecto.

La segunda sección lleva el nombre de “Listado de muestras”, en la cual se visualiza el listado de muestras ingresadas en el módulo de Datos Generales.

La tercera sección lleva el nombre de “Acciones”, la cual cuenta con dos botones que cumplen las siguientes funciones:

Siguiente: permite pasar a la sección llamada “Cuadro granulométrico”, para el desarrollo del ensayo.

Regresar: permite regresar a la sección llamada “Listado de muestra” para poder escoger la muestra que se analizara. (este botón solo se habilita luego de hacer clic en el botón siguiente)

La cuarta sección lleva el nombre de “Cuadro granulométrico”, en la cual se debe ingresar los pesos retenidos en cada tamiz de la muestra a desarrollar. Además, se podrá visualizar el resultado del ensayo. Esta sección cuenta con un botón llamado “validar” que al hacer clic cambia de nombre y se convierte en el botón llamado “modificar”, los cuales cumplen las siguientes funciones:

Validar: permite hacer los cálculos correspondientes del ensayo y mostrar sus resultados.

Modificar: permite modificar los datos ingresados. (este botón solo se visualiza luego de haber validado un ingreso de datos)

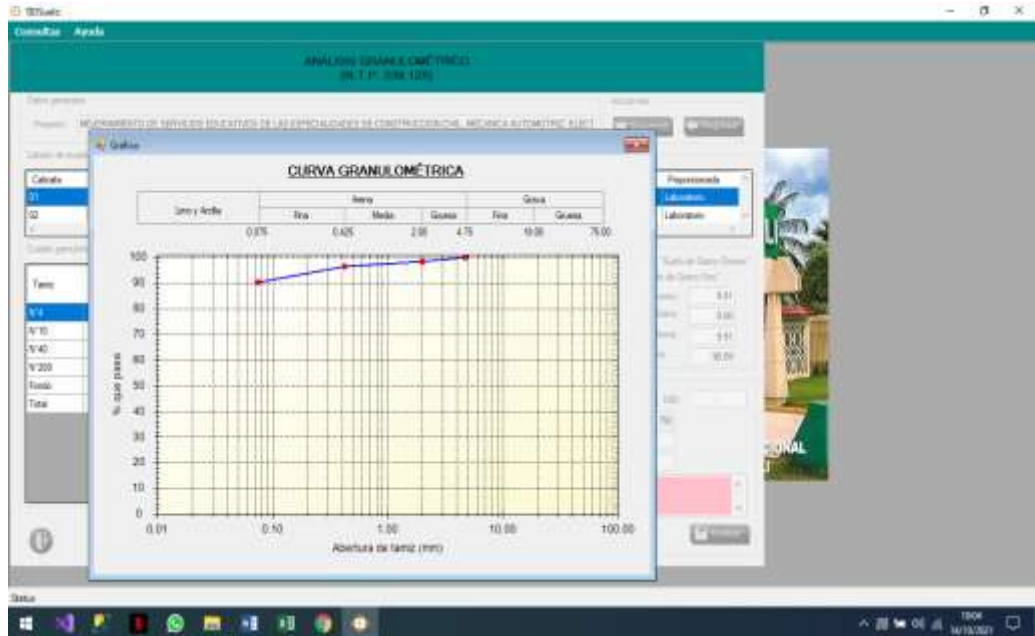
La quinta sección lleva el nombre de “Informativo”, en la cual se muestra información relativa al desarrollo del ensayo.

La sexta y última sección lleva el nombre de “Descripción de la muestra”, en la cual se muestra los resultados del desarrollo del ensayo. Además, cuenta con una caja de texto destinada para que el usuario pueda escribir sus observaciones que crea pertinentes. También cuenta con dos botones los cuales cumplen las siguientes funciones:

Ver gráfico: permite visualizar el grafico de la curva granulométrica en una ventana emergente.

Grabar: permite guardar correctamente todos los resultados de la muestra analizada.

Por último, este módulo cuenta con un botón de color rojo ubicado en la parte inferior izquierda, que tiene la función de “salir” y esto hace que retroceda a un módulo anterior.



## 7) Módulo del ensayo Límites de consistencia

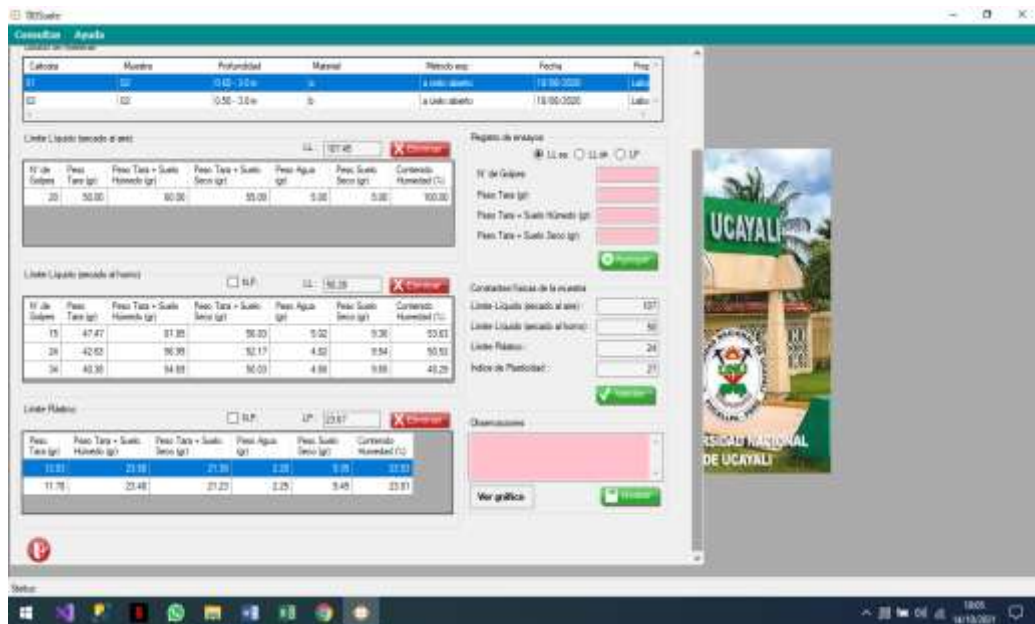
Calculo	Muestra	Profundidad	Muestra	Método exp.	Fecha	Pro.
01	01	0.30 - 0.30 m	a	a (cuch. albero)	10/08/2020	Labo
02	02	0.30 - 0.30 m	b	a (cuch. albero)	10/08/2020	Labo

N° de Colapas	Peso Taza (g)	Peso Taza + Suelo Humedo (g)	Peso Taza + Suelo Seco (g)	Peso Agua (g)	Peso Suelo Seco (g)	Contenido Humedad (%)
20	52.00	83.00	52.00	3.00	3.00	100.00

N° de Colapas	Peso Taza (g)	Peso Taza + Suelo Humedo (g)	Peso Taza + Suelo Seco (g)	Peso Agua (g)	Peso Suelo Seco (g)	Contenido Humedad (%)
15	47.47	81.85	56.23	5.02	3.36	63.63
24	42.63	78.29	52.11	4.52	3.54	60.52
34	46.33	54.63	38.02	4.55	3.02	48.23



Este módulo cuenta con nueve secciones las cuales se detallan a continuación:

La primera sección lleva el nombre de “Datos generales”, en la cual se visualiza el nombre del proyecto.

La segunda sección lleva el nombre de “Listado de muestras”, en la cual se visualiza el listado de muestras ingresadas en el módulo de Datos Generales.

La tercera sección lleva el nombre de “Acciones”, la cual cuenta con dos botones que cumplen las siguientes funciones:

Siguiente: permite pasar a la sección llamada “Registro de ensayos”, para ingresar los datos necesarios para el desarrollo del ensayo.

Regresar: permite regresar a la sección llamada “Listado de muestra” para poder escoger la muestra que se analizara. (este botón solo se habilita luego de hacer clic en el botón siguiente)

La cuarta sección lleva el nombre de “Registro de ensayos”, en la cual se debe seleccionar una opción como Limite Líquido secado al aire (LLsa),

Limite Liquido secado al horno (LLsh) y Limite Plástico (LP) para realizar el ingreso de los datos requeridos según la opción escogida. Esta sección cuenta con un botón el cual cumple la siguiente función:

Agregar: permite agregar toda la información ingresada a la sección que corresponda según la opción en la que este seleccionada y además realiza el cálculo de obtener el peso del agua, peso de suelo seco y su contenido de humedad.

La quinta, sexta y séptima sección llevan los nombres de “Limite Liquido (secado al aire)”, “Limite Liquido (secado al horno)” y “Limite Plástico”, respectivamente, en todas estas secciones se visualiza lo datos agregados para cada uno con sus respectivos cálculos. También, cada sección cuenta con un botón que tiene la siguiente función:

Eliminar: permite eliminar la información agregada y calculada según su selección.

Además, las secciones sexta y séptima, cuentan con una opción para marcar cuando el suelo sea “No Plástico (N.P.)”

La octava sección lleva el nombre de “Constantes físicas de la muestra”, en la cual se mostrará los resultados finales del desarrollo del ensayo. También cuenta con un botón que cumple la siguiente función:

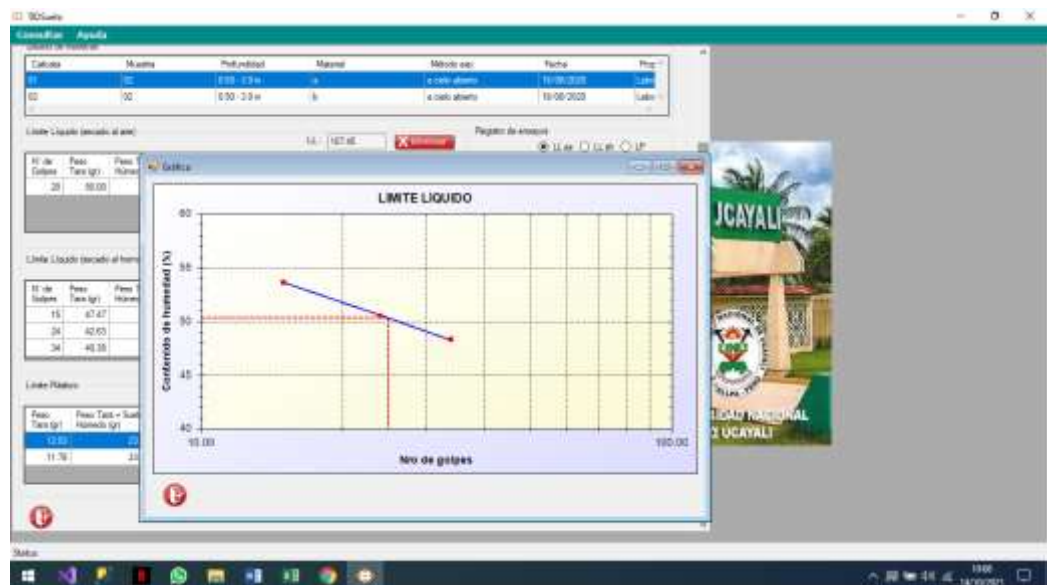
Validar: permite hacer los cálculos correspondientes del ensayo y mostrar sus resultados finales.

La novena y última sección lleva el nombre de “Observaciones”, la cual cuenta con una caja de texto destinada para que el usuario pueda escribir sus observaciones que crea pertinentes. También cuenta con dos botones los cuales cumplen las siguientes funciones:

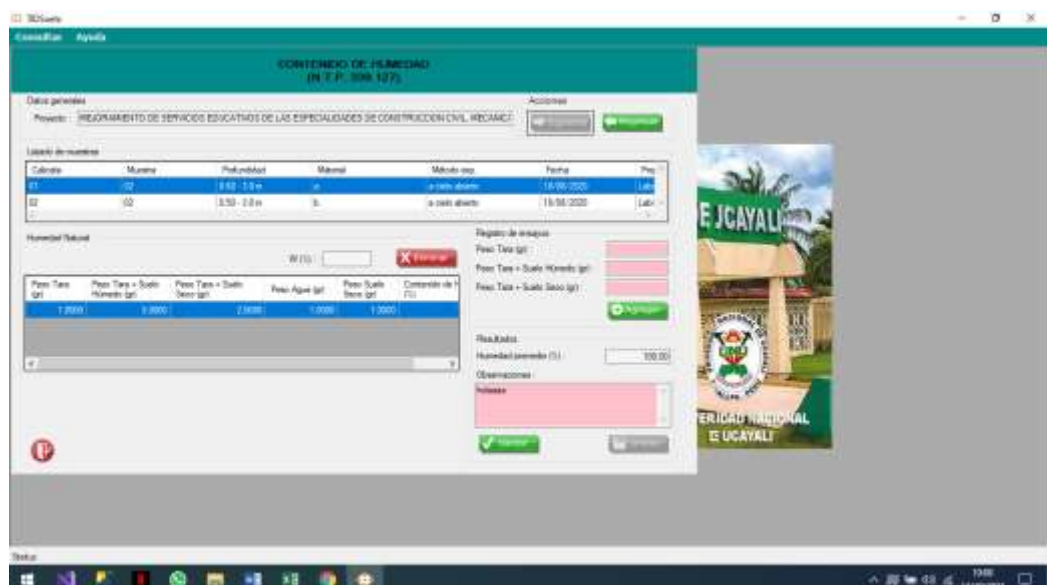
Ver gráfico: permite visualizar el grafico del límite liquido secado al horno en una ventana emergente.

Grabar: permite guardar correctamente todos los resultados del ensayo realizado.

Por último, este módulo cuenta con un botón de color rojo ubicado en la parte inferior izquierda, que tiene la función de “salir” y esto hace que retroceda a un módulo anterior.



## 8) Módulo del ensayo Contenido de Humedad



Este módulo cuenta con seis secciones las cuales se detallan a continuación:

La primera sección lleva el nombre de “Datos generales”, en la cual se visualiza el nombre del proyecto.

La segunda sección lleva el nombre de “Listado de muestras”, en la cual se visualiza el listado de muestras ingresadas en el módulo de Datos Generales.

La tercera sección lleva el nombre de “Acciones”, la cual cuenta con dos botones que cumplen las siguientes funciones:

Siguiente: permite pasar a la sección llamada “Registro de ensayos”, para ingresar los datos necesarios para el desarrollo del ensayo.

Regresar: permite regresar a la sección llamada “Listado de muestra” para poder escoger la muestra que se analizara. (este botón solo se habilita luego de hacer clic en el botón siguiente)

La cuarta sección lleva el nombre de “Registro de ensayos”, en la cual se debe ingresar los datos requeridos. Esta sección cuenta con un botón el cual cumple la siguiente función:

Agregar: permite agregar toda la información ingresada a la sección llamada “Humedad Natural” y además realiza el cálculo de obtener el peso del agua, peso de suelo seco y su contenido de humedad.

La quinta sección lleva el nombre de “Humedad Natural”, en la cual se visualiza lo datos agregados con sus respectivos cálculos. También, cuenta con un botón que tiene la siguiente función:

Eliminar: permite eliminar la información agregada y calculada según su selección.



La sexta y última sección lleva el nombre de “Resultados”, la cual se visualiza el resultado final del ensayo que además cuenta con una caja de texto destinada para que el usuario pueda escribir sus observaciones que crea pertinentes. También cuenta con dos botones los cuales cumplen las siguientes funciones:

Validar: permite hacer los cálculos correspondientes del ensayo y mostrar su resultado final.

Grabar: permite guardar correctamente todos los resultados del ensayo realizado.

Por último, este módulo cuenta con un botón de color rojo ubicado en la parte inferior izquierda, que tiene la función de “salir” y esto hace que retroceda a un módulo anterior.

## 9) Módulo del ensayo Clasificación SUCS

**CLASIFICACIÓN SUCS (N.º P. 328-334)**

Datos generales  
Proyecto: REFORMA DE SERVICIOS EDUCATIVOS DE LAS ESPECIALIDADES DE CONSTRUCCIÓN CIVIL, MECÁNICA

Lista de muestras

Cálculo	Muestra	Profundidad	Máxima	Método exp.	Fecha	Proponedor
E1	02	0.50 - 0.5 m		a codo abierto	10-08-2020	Subterráneo
E2	02	0.50 - 0.5 m		a codo abierto	10-08-2020	Subterráneo
E3	02	0.40 - 0.5 m		a codo abierto	10-08-2020	Subterráneo
E4	02	1.50 - 0.5 m		a codo abierto	10-08-2020	Subterráneo

Lista de Tiempos

Tipo	Abertura (mm)	% de peso retenido	
40-0	4.750	8.00	
40-10	2.000	5.70	
40-60	0.425	2.10	
40-200	0.075	8.10	
Fondo		30.00	

Desarrollo

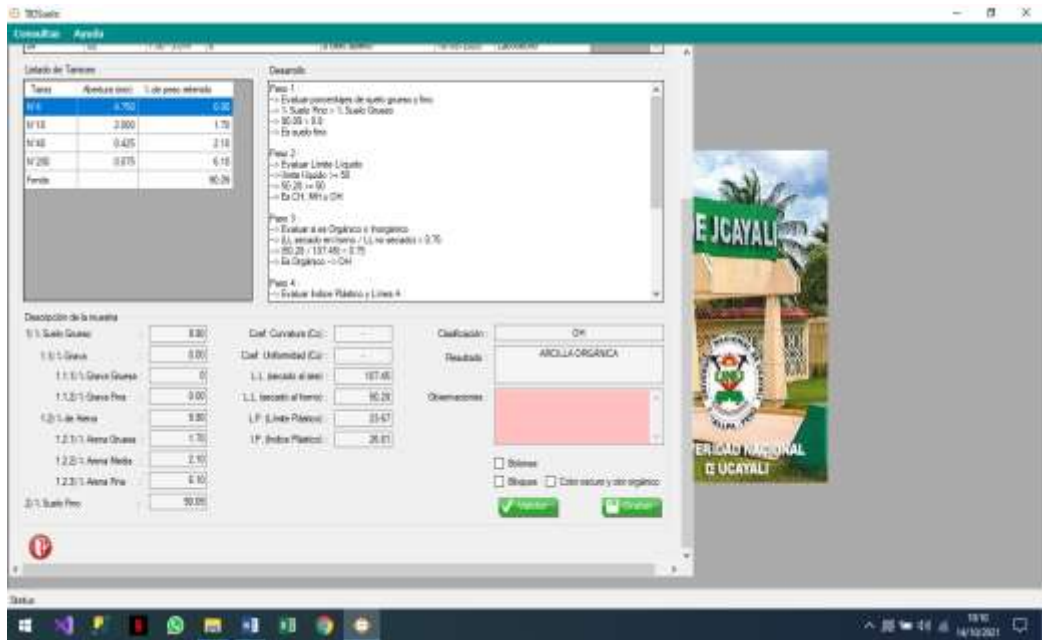
Fase 1  
 -> Evaluar porcentajes de suelo grueso y fino  
 -> % Suelo Fino + % Suelo Grueso  
 -> 80.00 + 0.0  
 -> En suelo fino

Fase 2  
 -> Evaluar Límite Líquido  
 -> Límite Líquido -> 50  
 -> 50.00 + 0.0  
 -> En CH, ML o CH

Fase 3  
 -> Evaluar áreas Orgánicas e Inorgánicas  
 -> EL contenido en materia orgánica -> 0.75  
 -> 00.25 / 107.45 + 0.75  
 -> En Orgánico -> CH

Fase 4  
 -> Evaluar Índice Plástico y Línea A

Descripción de la muestra  
 U.C. Santo Grau: 0.00 Conf. Coeficiente (C): Clasificado: CH



Este módulo cuenta con seis secciones las cuales se detallan a continuación:

La primera sección lleva el nombre de “Datos generales”, en la cual se visualiza el nombre del proyecto.

La segunda sección lleva el nombre de “Listado de muestras”, en la cual se visualiza el listado de muestras ingresadas en el módulo de Datos Generales.

La tercera sección lleva el nombre de “Acciones”, la cual cuenta con dos botones que cumplen las siguientes funciones:

Siguiente: permite pasar a la sección llamada “Registro de ensayos”, para ingresar los datos necesarios para el desarrollo del ensayo.

Regresar: permite regresar a la sección llamada “Listado de muestra” para poder escoger la muestra que se analizara. (este botón solo se habilita luego de hacer clic en el botón siguiente)

La cuarta sección lleva el nombre de “Listado de Tamices”, en la cual se puede visualizar un cuadro con los tamices, abertura y % del peso

retenido, información que es obtenida del ensayo de análisis granulométrico.

La quinta sección lleva el nombre de “Desarrollo”, en la cual se visualiza el desarrollo paso a paso para la obtención del resultado final.

La sexta y última sección lleva el nombre de “Descripción de la muestra”, en la cual se visualiza información de los resultados obtenidos en el ensayo de análisis granulométrico y el ensayo de límites de consistencia. Información indispensable para poder hacer la clasificación SUCS. Además, se puede visualizar el resultado según su simbología y nombre que lleva, como también cuenta con una caja de texto destinada para que el usuario pueda escribir sus observaciones que crea pertinentes y tiene tres opciones para marcar que son “Bolones”, “Bloques” y “Color oscuro y olor orgánico”. También cuenta con dos botones los cuales cumplen las siguientes funciones:

Validar: permite hacer los cálculos correspondientes del ensayo y mostrar su resultado final.

Grabar: permite guardar correctamente todos los resultados del ensayo realizado.

Por último, este módulo cuenta con un botón de color rojo ubicado en la parte inferior izquierda, que tiene la función de “salir” y esto hace que retroceda a un módulo anterior.