



UNIVERSIDAD
NACIONAL
AUTÓNOMA DE
NICARAGUA,
MANAGUA

UNAN-MANAGUA

RECINTO UNIVERSITARIO "RUBÉN DARÍO"
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE COMPUTACIÓN

**TESIS MONOGRÁFICA PARA OPTAR AL TÍTULO DE:
INGENIERO EN SISTEMAS DE INFORMACIÓN**

TEMA:

Sistema para la caracterización geotécnica de los suelos en el Instituto de Geología y Geofísica IGG-CIGEO UNAN-Managua, durante el segundo semestre del año 2018.

AUTORES:

- ❖ BR. KENER ABEL SALINAS SEQUEIRA
- ❖ BR. ILOE JOSÉ BUSTOS CALDERÓN
- ❖ BR. MAYNOR FRANCISCO LANZAS GADEA

TUTOR:

- ❖ MSC. SANTIAGO RAMÓN RÍOS BACA

MANAGUA, NICARAGUA

Tema:

Sistema para la caracterización geotécnica de los suelos en el Instituto de Geología y Geofísica IGG-CIGEO UNAN-Managua, durante el segundo semestre del año 2018.

Dedicatoria

Dedico esta monografía primeramente a Dios, por haberme permitido llegar a este momento tan importante en mi formación profesional.

A mi madre Migdalia Aurora Sequeira, por ser uno de los pilares más importantes en mi vida, por demostrarme su apoyo incondicional y cariño, por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años.

A mi padre Félix Antonio Salinas Espinoza (Q.E.P.D), aunque nos faltaron vivir muchas cosas juntos, siento que estás aquí conmigo, gracias por ser un gran padre.

A mis hermanas (os) que tanto quiero, Carolina Salinas, Yesenia Salinas, Aydalis Sequeira, Yamileth Salinas, Félix Salinas y Néstor Acevedo, gracias por estar siempre presentes.

A todas las personas que me han apoyado y han hecho que este trabajo se realice con éxito en especial a aquellos que me abrieron las puertas y compartieron sus conocimientos.

Br. Kener Abel Salinas Sequeira

Dedicatoria

Agradezco primeramente a Dios quien nos da la vida y nos dota de conocimiento.

En segundo lugar, agradezco a mis padres por apoyarme incondicionalmente en mi vida estudiantil, y por qué sin ellos no tuviera valor para seguir adelante, también a todos mis maestros porque ellos son los que nos brindan todos los conocimientos que adquirimos hoy en día.

Estoy seguro que las metas que yo he planteado en mi vida darán frutos en un futuro y es por eso que debo sacrificarme cada día en mis estudios para cumplirlas.

Br. Maynor Francisco Lanzas Gadea

Dedicatoria

Dedico esta monografía primeramente a Dios por darme fuerza y fortaleza a lo largo de todos estos años.

A mi madre Irlesia Calderón palma, por darme el apoyo incondicional durante todos estos años de carrera en esta universidad.

A mi hermano Wester Bustos Calderón por darme motivación en momentos difíciles.

A mis hermanas por estar presente en aquellos momentos cuando más lo necesité.

Gracias a todas aquellas personas que de una u otra amanaera me brindaron su apoyo para poder culminar mi carrera.

Br. Iloe José Bustos Calderón

Agradecimientos

Gracias a la UNAN-Managua, gracias por habernos permitido formarnos en ella, gracias a todas las personas que fueron participes de este proceso, ya sea de manera directa o indirecta. A nuestro tutor Santiago Ríos Baca por guiarnos durante la elaboración del presente trabajo. A las autoridades del Instituto de Geología y Geofísica (IGG-CIGEO) por permitirnos realizar la presente monografía. Al Departamento de Becas por el apoyo brindado durante estos años.

Br. Maynor Francisco Lanzas Gadea

Br. Iloe José Bustos Calderón

Br. Kener Abel Salinas Sequeira

ÍNDICE

I.	Introducción	1
II.	Planteamiento del problema	2
III.	Justificación	4
IV.	Objetivos	5
	IV.1. Objetivo general	5
	IV.2. Objetivos específicos	5
V.	Marco referencial.....	6
	V.1. Antecedentes	6
	V.2. Marco teórico	7
	Sistemas	7
	Actividades básicas de un sistema de información.....	10
	La importancia de los sistemas de información en la empresa.....	12
	Base de datos.....	13
	Modelo de desarrollo incremental	16
	Modelo Entidad-Relación.....	19
	Modelo Relacional	19
	Modelo de proceso prescriptivo	20
	Modelo general de procesos.....	20
	Levantamiento de requerimientos.....	21
	Requerimientos funcionales y no funcionales.....	21
	Modelo de calidad del software McCall.....	23
	Herramientas para el desarrollo de aplicaciones	27
	Descripción de las herramientas para el desarrollo del sistema	29
	Descripción del instituto de Geología y Geofísica IGG UNAN-Managua31	
	Tipos de investigaciones.....	32
	Técnicas de recolección de datos.....	36
VI.	Hipótesis.....	38
VII.	Diseño metodológico	39
	VII.1. Tipo de estudio.....	39
	VII.2. Según su enfoque	39
	VII.3. Universo	39
	VII.4. Muestra	39

VII.5. Variables de estudio.....	40
Sistema de variables de entrada	40
Sistema de variables de salida	42
Operacionalización de variables	46
Métodos, técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	49
Procedimiento para la recolección de información	49
Plan de tabulación	51
Plan de análisis.....	51
VIII. Análisis de resultados.....	60
Primer incremento: Módulo granulometría	63
Fase de análisis.....	63
Fase de diseño	72
Fase de desarrollo	85
Fase de pruebas.....	86
Segundo incremento: Módulo hidrometría.....	91
Fase de análisis.....	91
Fase de diseño	97
Fase de desarrollo	103
Fase de pruebas.....	105
Tercer incremento: Modulo Límites de Atterberg	108
Fase de análisis.....	108
Fase de diseño	114
Fase de desarrollo	120
Fase de pruebas.....	121
Cuarto incremento: Módulo Terzaghi	127
Fase de análisis.....	127
Fase de diseño	133
Fase de desarrollo	135
Fase de pruebas.....	136
Quinto incremento: Módulo SPT	145
Fase de análisis.....	145
Fase de diseño	151
Fase de desarrollo	153

Fase de pruebas.....	154
IX. Evaluación del sistema CGCS según criterios planteados por el modelo McCall	163
X. Encuesta saztifacción realizada al personal del área de geotecnia.....	166
XI. Cronograma.....	168
XII. Presupuesto	170
XIII. Bibliografía.....	173
XIV. Web grafía	175
XV. Conclusiones	176
XVI. Recomendaciones.....	177
XVII. Anexos	178

Índice de figuras

Ilustración 1:Visual Studio	28
Ilustración 2:Diagrama de actividades, Registrar usuario	72
Ilustración 3:Diagrama de actividades, Buscar o modificar usuario	73
Ilustración 4:Diagrama de actividades, Registrar cliente	74
Ilustración 5:Diagrama de actividades, Buscar o modificar cliente	75
Ilustración 6:Diagrama de actividades, Registrar proyecto	76
Ilustración 7:Diagrama de actividades, Buscar o modificar proyecto	77
Ilustración 8:Diseño de base de datos para el módulo granulometría	78
Ilustración 9: Formato del reporte en base al módulo granulometría	79
Ilustración 10: Diseño de la interfaz gráfica del módulo granulometría	80
Ilustración 11: Interfaz de clasificación de suelos referente al módulo granulometría	83
Ilustración 12: Prueba 1, Granulometría.....	86
Ilustración 13: Prueba 2, granulometría	87
Ilustración 14: Prueba 3, granulometría	88
Ilustración 15: Prueba 4, granulometría	89
Ilustración 16: Prueba 5, granulometría	90
Ilustración 17:Informe del sistema en base al módulo Hidrometría	98
Ilustración 18: Interfaz principal del módulo hidrometría	99
Ilustración 19: Interfaz de clasificación de suelos referente al módulo hidrometría	101
Ilustración 20: Prueba 3, Hidrometría.....	107
Ilustración 21: Diagrama de base de datos referente al módulo Hidrometría	113
Ilustración 22: Interfaz principal del módulo Límites de Atterberg	114
Ilustración 23: Descripción de la interfaz Límites de Atterberg calculados	115
Ilustración 24: Interfaz de clasificación de suelos referente al módulo Límites de Atterberg.....	117
Ilustración 25: Formato de reporte en base al Módulo Límites de Atterberg ..	119
Ilustración 26: Prueba 1, Límites de Atterberg	121
Ilustración 27:Prueba 2, Límites de Atterberg	122
Ilustración 28: Prueba 3, Límites de Atterberg	123
Ilustración 29: Prueba 4, Límites de Atterberg	124
Ilustración 30: Prueba 5, Límites de Atterberg	125
Ilustración 31: Prueba 6, Límites de Atterberg	126
Ilustración 32: Base de datos referente al módulo Terzaghi	132
Ilustración 33: Interfaz principal del módulo Terzaghi	133
Ilustración 34: Prueba 1, Terzaghi.....	136
Ilustración 35: Prueba 2, Terzaghi.....	137
Ilustración 36: Prueba 3, Terzaghi.....	138
Ilustración 37: Prueba 4, Terzaghi.....	139
Ilustración 38: Prueba 5, Terzaghi.....	140

Ilustración 39: Prueba 5, Terzaghi.....	140
Ilustración 40: Prueba 6, Terzaghi.....	141
Ilustración 41: Prueba 6, Terzaghi.....	142
Ilustración 42: Prueba 7, Terzaghi.....	142
Ilustración 43: Prueba 8, Terzaghi.....	143
Ilustración 44: Prueba 8, Terzaghi.....	143
Ilustración 45: Prueba 8, Terzaghi.....	144
Ilustración 46: Diagrama de base de datos referente al módulo SPT	150
Ilustración 47: Interfaz principal del módulo Spt.....	151
Ilustración 48: Prueba 1, SPT.....	154
Ilustración 49: Prueba 3, SPT.....	156
Ilustración 50: Prueba 5, SPT.....	158
Ilustración 51: Prueba 6, SPT.....	159
Ilustración 52: Prueba 7, SPT.....	160
Ilustración 53: Prueba 8, SPT.....	161
Ilustración 54: Base de datos principal.....	162

Índice de tablas

Tabla 1: Modelo McCall.....	23
Tabla 2: Sistema de variables de entrada, Objetivo #1	41
Tabla 3:Sistema de variables de entrada, Objetivo #2.....	41
Tabla 4: Sistema de variables de entrada, Objetivo #3.....	42
Tabla 5: Sistema de variables de salida, Objetivo #1.....	44
Tabla 6: Sistema de variables de salida, Objetivo #2.....	45
Tabla 7: Sistema de variables de salida, Objetivo #3.....	46
Tabla 8: Operacionalización de variables.....	49
Tabla 9: Plan de análisis, prueba Granulometría	52
Tabla 10: Plan de análisis, prueba Hidrometría.....	54
Tabla 11:Plan de análisis, prueba Límites de Atterberg	56
Tabla 12: Plan de análisis, prueba Módulo Terzaghi.....	57
Tabla 13: Plan de análisis, prueba SPT	59
Tabla 14: RFG1	64
Tabla 15: RFG2.....	65
Tabla 16: RFG3.....	65
Tabla 17: RFG4.....	65
Tabla 18: RFG5.....	66
Tabla 19: RFG6.....	66
Tabla 20: RFG7	66
Tabla 21: RFG8.....	67
Tabla 22: RFG9.....	67
Tabla 23: RFG10.....	67
Tabla 24: RFG11	68
Tabla 25: RFG12.....	68
Tabla 26: RFG13.....	69
Tabla 27: RFG13.....	69
Tabla 28:RFG15.....	69
Tabla 29: RFG16.....	69
Tabla 30: RFG17.....	70
Tabla 31: RFG19.....	70
Tabla 32: RFG19.....	70
Tabla 33:RFG19.....	71
Tabla 34: RFG21	71
Tabla 35: RFG21	71
Tabla 36: Prueba 1, granulometría.....	86
Tabla 37: Prueba 2, granulometría.....	87
Tabla 38: Prueba 2, granulometría.....	88
Tabla 39:Prueba 4, granulometría.....	89
Tabla 40: Prueba 5, granulometría.....	90
Tabla 41: RFH1	92

Tabla 42: RFH2.....	92
Tabla 43: RFH3.....	93
Tabla 44: RFH4.....	93
Tabla 45: RFH5.....	93
Tabla 46: RFH6.....	94
Tabla 47: RFH8.....	94
Tabla 48: RFH8.....	95
Tabla 49: RFH9.....	95
Tabla 50: RFH10.....	95
Tabla 51: RFH11.....	96
Tabla 52: RFH12.....	96
Tabla 53: Diagrama de base de datos para el módulo Hidrometría	97
Tabla 54: Prueba 1, Hidrometría	105
Tabla 55: Prueba 2, Hidrometría	106
Tabla 57: Prueba 3, Hidrometría	107
Tabla 58: RFL1.....	109
Tabla 59: RFL2.....	109
Tabla 60: RFL3.....	110
Tabla 61: RFL4.....	110
Tabla 62: RFL5.....	110
Tabla 63: RFL6.....	111
Tabla 64: RFL7.....	111
Tabla 65: RFL8.....	112
Tabla 66: RFL9.....	112
Tabla 67: RFL10.....	112
Tabla 68: RFL11.....	113
Tabla 69: Prueba 1, Límites de Atterberg.....	121
Tabla 70: Prueba 2, Límites de Atterberg.....	122
Tabla 71: Prueba 3, Límites de Atterberg.....	123
Tabla 72: Prueba 3, Límites de Atterberg.....	124
Tabla 73: Prueba 5, Límites de Atterberg.....	125
Tabla 74: Prueba 6, Límites de Atterberg.....	126
Tabla 75: RFT1	128
Tabla 76: RFT2	128
Tabla 77: RFT3	129
Tabla 78: RFT4	129
Tabla 79: RFT5	129
Tabla 80: RFT6	130
Tabla 81: RFT7	130
Tabla 82: RFT8	131
Tabla 839: RFT1	131
Tabla 84: RFT10	131
Tabla 85: Prueba 1, Terzaghi.....	136

Tabla 86: Prueba 2, Terzaghi	137
Tabla 87: Prueba 3, Terzaghi	138
Tabla 88: Prueba 4, Terzaghi	139
Tabla 89: Prueba 6, Terzaghi	141
Tabla 90: Prueba 8, Terzaghi	144
Tabla 91: RFS1	146
Tabla 92: RFS2	146
Tabla 93: RFS3	147
Tabla 94: RFS4	147
Tabla 95: RFS5	147
Tabla 96: RFS6	148
Tabla 97: RFS7	148
Tabla 98: RFS8	149
Tabla 99: RFS9	149
Tabla 100: Prueba 1, SPT	154
Tabla 101: Prueba 2, SPT	155
Tabla 102: Prueba 2, SPT	155
Tabla 103: Prueba 3, SPT	156
Tabla 104: Prueba 4, SPT	157
Tabla 105: Prueba 5, SPT	158
Tabla 106: Prueba 6, SPT	159
Tabla 107: Prueba 8, SPT	160

I. INTRODUCCIÓN

La tecnología de la información juega un papel crecientemente estratégico en las organizaciones, las cuales fundamentan cada vez más en los sistemas de información, su competitividad y su adaptación a los cambios en el medio. El desarrollo de sistemas de información requiere de una administración adecuada, que garantice una orientación acorde con los objetivos y estrategias de la empresa, dentro de las limitaciones de recursos y de tiempo.

Las tecnologías computacionales se han convertido en una herramienta básica para cualquier empresa, institución o negocio ya que les permiten organizar, administrar y distribuir la información de una manera ordenada generando beneficios tales como la realización de los procesos críticos de éxito en menos tiempo, con más eficiencia, confiabilidad y con menos costos.

El Instituto de Geología y Geofísica de Nicaragua IGG-CIGEO es un instituto de investigación de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua (UNAN-Managua), que se estructura en torno a proyectos de investigación de interés nacional y regional que sirven de puente entre la investigación, la docencia y la aplicación de sus métodos a objetivos de interés económico-social.

Un sistema de información es indispensable en toda institución, ya que este vendría a dar una solución específica a un problema en particular que estas presenten. La utilización de un sistema traería muchos beneficios, tales como: reducción en mano de obra, rapidez, menos errores etc.

En el presente trabajo se propone el desarrollo de un sistema para la Caracterización geotécnica de los suelos en el Instituto de Geología y Geofísica IGG-CIGEO UNAN-Managua, asistido por las nuevas tecnologías de información y comunicación las cuales ayudarán a la automatización de los procesos de caracterización de suelos. Con este sistema se pretende que el CIGEO pueda brindar un mejor servicio a las empresas que los solicitan, mayor calidad, resultados de investigaciones en menos tiempo y con menos riesgo de que surjan equivocaciones.

II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El Instituto de Geología y Geofísica de Nicaragua o IGG-CIGEO es un instituto de investigación de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua (UNAN-Managua), que nace como el Centro de Investigaciones Geocientíficas (CIGEO) en octubre de 1990, con el apoyo de la Agencia Sueca para el Desarrollo Científico con los países en Desarrollo (SAREC).

En el CIGEO se llevan a cabo los procesos de analizar, calcular, almacenar y entregar de investigaciones de tipos de suelos, estos se realizan de manera semiautomática debido a que los cálculos y los datos de entrada se realizan en plantillas impresas con las que cuenta el CIGEO, los reportes finales obtenidos son guardados sobre libros de Excel, los cuales no muestran en su totalidad los detalles del proyecto.

El instituto de geología y geofísica IGG-CIGEO UNAN-Managua presenta dificultades en el manejo de proyectos de caracterización geotécnica de los suelos, debido a que la clasificación de suelos se realizan de forma manual, estos procesos consisten en ecuaciones que contienen expresiones matemáticas repetitivas y extensas, se debe tener mucho cuidado en el desarrollo de estas, por lo cual existe la posibilidad de que los resultados no sean precisos debido a inconsistencias producidas en la inserción de datos, cálculos, entre otros.

Una de las limitantes que más influyen al momento de ejecución de algún proyecto, es el tiempo de demora, debido a que se realizan estos cálculos manualmente, por lo que es necesario una aplicación que les ayude a simplificar todos estos procesos, de una manera fácil y ordena.

La actividad principal del CIGEO, se estructura en torno a proyectos de investigación de interés nacional y regional que sirven de puente entre la investigación, la docencia y la aplicación de sus métodos a objetivos de interés económico-social, este instituto se dedica principalmente a: Mapeo geológico de movimientos de masa, Vulcanismo, Geotermia, Fallamiento superficial, petrología de rocas sedimentarias, petrografía de rocas volcánicas, yacimientos minerales y tectónica Paleosismología.

Formulación del problema

¿De qué manera se podrían llevar una mejor gestión y control de los procesos de caracterización geotécnica de los suelos en el Instituto de Geología y Geofísica IGG-CIGEO UNAN Managua?

Sistematización del problema.

¿Cómo se pueden conocer los procesos que se llevan a cabo en el CIGEO para la caracterización de suelos?

¿Qué se necesita para agilizar los procesos para la caracterización geotécnica de los suelos en el CIGEO?

¿Qué factores se deben de tomar en cuenta para determinar el buen funcionamiento del sistema?

III. JUSTIFICACIÓN

El Instituto de Geología y Geofísica IGG-CIGEO UNAN-Managua es una institución que se encarga de la caracterización geotécnica de los suelos, teniendo la necesidad de un sistema automatizado a la medida, que facilite el trabajo del personal que labora en el área de geotecnia, es por tal razón que se requiere de una herramienta que permita regular y optimizar los procesos de una manera sencilla eficaz y confiable.

Es de gran importancia señalar que el sistema planteado permitirá sustituir los métodos de cálculos manuales por, formularios diseñados para realizar cálculos matemáticos con mayor eficiencia, informe detallados de todos los proyectos realizados, base de datos con los detalles de cada proyecto realizado. Se puede identificar fácilmente con todo lo mencionado anteriormente que este sistema brindará una solución satisfactoria a todos los procesos de caracterización de suelos, que esta institución realiza actualmente.

Dentro de este contexto se suscribe la importancia de este proyecto de investigación:

- IGG-CIGEO UNAN-Managua: Para la realización de proyectos de clasificación de suelos.
- Estudiantes de ingeniería civil: En los laboratorios de geotecnia
- Personal involucrado en ingeniería de cimentaciones
- Sector de construcción
- Profesionales vinculados con el área de mecánica de suelo.

IV. OBJETIVOS

IV.1. Objetivo general

Desarrollar un sistema para la Caracterización geotécnica de los suelos en el Instituto de Geología y Geofísica IGG-CIGEO UNAN-Managua, durante el segundo semestre del año 2018.

IV.2. Objetivos específicos

- ✓ Analizar los procesos que realiza el CIGEO para la caracterización de suelos
- ✓ Diseñar un sistema que facilite el manejo de todos los procesos involucrados en la clasificación de suelos.
- ✓ Evaluar el sistema en base a los factores de facilidad de uso, facilidad de prueba y fiabilidad propuesto por el modelo McCall

V. MARCO REFERENCIAL

V.1. Antecedentes

Durante avance de la tecnología se han venido desarrollando softwares capaces de resolver problemas de caracterización de suelos, lo cual permite agilizar los procesos de cálculos y obtener datos más confiables. Actualmente existen muchos programas referidos a estos procesos de clasificación de suelos. Otras herramientas muy utilizadas son las hojas de cálculo Excel que resuelven temas de clasificación de suelo, capacidades de carga, diseños de zapatas. La desventaja de utilizar estas hojas de cálculo es que no poseen un interfaz claro donde el usuario pueda comprender la ubicación de los campos que deberá llenar, así como el orden de la presentación de resultados.

Se realizaron búsquedas a nivel centroamericano y no se encontraron investigaciones similares a la presente.

Se realizaron búsquedas a nivel nacional, para verificar si había software relacionados a esta investigación, y no se pudo encontrar ningún proyecto con características similares al diseño del software planteado.

Después de realizar una búsqueda exhaustiva a nivel de la UNAN-Managua, no se encontraron investigaciones similares a la presente, por lo tanto, se puede decir que este sería el primero en esta universidad y por lo tanto el primero en el país.

V.2. Marco teórico

En la actualidad los sistemas informáticos transaccionales han llevado de la mano a muchas empresas en el proceso de recolectar, almacenar, modificar y recuperar todo tipo de información que es generada por las transacciones en una organización y a su vez han sido de mucha importancia ya que gracias a ellos se ha logrado manejar la información de manera cómoda y sencilla, sin necesidad de utilizar grandes volúmenes de información.

Sistemas

A continuación, presentamos algunos conceptos básicos

según (Sommerville, 2005).“Un Sistema es una colección de componentes interrelacionados que trabajan conjuntamente para cumplir algún objetivo”.

Con respecto a este tema (Pressman, 2010).Un sistema informático se trata de un conjunto de elementos que interactúan constantemente con los procesos y actividades que se desarrollan dentro de una empresa u organización. Estos elementos, a breves rasgos, son. Personas, software, hardware y materiales en general, al hablar de software y hardware, se requiere necesariamente de una computadora o un dispositivo con características similares.

Los desempeños de los sistemas informáticos han ocupado un papel muy importante, principalmente en la toma de decisiones y trabajos laboriosos. Manejar grandes volúmenes de información suele ser un problema que se soluciona con un sistema informático, permitiendo así que se minimice el tiempo empleado y los resultados se produzcan con mayor rapidez (Jándula, 2012).

De todos los conceptos anteriores podemos deducir que el objetivo de un sistema de información es el de optimizar la información de una manera confiable y segura para la toma de decisiones, así como el de solucionar problemas y necesidades que se presenten en las operaciones de una empresa.

Tipos de Sistemas de Información

Actualmente hay distintos tipos de sistemas de información, desarrollados para distintos fines dependiendo de las necesidades Humano-Empresa. (Kendall K. E., 2011).

1. Sistema de Procesamiento de Transacciones (TPS).

Los sistemas de procesamiento de transacciones (TPS por sus siglas en inglés) es un sistema de información, encargado de la recolección, el almacenamiento, la modificación si es necesario y la recuperación de toda información empresarial generada en las transacciones. (Calvo, 11 jun. 2015).

2. Sistemas de información gerencial (MIS)

Los sistemas de información de gestión proporcionan información en forma de informes y estadísticas. El siguiente nivel en la jerarquía organizacional está ocupado por gerentes y supervisores de bajo nivel. Este nivel contiene los sistemas informáticos que están destinados a ayudar a la gestión operativa en la supervisión y control de las actividades de procesamiento de transacciones que se producen a nivel administrativo.

3. Sistema de soporte de decisiones

Los sistemas de apoyo a la toma de decisiones son un tipo de sistema computarizado de información organizacional que ayuda al gerente en la toma de decisiones cuando necesita modelar, formular, calcular, comparar, seleccionar la mejor opción o predecir los escenarios.

4. Sistema de información ejecutiva (EIS)

Los sistemas de información ejecutiva (EIS por sus siglas en inglés) proporcionan un acceso rápido a la información interna y externa, presentada a menudo en formato gráfico, pero con la capacidad de presentar datos básicos más detallados si es necesario.

Según (Calvo, 11 jun. 2015) .Su objetivo principal es proporcionar la información que posibilite el estudio integral de la organización desde el punto de vista directivo.

5. Sistema de automatización de oficinas (OAS)

Son todas aquellas aplicaciones destinadas a ayudar en las realizaciones de trabajo administrativo derivado de las tareas diarias de una empresa u organización.

6. Sistema de planificación de recursos (ERP)

Se trata de uno de los tipos de sistemas de información que no son específicos de un nivel concreto en la organización, sino que proporcionan un soporte importante para una amplia gama de usuarios. Estos sistemas de información están diseñados para soportar tareas de oficina como sistemas multimedia, correos electrónicos, videoconferencias y transferencias de archivos.

En el caso del sistema a desarrollar, es del tipo de **Sistemas de información gerencial (MIS)**, ya que este servirá de ayuda para la toma de decisiones en todos y cada uno de los proyectos que se vayan a realizar.

Objetivo de los sistemas de información

El objetivo de un sistema de información es ayudar al desempeño de las actividades que desarrolla la empresa, suministrando la información adecuada, con la calidad requerida, a la persona o departamento que lo solicita, en el momento y lugar especificados con el formato más útil para el receptor.

El sistema de información está al servicio de los objetivos de la empresa para lograr dichos objetivos la empresa y sus individuos adoptan procedimientos y prácticas de trabajo que resultan más útiles y eficaces.

Características de los sistemas de información

Las características que debe tener un sistema de información son las siguientes:

- ✓ Contener información interna y externa a la organización.
- ✓ Consistencia e Integración. Asegurar una única fuente de información de gestión para todas las áreas de la empresa.

- ✓ Facilitar la comprensión de la información mediante una ordenación adecuada de las ideas.
- ✓ Ser utilizado por todos escalones de la estructura jerárquica. Cada escalón obtendrá información a su nivel. Se debe evitar que la alta dirección de la organización viva con una información creada y manipulada para ella misma.
- ✓ Proporcionar la información al ritmo que el negocio requiera.
- ✓ Facilitar a los directivos una gestión más ágil, mediante indicadores clave adecuados a los objetivos y estructura de la organización.

Componentes de los sistemas de información

Datos: se trata de datos relevantes que almacena y gestiona el sistema de información. Los datos por sí solo no aportan conocimientos, es necesario procesarlos y transformarlos. La información es el resultado de esta transformación. (Cabello, 2010).

Hardware: equipamiento físico que se encarga para gestionar los datos. Permite la comunicación, el procesamiento y el almacenamiento de la información.

Sistemas: Aplicaciones que permiten el funcionamiento adecuado del sistema.

Recursos humanos: personal que maneja el sistema de información. Introducen, manejan o usan la información para realizar sus actividades en relación a su funcionamiento.

A simple vista se puede notar que esos componentes van de la mano, cada uno realiza una función necesaria para que un sistema de información este completamente funcional.

Actividades básicas de un sistema de información

Un Sistema de Información realiza cuatro actividades básicas ilustrado en la figura No.1, que son: entrada, almacenamiento, procesamiento y salida de información. A continuación, se definirán cada una de estas actividades.

Actividades que realiza un SI



Ilustración 1: Actividades que realiza un SI

A. Entrada de Información.

La entrada es el proceso mediante el cual el sistema de Información toma los datos que requiere para procesar la información. Las entradas pueden ser manuales o automáticas. Las manuales son aquellas que se proporcionan en forma directa por el usuario, mientras que las automáticas son datos o información que provienen o son tomados de otros sistemas o módulos. (Alarcón, 2010) .

B. Procesamiento de Información.

Es la capacidad del Sistema de Información para efectuar cálculos de acuerdo con una secuencia de operaciones preestablecidas. Estos cálculos pueden efectuarse con datos introducidos recientemente en el sistema o bien con datos que están almacenados. Esta característica de los sistemas permite la transformación de datos, fuente en información que puede ser utilizada para la toma de decisiones, lo que hace posible, entre otras cosas, que un tomador de decisiones genere una proyección financiera a partir de los datos que contiene un estado de resultados o un balance general de un año base.

C. Almacenamiento de información.

El almacenamiento es una de las características más importantes que tiene una computadora, ya que a través de esta propiedad el sistema puede recordar la información guardada en la sesión o proceso anterior. Esta información suele ser almacenada en estructuras de información denominadas medios de almacenamiento.

D. Salida de Información.

La salida es la capacidad de un Sistema de Información para sacar la información procesada o bien datos de entrada al exterior. Las unidades típicas de salida son las impresoras, terminales, diskettes, cintas magnéticas, la voz, los graficadores y los plotters, entre otros. Es importante aclarar que la salida de un Sistema de Información puede constituir la entrada a otro Sistema de Información o módulo. En este caso, también existe una interface automática de salida.

La importancia de los sistemas de información en la empresa.

(Fernández, 2015) Plantea que, los sistemas de información están cambiando en la actualidad, la forma en que operan las organizaciones. Mediante su uso se obtienen grandes mejoras, ya que automatizan los procesos operativos que se pueden llevar a cabo en toda empresa, proporcionan información de apoyo al proceso de tomas de decisiones y facilitan el logro de ventajas competitivas a través de su implantación dentro de la organización.

El desarrollo de un nuevo sistema de información es una actividad no rutinaria en cualquier empresa. A demás, un sistema de información introduce modificaciones en la forma de operación de la empresa. Aunque es posible pensar en desarrollar sistemas de información sin seguir metodologías ni planificar, ello aumentaría los costos y los riesgos de fracaso. Por ello es preferible desarrollar los sistemas mediante proyectos.

Los sistemas de información han llegado para quedarse por su gran utilidad como herramienta complementaria en diferentes áreas, ya sea en lo personal, empresarial (gestión de recursos humanos, procesamiento de transacciones, gerencial o administrativas, toma de decisiones) y comunicación, entre otros.

Base de datos

Una base de datos o banco de datos es un conjunto de datos pertenecientes a un mismo contexto y almacenados sistemáticamente para su posterior uso.

Con respecto a este tema (Pérez C. M., 2007). Señala que son un conjunto de tablas que permiten almacenar datos de diferentes tipos. Cada tabla está compuesta por registros y éstos a su vez por campos. Algunos ejemplos son: Datos de clientes, datos de operaciones de un sitio de Internet, etc. El análisis de los datos almacenados en una tabla de estas es útil para la toma de decisiones ya que permite identificar patrones, características, etc.

Los componentes de una base de datos son:

A. Datos

Se refiere a los datos en bruto registrado en la base de datos, pueden ser ítem acerca de personas lugares, eventos o conceptos (Ricardo, 2004).

B. Software. SGDB

Un sistema gestor de base de datos es un software o un conjunto de programas que permite crear y mantener una base de datos. El SGDB actúa como interfaz entre los programas de aplicación(usuarios) y el sistema operativo. El objetivo principal de un SGDB es proporcionar un entorno eficiente a la hora de almacenar y recuperar la información de la base de datos.

Este software facilita el proceso de definir, construir, y manipular bases de datos para diversas aplicaciones.

Definir la base de datos: consiste en especificar los tipos de datos, las estructuras de los datos y las restricciones de los datos.

Construir una base de datos: es el proceso de almacenar los datos en algún medio de almacenamiento controlado por el SGDB, una vez definida la base de datos.

Manipular la base de datos:

- Consultar los datos para obtener cierta información
- Actualizar la base de datos (modificar, eliminar los datos o introducir nuevos)
- Generar informes a partir de los datos almacenados

C. usuarios

Otros componentes de un sistema un BD son los usuarios. Existen 3 tipos de diferentes usuarios:

- ✓ Programadores de aplicación: escriben programas de aplicación que utilizan las bases de datos
- ✓ Usuarios habilitados: usuarios poco experimentados que utilizan las aplicaciones escritas previamente. son usuarios competentes, pero que les falta algo (al nivel de conocimiento o comprensión) que les permitan ser clasificados como expertos.
- ✓ Usuarios casuales: utilizan consultas formuladas en los lenguajes de DB

D. Administradores de bases de datos

Son las personas o grupos de personas encargadas del control del sistema

Las funciones de un administrador de base de datos son las siguientes:

- ✓ Definir y modificar el esquema de la base de datos
- ✓ Crear y modificar las estructuras de almacenamiento físico y los métodos de acceso
- ✓ Autorizar el acceso a la DB de los usuarios
- ✓ Garantizar el funcionamiento correcto del sistema
- ✓ Realizar copias de seguridad

Importancia de las bases de datos

Las bases de datos han sido para las organizaciones unas herramientas de uso indispensable, pues esta permite almacenar un conjunto de datos perteneciente a un mismo contexto, para así ofrecer un alto rango de soluciones, al problema de almacenar datos.

Según (DataCentrix, 14 octubre 2015). Si una Base de Datos se gestiona adecuadamente, la organización obtendrá diferentes ventajas. Aumentará su eficacia, habrá trabajos que se realicen con mayor rapidez y agilidad debido a la simplificación de los mismos, podremos mejorar la seguridad de los datos que almacenamos, y con todos estos factores, maximizaremos los tiempos y, por tanto, se producirá una mejora en la productividad.

Estas funcionalidades aportarán un valor añadido a la empresa, ya que, con una base de datos formulada correctamente, conseguiremos que la información y el conocimiento sean los mayores activos de la compañía, lograremos sacar el máximo rendimiento a las competencias de nuestros colaboradores, así como averiguar datos de nuestros clientes potenciales. Por último, puesto que la información es poder, cuantos más datos tengamos, mayor será la competitividad de la compañía.

En la actualidad la recolección de datos es fundamental para que una empresa o institución mantenga sus relaciones. Por este motivo se le brinda gran importancia al mantenimiento de bases de datos y también al constante crecimiento de la misma.

A simple vista se puede notar que los sistemas de bases de datos son indispensables para toda empresa, estos no solo facilitan el trabajo del personal que labora en ella, si no que por medio de estos las empresas logran competitividad en el mercado. Un ejemplo claro de la importancia de las bases de datos la podemos identificar en los bancos, si estos entes no tuvieran bases de datos no podrían ser capaces de brindar un servicio satisfactorio a los clientes.

Objetivos de los sistemas gestores de bases de datos

Según (Cabello, 2010 , pág. 25) el objetivo principal es permitir a los usuarios procesar, describir, administrar y recuperar los datos almacenados en una base de datos.

En estos sistemas se proporciona un conjunto coordinados de programas, procedimientos y lenguajes que permiten a los distintos usuarios realizar sus tareas habituales con los datos, garantizando además la seguridad de los mismos.

Modelo de desarrollo incremental

El modelo incremental aplica secuencias lineales en forma escalonada a medida que avanza el calendario de actividades. Cada secuencia lineal produce “incrementos” de software susceptibles de entregarse de manera parecida a los incrementos producidos en un flujo de proceso evolutivo. Se debería tener en cuenta que el flujo del proceso de cualquier incremento puede incorporar el paradigma de construcción de prototipos.

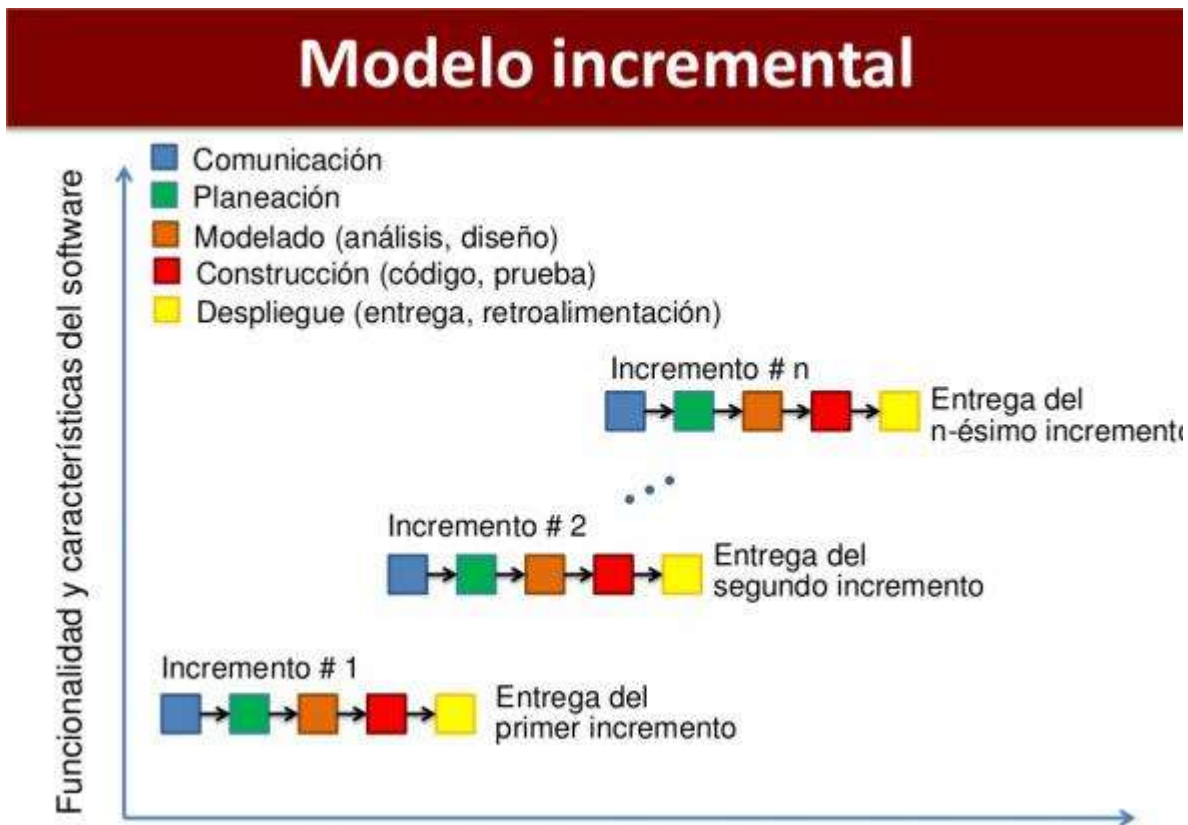
Según (Martínez, 1 feb. 2017), el desarrollo interactivo define la construcción inicial de un pedazo de software, que va creciendo de forma gradual, ayudando a los involucrados en el proceso a descubrir lo más pronto posible o inconformidades antes de que puedan llevar al desastre el proyecto.

El proceso iterativo, son los preferidos por los desarrolladores comerciales porque ofrecen el potencial de alcanzar los objetivos del proyecto para un cliente que no sabe comunicar lo que quiere.

Según (Sommerville, 2005 - 687) , una vez que los incrementos del sistema se han identificado, los requerimientos para los servicios que se van a entregar en el primer incremento se define en detalle, y este se desarrolla. Durante el desarrollo se puede llevar un análisis adicional de requerimientos para los requisitos anteriores, pero no se aceptan cambios en los requerimientos para el incremento actual.

Cuando se utiliza un modelo incremental, es frecuente que el primer incremento sea el *producto fundamental*. Es decir, se abordan los requerimientos básicos, pero no

se proporcionan muchas características suplementarias (algunas conocidas y otras no). El cliente usa el producto fundamental (o lo somete a una evaluación detallada). Como resultado del uso y/o evaluación, se desarrolla un plan para el incremento que sigue. El plan incluye la modificación del producto fundamental para cumplir mejor las necesidades del cliente, así como la entrega de características adicionales y más funcionalidad. Este proceso se repite después de entregar cada incremento, hasta terminar el producto final.



Tomado de (Pressman, 2010)

Ilustración 2: Modelo incremental

El modelo de desarrollo incremental se centra en que en cada incremento se entrega un producto que ya opera. Los primeros incrementos son versiones desnudas del producto final, pero proporcionan capacidad que sirve al usuario y también le dan una plataforma de evaluación.

Ventajas de usar el modelo incremental

- ✓ Los clientes no tienen que esperar hasta que el sistema completo se entregue, para sacar provecho de él.
- ✓ Los clientes pueden usar los incrementos iniciales como prototipos y obtener experiencias sobre los requerimientos de los incrementos posteriores del sistema.
- ✓ Existe un bajo riesgo de un fallo total del proyecto, aunque se pueden encontrar con algunos fallos en el incremento.

El modelo de gestión incremental no es un modelo necesariamente rígido, es decir, que puede adaptarse a las características de cualquier tipo de proyecto, existen al menos 7 fases que debemos tener en cuenta a la hora de implementarlo:

1. **Requerimientos:** son los objetivos centrales y específicos que persigue el proyecto.
2. **Definición de las tareas y las iteraciones:** teniendo en cuenta lo que se busca, el siguiente paso es hacer una lista de tareas y agruparlas en las iteraciones que tendrá el proyecto. Esta agrupación no puede ser aleatoria. Cada una debe perseguir objetivos específicos que la definan como tal.
3. **Diseño de los incrementos:** establecidas las iteraciones, es preciso definir cuál será la evolución del producto en cada una de ellas. Cada iteración debe superar a la que le ha precedido. Esto es lo que se denomina incremento.
4. **Desarrollo del incremento:** posteriormente se realizan las tareas previstas y se desarrollan los incrementos establecidos en la etapa anterior.
5. **Validación de incrementos:** al término de cada iteración, los responsables de la gestión del proyecto deben dar por buenos los incrementos que cada una de ellas ha arrojado. Si no son los esperados o si ha habido algún retroceso, es necesario volver la vista atrás y buscar las causas de ello.
6. **Integración de incrementos:** una vez son validados, los incrementos dan forma a lo que se denomina línea incremental o evolución del proyecto en su conjunto. Cada incremento ha contribuido al resultado final.

7. **Entrega del producto:** cuando el producto en su conjunto ha sido validado y se confirma su correspondencia con los objetivos iniciales, se procede a su entrega final.

Modelo Entidad-Relación

A como explica (Silberschatz, 2002, pág. 2). “El modelo de datos entidad-relación (E-R) está basado en una percepción del mundo real que consta de una colección de objetos básicos, llamados *entidades*, y de *relaciones* entre estos objetos”.

De éstos, el esquema lógico es con mucho el más importante, en términos de su efecto en los programas de aplicación, ya que los programadores construyen las aplicaciones usando el esquema lógico.

El esquema físico está oculto bajo el esquema lógico, y puede ser fácilmente cambiado usualmente sin afectar a los programas de aplicación. Los programas de aplicación se dice que muestran independencia física de datos si no dependen del esquema físico y, por tanto, no deben ser modificados si cambia el esquema físico.

La estructura lógica general de una base de datos se puede expresar gráficamente mediante un diagrama ER, que consta de los siguientes componentes:

- Rectángulos, que representan conjuntos de entidades.
- Elipses, que representan atributos.
- Rombo, que representan relaciones entre conjuntos de entidades.
- Líneas, que unen los atributos con los conjuntos de entidades y los conjuntos de entidades con las relaciones.

Modelo Relacional

El modelo relacional es un ejemplo de un modelo basado en registros. Los modelos basados en registros se denominan así porque la base de datos se estructura en registros de formato fijo de varios tipos. Cada tabla contiene registros de un tipo particular. Cada tipo de registro define un número fijo de campos, o atributos (Silberschatz, 2002).

Según (Rivera, 2008). Actualmente todos los sistemas de gestión de bases de datos modernas almacenan y tratan la información, utilizando el modelo relacional. El nombre relacional procede de que cada registro de la base de datos contiene información relacionada con un tema y solo con ese tema. El modelo relacional representa la base de datos como un conjunto de tablas.

Modelo de proceso prescriptivo

Una clara definición de Modelos de proceso prescriptivo es la que nos brinda (Pressman, 2010, pág. 33). Los modelos de proceso prescriptivo fueron propuestos originalmente para poner orden en el caos del desarrollo de software, los temas dominantes son el orden y la consistencia del proyecto.

El autor los llama “prescriptivos” porque prescriben un conjunto de elementos del proceso: actividades estructurales, acciones de ingeniería de software, tareas, productos del trabajo, aseguramiento de la calidad y mecanismos de control del cambio para cada proyecto. Cada modelo del proceso también prescribe un flujo del proceso (también llamado flujo de trabajo), es decir, la manera en la que los elementos del proceso se relacionan entre sí.

Proceso

(Pressman, 2010) Define un proceso, como la colección de actividades de trabajo, acciones y tareas que se realizan cuando va a crearse algún producto terminado.

Modelo general de procesos

Una estructura general para la ingeniería de software define cinco actividades estructurales: comunicación, planeación, modelado, construcción y despliegue. Además, a lo largo de todo el proceso se aplica un conjunto de actividades: seguimiento y control del proyecto, administración de riesgos, aseguramiento de la calidad, administración de la configuración, revisiones técnicas, entre otras.

A. Flujo de proceso Lineal

Un flujo de proceso lineal ejecuta cada una de las cinco actividades estructurales en secuencia, comenzando por la comunicación y terminando con el despliegue.

B. Flujo de proceso Iterativo

Un flujo de proceso iterativo repite una o más de las actividades antes de pasar a la siguiente.

C. Flujo de proceso Evolutivo

Un flujo de proceso evolutivo realiza las actividades en forma “circular”. A través de las cinco actividades, cada circuito lleva a una versión más completa del software.

D. Flujo de proceso en Paralelo

Un flujo de proceso paralelo ejecuta una o más actividades paralelo con otras (por ejemplo, el modelado de un aspecto del software tal vez se ejecute en paralelo con la construcción de otro aspecto del software).

Levantamiento de requerimientos

Los requerimientos especifican qué es lo que el sistema debe hacer (sus funciones) y sus propiedades esenciales. El objetivo principal del levantamiento de requerimientos es la comprensión de lo que los clientes y los usuarios esperan que haga el sistema de información. Un requerimiento expresa el propósito del sistema sin considerar como se va a implementar, es decir, los requerimientos identifican el qué del sistema, mientras que el diseño establece el cómo del sistema. (Gómez Fuentes, 2011).

Requerimientos funcionales y no funcionales

Los requerimientos pueden dividirse en requerimientos funcionales y requerimientos no funcionales. Los requerimientos funcionales definen las funciones que el sistema será capaz de realizar. Describen las transformaciones que el sistema realiza sobre las entradas para producir salidas.

Los requerimientos no funcionales tienen que ver con características que de una u otra forma puedan limitar el sistema, como, por ejemplo, el rendimiento (en tiempo y espacio), interfaces de usuario, fiabilidad (robustez del sistema, disponibilidad de equipo), mantenimiento, seguridad, portabilidad, estándares, etc.

Características de los requerimientos

Las características de un requerimiento son sus propiedades principales. Un conjunto de requerimientos en estado de madurez, deben presentar una serie de características tanto individualmente como en grupo. A continuación, se presentan las más importantes.

Necesario: Un requerimiento es necesario si su omisión provoca una deficiencia en el sistema a construir, y además su capacidad, características físicas o factor de calidad no pueden ser reemplazados por otras capacidades del producto o del proceso.

Conciso: Un requerimiento es conciso si es fácil de leer y entender. Su redacción debe ser simple y clara para aquellos que vayan a consultarlo en un futuro.

Completo: Un requerimiento está completo si no necesita ampliar detalles en su redacción, es decir, si se proporciona la información suficiente para su comprensión.

Consistente: Un requerimiento es consistente, si no es contradictorio con otro requerimiento.

No ambiguo: Un requerimiento no es ambiguo cuando tiene una sola interpretación.

Verificable: Un requerimiento es verificable cuando puede ser cuantificado de manera que permita hacer uso de los siguientes métodos de verificación: inspección, análisis, demostración o pruebas.

Las tareas de la ingeniería de requerimientos se realizan para establecer un fundamento sólido para el diseño y la construcción. La ingeniería de requerimientos ocurre durante las actividades de comunicación y modelados que se hayan definido para el proceso general de software (Pressman, 2010).

Modelo de calidad del software McCall

Según (Perez, 2014) este modelo es considerado por primera vez en 1977 por McCall y se originó motivado por US Air Forcé, se focaliza en el producto final, identificando atributos claves desde el punto de vista del usuario, esto atributos se denominan factores de calidad y son normalmente atributos externos, pero también se incluyen algunos atributos posiblemente internos. Los factores de calidad son demasiado abstractos para ser medidos directamente, por lo que cada uno de ellos se introducen atributos, de bajo nivel denominados criterios de calidad.

Destinado a ser utilizado durante el proceso de desarrollo de sistemas, demostró muy temprano como puente entre los usuarios y los desarrolladores. Conciliar los puntos de vista de los usuarios con las prioridades de los desarrolladores. Con una perspectiva de visión basada en los criterios de la evaluación de calidad, el modelo de McCall organiza los factores en tres ejes o puntos de vista desde los cuales puede contemplar la calidad de un producto basándose en 11 factores de calidad organizados en torno a los 3 y a su vez cada factor se desglosa en otros criterios.

A continuación, se presenta una tabla donde se entiende mejor este apartado:

Tabla 1: Modelo McCall

Puntos de vista o ejes	Factor	Criterios
OPERACIÓN DEL PRODUCTO	Facilidad de uso	<ul style="list-style-type: none">➤ Facilidad de operación: atributos del software que determinan la facilidad de operación del software.➤ Facilidad de comunicación: atributos del software que proporcionan entradas y salidas fácilmente asimilables.➤ Facilidad de aprendizaje: Atributos del software que facilitan la familiarización inicial del usuario con el software y la transición del modo actual de la operación.

		<ul style="list-style-type: none"> ➤ Formación: El grado en que el software ayuda para permitir que nuevos usuarios apliquen al sistema.
	Integridad	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Control de accesos: Atributos del software que proporciona control de acceso al software y a los datos que maneja. ➤ Facilidad de auditorio: Atributos del software que facilitan la auditoria de los accesos del software. ➤ Seguridad: La disponibilidad de mecanismos que controlen o protejan los programas o los datos.
	Corrección	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Completitud: Atributos del software que proporciona la implementación completa de todas las funciones requeridas. ➤ Consistencia: Atributos del software que proporcionan uniformidad en las técnicas y notaciones de diseño e implementación. ➤ Trazabilidad o rastreabilidad: Atributos del software que proporcionan una traza desde los requisitos a la implementación con respecto a un entorno operativo concreto.
OPERACIÓN DEL PRODUCTO	Fiabilidad	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Precisión: Atributos del software que proporcionan el grado de precisión requerido en los cálculos y resultados. ➤ Consistencia. ➤ Tolerancia a fallos: Atributos del software que posibilitan la continuidad del

		<p>funcionamiento bajo condiciones no usuales.</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Modularidad: Atributos del software que proporcionan una estructura de módulos altamente independientes. ➤ Simplicidad: Atributos del software que posibilitan la implementación de funciones de la forma más comprensible posible. ➤ Exactitud: La precisión de los cálculos y del control.
	Eficiencia	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Eficiencia de ejecución: Atributos del software que minimizan el tiempo de procesamiento. ➤ Eficiencias de almacenamiento: Atributos del software que minimizan el espacio de almacenamiento necesario.
REVISION DEL PRODUCTO	Facilidad de mantenimiento	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Modularidad. ➤ Simplicidad. ➤ Consistencia. ➤ Concisión: Atributos del software que posibilitan la implementación de una función con la menor cantidad de códigos posibles. ➤ Auto descripción: Atributos del software que proporcionan explicaciones sobre la implementación de las funciones.
	Facilidad de prueba	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Modularidad. ➤ Simplicidad. ➤ Auto descripción.

		<ul style="list-style-type: none"> ➤ Instrumentación: atributos del software que posibilitan la observación del comportamiento del software durante su ejecución para facilitar las mediciones del uso o la identificación de errores.
	Flexibilidad	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Auto descripción. ➤ Capacidad de expansión: Atributos del software que posibilitan la expansión del software en cuanto a capacidades funcionales y datos. ➤ Generalidad: Atributos del software que proporcionan amplitud a las funciones implementadas. ➤ Modularidad.
	Reusabilidad	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Auto descripción. ➤ Generalidad. ➤ Modularidad. ➤ Independencia entre sistema y software: atributos del software que determina su dependencia del entorno operativo. ➤ Independencia del hardware: atributos del software que determina su dependencia del hardware.
	Interoperabilidad	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Modularidad. ➤ Compatibilidad de comunicaciones: Atributos del software que posibilitan el uso de protocolos de comunicación e interfaces estándar. ➤ Compatibilidad de datos: Atributos del software que posibilitan el uso de representaciones de datos estándar.

		<ul style="list-style-type: none"> ➤ Estandarización de los datos: El uso de estructuras de datos de tipo estándar a lo largo de todo el programa.
	Portabilidad	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Auto descripción. ➤ Modularidad. ➤ Independencia entre sistemas y software. ➤ Independencia del hardware.

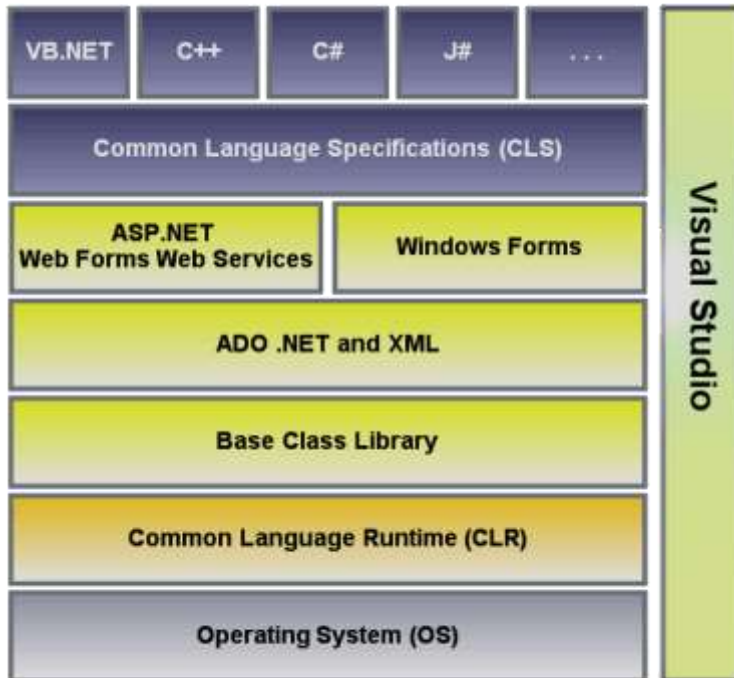
Herramientas para el desarrollo de aplicaciones

Plataforma .NET

Según (Alarcón J. M., 2005) .La plataforma .NET es un amplio conjunto de bibliotecas de desarrollo que pueden ser utilizadas con el objetivo principal de acelerar el desarrollo de software y obtener de manera automática características avanzadas de seguridad, rendimiento, etc.

Microsoft .NET extiende las ideas de Internet y sistema operativo haciendo de la propia Internet la base de un nuevo sistema operativo. En última instancia, esto permitirá a los desarrolladores crear programas que trasciendan los límites de los dispositivos y aprovechen por completo la conectividad de Internet y sus aplicaciones.

El diagrama siguiente muestra los bloques conceptuales en los que se divide la plataforma .NET:



Tomado de (Alarcón J. M., CampusMVP, 2005)

Ilustración 1: Visual Studio

NET Framework

¿Qué es un Framework?

De acuerdo con la empresa desarrolladora de software (Microsoft) Un framework no es ningún software ni herramienta que se ejecuta y que nos ofrece una interfaz gráfica desde la que se pueda trabajar, sino que es más bien un conjunto de archivos y directorios que facilitan la creación de aplicaciones, ya que incorporan funcionalidades ya desarrolladas y probadas, implementadas en un determinado lenguaje de programación.

El objetivo principal de todo framework es facilitar las cosas a la hora de desarrollar una aplicación, haciendo que nos centremos en el verdadero problema y nos

olvidemos de implementar funcionalidades que son de uso común como puede ser el registro de un usuario, establecer conexión con la.

Se requiere una infraestructura, no solo para facilitar el desarrollo de aplicaciones, sino también para hacer que el proceso de encontrar un servicio web e integrarlo en una aplicación resulte transparente para usuarios y desarrolladores:

.NET Framework proporciona un entorno unificado para todos los lenguajes de programación. Microsoft ha incluido en este marco de trabajo los lenguajes C#, Visual Basic, C++ y F#, y, además, mediante la publicación de la especificación común para los lenguajes, ha dejado la puerta abierta para que otros fabricantes puedan incluir sus lenguajes (Object Pascal, Perl, Python, Fortran, Prolog, Cobol, PowerBuilder, etc., ya han sido escritos para .NET). Quizás, lo más atractivo de todo esto es la capacidad que ahora tenemos para escribir una misma aplicación utilizando diferentes lenguajes.

Para que un código pueda interactuar con cualquier otro independientemente del lenguaje utilizado, .NET Framework proporciona la “especificación común para los lenguajes” (CLS - Common Language Specification) que define las características fundamentales del lenguaje y las reglas de cómo deben ser utilizadas.

Ventajas de utilizar un Framework

Como señala (Microsoft., Asp.net., 2016), el uso de un framework a la hora de realizar un proyecto, ofrece importantes ventajas, ya no sólo al facilitarnos la tarea de la creación de la aplicación, sino otras como en el mantenimiento del código, realizar ampliaciones.

Descripción de las herramientas para el desarrollo del sistema

Visual Studio

Visual Studio es un conjunto completo de herramientas de desarrollo para construir aplicaciones web, servicios web, aplicaciones Windows o de escritorio y aplicaciones para dispositivos móviles”. Este entorno de desarrollo integrado que ofrece esta plataforma con todas sus herramientas y con la biblioteca de clases

.NET Framework es compartido en su totalidad por Visual C#, Visual Basic y Visual C++, permitiendo así crear con facilidad soluciones en las que intervengan varios lenguajes y en las que el diseño se realiza separadamente respecto a la programación (Ceballos, 2013, pág. 13).

SQL

Según (Ceballos, 2013, pág. 494) “SQL es el lenguaje estándar para interactuar con bases de datos relacionales y es soportado prácticamente por todos los sistemas administradores de bases de datos actuales. En él, las unidades básicas son tablas, columnas y filas”.

Las tablas son objetos de base de datos que contienen todos sus datos. En las tablas, los datos se organizan con arreglo a un formato de filas y columnas, similar al de una hoja de cálculo. Cada fila representa un registro único y cada columna un campo dentro del registro.

Según (Alvarez, 2011). Structured Query Language (SQL) es un lenguaje estándar de comunicación con bases de datos, un lenguaje normalizado que nos permite trabajar con cualquier tipo de lenguaje (ASP o PHP) en combinación con cualquier tipo de base de datos (MS Access, SQL Server, MySQL).

Está compuesto por comandos, cláusulas, operadores, funciones de agregado, los cuales se combinan en instrucciones para crear, actualizar o manipular bases de datos.

Algunas de las características que posee el lenguaje es que “Se emplea para los sistemas de bases de datos DBMS (Database Management System), es el estándar ANSI (AmericanNationalStandardsInstitute). También es utilizado por otros sistemas como: Oracle, Access, Sybase, etc.” (Format Select Grupo Empresarial, 2000).

Entre los distintos DBMS decidimos utilizar SQL Server que es un sistema para la gestión de bases de datos producido por Microsoft basado en el modelo relacional. Los objetos donde se almacena la información se denominan tablas, y éstas a su

vez están compuestas de filas y columnas. El motor de SQL, es el que procesa los comandos de la base de datos”. (Format Select Grupo Empresarial, 2000).

SQL Server incluye herramientas para la administración de los recursos obteniendo un mejor rendimiento de la base de datos. Utilizando las herramientas de SQL Server, de forma correcta se logra un tiempo de respuesta óptimo para las consultas sobre la base de datos y además aprovechamiento de los recursos informáticos.

Transact-SQL es el lenguaje que utiliza SQL Server para poder enviar peticiones tanto de consultas, inserciones, modificaciones, y de borrado a las tablas, así como otras peticiones que el usuario necesite sobre los datos. En definitiva, es un lenguaje que utiliza SQL Server para poder gestionar los datos que contienen las tablas.” (Format Select Grupo Empresarial, 2000).

StartUML

Entre las diferentes herramientas que existen para el desarrollo de diagramas UML decidimos utilizar StarUML, ya que este software es casi completo para hacer cualquier tipo de diagrama. Además este software es de código abierto lo cual no generaría costos.

Es muy útil para la creación de diseños y diagramas UML. Mediante una interfaz sencilla, se pueden crear diagramas de clases, uso, secuencias, composición, y componentes, entre otros.

Descripción del instituto de Geología y Geofísica IGG UNAN-Managua

Misión

Generar información científica y aplicada en el campo de las Geociencias y los Riesgos a Desastres del territorio nacional. Formar científicos investigadores con el objetivo de contribuir al desarrollo sostenible a nivel nacional y regional.

Visión

Consolidarse en un Instituto de referencia nacional y regional en investigación geocientífica con aplicación académica a nivel de grado y posgrado en los campos de Geología, Geofísica, Hidrogeología, Geotecnia, Riesgos a Desastres y otras áreas relacionadas a las geociencias.

Historia

El Instituto de Geología y Geofísica de Nicaragua o IGG-CIGEO es un instituto de investigación de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua (UNAN-Managua), que nace como el Centro de Investigaciones Geocientíficas (CIGEO) en octubre de 1990, con el apoyo de la Agencia Sueca para el Desarrollo Científico con los países en Desarrollo (SAREC). Esta iniciativa fue apoyada, en su inicio, por la Decanatura de la Facultad de Ciencias y posteriormente se contó con el respaldo de las autoridades superiores, Vicerrectoría, Rectoría, y el Consejo Universitario de la UNAN-Managua.

Desde su creación, el Centro de Investigaciones Geocientíficas (CIGEO), ha representado Geocientíficamente a la UNAN-Managua en congresos, simposios, seminarios, foros nacionales e internacionales y otros.

El CIGEO ha venido diversificándose en las diferentes áreas de las geociencias con vistas a convertirse en un Instituto de Investigación de referencia nacional y regional.

La actividad principal del CIGEO, se estructura en torno a proyectos de investigación de interés nacional y regional que sirven de puente entre la investigación, la docencia y la aplicación de sus métodos a objetivos de interés económico-social.

Tipos de investigaciones

(Hernández, 2014, pág. 4) , define la investigación como un conjunto de procesos sistemáticos, críticos y empíricos que se aplican al estudio de un fenómeno o problema. Además, agrega que la definición de investigación es válida tanto para el enfoque cuantitativo como para el cualitativo. Ambos constituyen un proceso general que, a su vez, integra diversos procesos.

Investigar significa llevar a cabo diferentes acciones o estrategias con el fin de descubrir algo. Así, dichos actos se dirigen a obtener y aplicar nuevos conocimientos, explicar una realidad determinada o a obtener maneras de resolver cuestiones y situaciones de interés.

A. Investigación pura o teórica

Este tipo de investigación tiene como principal objetivo la obtención de conocimientos de diferente índole, sin tener en cuenta la aplicabilidad de los conocimientos obtenidos.

B. Investigación aplicada

Guarda íntima relación con la básica, pues depende de los descubrimientos y avances de la investigación básica y se enriquece con ellos, pero se caracteriza por su interés en la aplicación, utilización y consecuencias prácticas de los conocimientos. En la investigación aplicada busca el conocer para hacer, para actuar, para continuar, para modificar (MUÑOZ, 2013).

Se trata de un tipo de investigación centrada en encontrar mecanismos o estrategias que permitan lograr un objetivo concreto, como conseguir un elemento o bien que pueda ser de utilidad.

C. Investigación Exploratoria

Este tipo de investigación se centra en analizar e investigar aspectos concretos de la realidad que aún no han sido analizados en profundidad. Básicamente se trata de una exploración o primer acercamiento, que permite que investigaciones posteriores puedan dirigirse a un análisis de la temática tratada.

Esta clase de investigación es común en la investigación del comportamiento, sobre todo en situaciones donde hay poca información. Por lo general determina tendencias identifica relaciones potenciales entre variables y establecen el tono de investigación posteriores más rigurosos.

D. Descriptiva

Según (MUÑOZ, 2013) plantea que esta investigación trabaja sobre las realidades de hechos y su característica fundamental es presentar una interpretación correcta. Esta puede incluir los siguientes tipos de estudios: encuestas, casos exploratorios, causales, de desarrollo, predictivos, de conjunto, de relación.

El objetivo de este tipo de investigación es únicamente establecer una descripción lo más completa posible de un fenómeno, situación o elemento concreto, sin buscar ni causas ni consecuencias de éste. Mide las características y observa la configuración y los procesos que componen los fenómenos, sin pararse a valorarlos.

E. Explicativa

Se trata de uno de los tipos de investigación más frecuentes y en los que la ciencia se centra. Es el tipo de investigación que se utiliza con el fin de intentar determinar las causas y consecuencias de un fenómeno concreto. Se busca no solo el qué sino el porqué de las cosas, y cómo han llegado al estado en cuestión. Para ello pueden usarse diferentes métodos, como el método observacional, correlacional o experimental.

Otra manera de clasificar los diferentes tipos de investigación es según el tipo de datos que recojan. En este sentido nos podemos encontrar con los siguientes tipos.

F. Cualitativa

Se entiende por investigación cualitativa aquella que se basa en la obtención de datos en principio no cuantificables, basados en la observación. Aunque ofrece mucha información, los datos obtenidos son subjetivos y poco controlables y no permiten una explicación clara de los fenómenos. Se centran en aspectos descriptivos. Sin embargo, los datos obtenidos de dichas investigaciones pueden ser operativizados a posteriori con el fin de poder ser analizados.

G. Cuantitativa

Respecto a este tema (Landeau, 2007) Plantea que este tipo de investigación trata de determinar la fuerza de asociación o correlación entre las variables, así como también la generalización y objetivación de los resultados a través de una muestra para hacer para hacer inferencia a una población. Estos estudios buscan la verificación o comprobación deductiva de proposiciones causales elaboradas, fuera del lugar en el que se realizan las investigaciones.

La investigación cuantitativa se basa en el estudio y análisis de la realidad a través de diferentes procedimientos basados en la medición. Permite un mayor nivel de control e inferencia que otros tipos de investigación, siendo posible realizar experimentos y obtener explicaciones contrastadas a partir de hipótesis. Los resultados de estas investigaciones se basan en la estadística y son generalizables.

H. Investigación Experimental

Este tipo de investigación se basa en la manipulación de variables en condiciones altamente controladas, replicando un fenómeno concreto y observando el grado en que la o las variables implicadas y manipuladas producen un efecto determinado. Los datos se obtienen de muestras aleatorizadas, de manera que se presupone que la muestra de la cual se obtienen es representativa de la realidad. Permite establecer diferentes hipótesis y contrastarlas a través de un método científico.

I. No experimental

Este tipo de investigación se basa fundamentalmente en la observación. En ella las diferentes variables que forman parte de una situación o suceso determinados no son controladas.

Según el período temporal en que se realiza encontramos dos tipos de investigación:

✓ **Investigación longitudinal**

Es un tipo de investigación que se caracteriza por realizar un seguimiento a unos mismos sujetos o procesos a lo largo de un período concreto. Permite ver la evolución de las características y variables observadas.

✓ **Investigación transversal**

Este tipo de investigación se centra en la comparación de determinadas características o situaciones en diferentes sujetos en un momento concreto, compartiendo todos los sujetos la misma temporalidad.

Técnicas de recolección de datos

(Sampieri, pág. 409), explica que la recolección de datos se realiza con la finalidad de analizarlos y comprenderlos, y así responder a las preguntas de investigación y generar conocimiento. A demás agrega que este evento ocurre en los ambientes naturales y cotidianos de los participantes o unidades de análisis.

A. La observación

Implica adentrarnos en profundidad a situaciones sociales y mantener un papel activo, así como una reflexión permanente. Estar atento a los detalles, sucesos, eventos e interacciones explica (Sampieri, pág. 411).

Los propósitos esenciales de la observación en la inducción cualitativa son:

- A. Explorar ambientes, contextos, subculturas y la mayoría de los aspectos de la vida social (Grinnell, 1997).
- B. Describir comunidades, contextos o ambientes; asimismo, las actividades que se desarrollan en éstos, las personas que participan en tales actividades y los significados de las mismas (Patton, 2002).
- C. Comprender procesos, vinculaciones entre personas y sus situaciones o circunstancias, los eventos que suceden a través del tiempo, los patrones que se desarrollan, así como los contextos sociales y culturales en los cuales ocurren las experiencias humanas (Jorgensen, 1989).
- D. Identificar problemas (Daymon, 2010).

E. Generar hipótesis para futuros estudios.

B. La entrevista

En la entrevista, a través de las preguntas y respuestas, se logra una comunicación y la construcción conjunta de significados respecto a un tema (Janesick, 1998).

Las entrevistas se dividen en estructuradas, semiestructuradas o no estructuradas, o abiertas (Grinnell y Unrau, 2007). En la entrevista estructurada, el entrevistador realiza su labor con base en una guía de preguntas específicas y se sujeta exclusivamente a ésta (el instrumento prescribe qué cuestiones se preguntarán y en qué orden). Las entrevistas semiestructuradas, por su parte, se basan en una guía de asuntos o preguntas y el entrevistador tiene la libertad de introducir preguntas adicionales para precisar conceptos u obtener mayor información sobre los temas deseados (es decir, no todas las preguntas están predeterminadas).

Las entrevistas abiertas se fundamentan en una guía general de contenido y el entrevistador posee toda la flexibilidad para manejarla (él o ella es quien maneja el ritmo, la estructura y el contenido).

C. La encuesta

(Aner Sistemas Informáticos S.L., 2017), plantea que la encuesta es un estudio en el cual el investigador obtiene los datos a partir de realizar un conjunto de preguntas normalizadas dirigidas a una muestra representativa o al conjunto total de la población estadística en estudio, formada a menudo por personas, empresas o entes institucionales, con el fin de conocer estados de opinión, características o hechos específicos.

VI. HIPÓTESIS

La implementación del sistema en el Instituto de Geología y Geofísica IGG- CIGEO UNAN-Managua permitirá agilizar con exactitud el proceso de clasificación de suelos.

VII. DISEÑO METODOLÓGICO

VII.1. Tipo de estudio

Con base al desarrollo del sistema caracterización geotécnica de los suelos en el Instituto de Geología y Geofísica IGG-CIGEO, este es un desarrollo del tipo aplicado.

La presente investigación es del tipo descriptivo, ya que se describen los hechos tal como van ocurriendo. Relacionado al tiempo de ocurrencia esta investigación es prospectivo, ya que primeramente nos centramos en conocer el ambiente donde se desarrolló esta investigación y luego proseguir a desarrollar el proyecto durante el tiempo necesario. En base al periodo y al seguimiento del proyecto, este se convierte en transversal.

VII.2. Según su enfoque

Esta investigación se centra en un enfoque mixto, ya que por una parte debemos de observar todos procesos que realiza esta institución para la clasificación de suelos y luego pasarlos a programación, además se debe de investigar para brindar solución a los diversos procesos que debe realizar el sistema.

VII.3. Universo

El universo que contempla esta investigación está basado en toda la institución del CIGEO.

VII.4. Muestra

Con respecto a nuestra muestra será el área de Geotecnia, ya que esta es el área donde estará funcionando el sistema. Esta muestra cuenta con 7 usuarios, los cuales estarán utilizando el sistema.

VII.5. Variables de estudio

Sistema de variables de entrada

Objetivo específico # 1		
Analizar los procesos que realiza el CIGEO para la caracterización de suelos		
Variable conceptual	Sub variables o dimensiones	Variables de entrada o indicadores de datos
Proceso de la información	Procesos operativos	<p>Granulometría</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pesos retenidos • Pesos de las muestras • Porcentaje que pasa en las mallas <p>Límites de Atterberg</p> <ul style="list-style-type: none"> • Límite líquido • Límite plástico • Carta de plasticidad <p>Hidrometría</p> <ul style="list-style-type: none"> • Temperaturas y lecturas del hidrómetro • Peso de la muestra • Gravedad específica • Porcentaje que pasa en las mallas • Lectura del hidrómetro en agua defloculante <p>Prueba SPT</p> <ul style="list-style-type: none"> • Número de sondeo • Elevación del sondeo • Profundidad del sondeo • Valores de corrección <p>Teoría de Terzaghi</p> <ul style="list-style-type: none"> • Número de estratos

		<ul style="list-style-type: none"> • Peso específico de cada estrato • Ángulo de fricción de cada estrato • Espesor de cada estrato • Ancho de zapata • Nivel de desplante • Factor de seguridad • Tipo de cimentación (continua, cuadrada, circular).
--	--	---

Tabla 2: Sistema de variables de entrada, Objetivo #1

<p>Objetivo específico # 2</p> <p>Diseñar un sistema que facilite el manejo de todos los procesos involucrados en la clasificación de suelos</p>		
Variable conceptual	Sub variables o dimensiones	Variables de entrada o indicadores de datos
Aplicación de escritorio	Diseño de la aplicación	<p>Análisis</p> <p>Diseño</p> <p>Codificación</p> <p>Pruebas</p>

Tabla 3: Sistema de variables de entrada, Objetivo #2

<p>Objetivo específico # 3</p> <p>Evaluar el sistema en base a los factores de facilidad de uso, facilidad de prueba y fiabilidad propuesto por el modelo McCall.</p>		
Variable conceptual	Sub variables o dimensiones	Variables de entrada o indicadores de datos
Factores de facilidad de uso, facilidad de prueba y fiabilidad	Factores de facilidad de uso	Porcentaje de usuarios capaces de usar cada uno de los módulos del sistema por su sencillez.
	Facilidad de prueba	Cantidad de usuarios que aprenden todas las funciones del

		sistema por su simplicidad y por la autodescripción que presenta el sistema.
	Fiabilidad	Porcentaje de usuarios que aseguran la precisión y exactitud de los cálculos en cada uno de los procesos que realiza el sistema.

Tabla 4: Sistema de variables de entrada, Objetivo #3

Sistema de variables de salida

Objetivo específico # 1			
Analizar los procesos que realiza el CIGEO para la caracterización de suelos			
Variable conceptual	Sub variables o dimensiones	Variables de entrada o indicadores de datos	Variables de salida o indicadores de datos
Proceso de la información	Procesos operativos	Granulometría <ul style="list-style-type: none"> • Pesos retenidos de las mallas • Peso de muestra 	Grafica de la curva granulométrica
			Porcentaje que pasa en cada una de las mallas
			Cu: coeficiente de uniformidad
			Cc: coeficiente de curvatura
			D10, D30, D60
		Límites de Atterberg <ul style="list-style-type: none"> • Límite líquido • Límite plástico 	Resultado de la gráfica de carta de plasticidad, en la cual los resultados pueden ser los siguientes: arcillas de baja plasticidad (CL), arcillas de alta plasticidad (Ch), limos de baja plasticidad (ML), limos de alta plasticidad (MH).

		<p>Hidrometría</p> <ul style="list-style-type: none"> • Temperaturas y lecturas del hidrómetro • Peso de la muestra • Gravedad específica • Porcentaje que pasa en las mallas • Lectura del hidrómetro en agua defloculante 	<p>Curva granulometría más hidrometría</p> <p>Limos y arcillas del método SUCS</p> <p>D10, D30, D60</p> <p>Limos y arcillas del método AASHTO</p> <p>Cc: coeficiente de curvatura</p> <p>Cu: coeficiente de uniformidad</p> <p>Diámetro de los porcentajes de lectura del hidrómetro</p> <p>Porcentajes que pasa de la temperatura</p>
		<p>Prueba SPT</p> <ul style="list-style-type: none"> • Número de sondeo • Elevación del sondeo • Profundidad del sondeo • Valores de corrección 	<p>Informe detallado que incluye: número de campo para cada incremento de 0.45 m.</p> <p>Profundidades a cada 0.45 m hasta llegar a la profundidad del sondeo.</p> <p>Corrección por confinamiento.</p> <p>Elevaciones en decrementos de 0.45 m hasta llegar a las profundidades del sondeo.</p> <p>Números corregidos por cada 0.45 m hasta llegar a la profundidad del sondeo.</p> <p>Capacidad de carga a cada 0.45 m hasta llegar a la profundidad del sondeo.</p>

		Teoría de Terzaghi <ul style="list-style-type: none"> • Numero de estratos • Peso específico de cada estrato • Angulo de fricción de cada estrato • Espesor de cada estrato • Ancho de zapata • Nivel de desplante • Factor de seguridad • Tipo de cimentación (Continua, cuadrada, circular). 	Informe sobre: Ángulo de fricción ponderado Cohesión ponderada Peso específico ponderado
			Factor q' el cuál es la multiplicación del espesor y el peso específico de cada estrato por encima de la zapata.
			Factores de forma S_c y S_γ
			Factores de carga N_c , N_q y N_γ

Tabla 5: Sistema de variables de salida, Objetivo #1.

Objetivo específico # 2			
Diseñar un sistema que facilite el manejo de todos los procesos involucrados en la clasificación de suelos.			
Variable conceptual	Sub variables o dimensiones	Variables de entrada o indicadores de datos	Variables de salida o indicadores de datos
Aplicación de escritorio	Diseño de la aplicación	Análisis Diseño Codificación Pruebas	Después de haber seguido toda esta estructura metodológica, se espera que el sistema este completamente funcional.

Tabla 6: Sistema de variables de salida, Objetivo #2

Objetivo específico # 3			
Evaluar el sistema en base a los factores de facilidad de uso, facilidad de prueba y fiabilidad propuesto por el modelo McCall			
Variable conceptual	Sub variables o dimensiones	Variables de entrada o indicadores de datos	Variables de salida o indicadores de datos
Factores de facilidad de uso, facilidad de prueba y fiabilidad	Factores de facilidad de uso	Usuarios que utilizan cada uno de los módulos.	Cantidad de usuarios capaces de utilizar cada uno de los módulos con los que cuenta el sistema.
	Facilidad de prueba	Cantidad de usuarios que aprenden todas las funciones del sistema por su simplicidad y por la autodescripción que presenta el sistema.	

	Fiabilidad	Cantidad de usuarios que aseguran la precisión y exactitud de los cálculos en cada uno de los procesos que realiza el sistema.	
--	-------------------	--	--

Tabla 7: Sistema de variables de salida, Objetivo #3

Operacionalización de variables

Nº	Objetivos específicos	Variables	Sub variables o dimensiones	Indicadores	Técnicas de recolección			
					Entrevistas	Cuestionario	Observaciones	Encuestas
1	Analizar los procesos que realiza el CIGEO para la caracterización de suelos.	Procesos de información	Procesos operativos	Granulometría <ul style="list-style-type: none"> • Pesos retenidos • Pesos de las muestras • Porcentaje que pasa en las mallas 	*	*	*	*
				Límites de Atterberg <ul style="list-style-type: none"> • Límite líquido • Límite plástico • Carta de plasticidad 	*	*	*	*
				Hidrometría <ul style="list-style-type: none"> • Temperaturas y lecturas del hidrómetro 	*	*	*	*

				<ul style="list-style-type: none"> • Peso de la muestra • Gravedad específica • Porcentaje que pasa en las mallas • Lectura del hidrómetro en agua defloculante 				
				<p>Prueba SPT</p> <ul style="list-style-type: none"> • Número de sondeo • Elevación del sondeo • Profundidad del sondeo • Valores de corrección 	*	*	*	*
				<p>Teoría de Terzaghi</p> <ul style="list-style-type: none"> • Numero de estratos • Peso específico de cada estrato • Angulo de fricción de cada estrato • Espesor de cada estrato • Ancho de zapata • Nivel de desplante • Factor de seguridad 	*	*	*	*

				Tipo de cimentación (Continua, cuadrada, circular).				
2	Diseñar un sistema que facilite el manejo de todos los procesos involucrados en la clasificación de suelos.	Construcción del sistema	Fases de la metodología a aplicar.	Análisis				
				Diseño				
				Codificación	*	*	*	*
				Pruebas				
3	Evaluar el sistema en base a los factores de facilidad de uso, facilidad de prueba y	Evaluación del sistema	Factores del modelo McCall.	Facilidad de uso	*	*	*	*
			Factores del modelo McCall.	Facilidad de pruebas	*	*	*	*

	fiabilidad propuesto por el modelo McCall		Factores del modelo McCall.	Fiabilidad	*	*	*	*
--	---	--	-----------------------------------	------------	---	---	---	---

Tabla 8: Operacionalización de variables

Métodos, técnicas e instrumentos de recolección de datos

Una vez establecido el tipo de estudio, se procedió a especificar las técnicas de recolección de información las cuales se mencionan a continuación:

- Entrevista
- Encuestas
- Observaciones
- Análisis Documental e Información

Procedimiento para la recolección de información

El proceso de recolección de datos es la planificación de un instrumento de medición que cumpla con los requerimientos técnicos para poder aplicarlos en la muestra de la investigación.

Con la finalidad de mostrar cada uno de los procesos que se realizaron en el desarrollo de ese proyecto, se hicieron entrevistas a la directora y sub director del CIGEO, para indagarnos acerca del funcionamiento de esta Institución. Además de entrevistas se realizaron pequeñas encuestas dirigidas al personal que labora en el área de Geotecnia.

A continuación, mostramos cada uno de los métodos que utilizaremos para el desarrollo de este proyecto.

A. Entrevista

Esta fue una de las técnicas que más se utilizó, al momento de iniciar la investigación y también para conocer a fondo acerca del funcionamiento de la institución.

A continuación, ejemplos de preguntas que se formularon en las entrevistas.

¿Quiénes serán los principales beneficiados con éste nuevo método?

¿Cuál es el objetivo de este proyecto?

B. Encuestas

Estas encuestas se realizaron específicamente al personal que labora en el área de geotecnia.

Por ejemplo:

¿Conoce todos los procesos que se realizan en el área de geotecnia?

¿Considera necesario el cambio de alguno de estos procesos?

¿Usted está a cargo de algún proceso en esta Institución?

C. Observación

La observación es uno de los métodos más utilizados para recolectar información, por lo tanto, por medio de esta logramos realizar exploraciones en terreno, se analizó el contexto donde se desarrolló el sistema, de igual manera todos los procesos que se realizan en dicha institución. Este método de observación lo utilizaremos en cada uno de los módulos a desarrollar en el sistema.

D. Análisis documental e información

Se sabe que el marco teórico es un recurso conceptual que sustenta nuestra investigación, por lo tanto, para los instrumentos teóricos proporcionados, se realizaron revisiones constantes en biblioteca central de la UNAN-Managua.

Se revisaron y analizaron plantillas sobre casos resueltos al momento de realizar los ensayos de clasificación de suelos, esta documentación fue de gran importancia para llegar al diseño y desarrollo del sistema.

Plan de tabulación

Con los datos obtenidos de todos los instrumentos utilizados en esta investigación y para responder a la problemática se presentaron tablas y diagramas en donde se mostraron los procesos realizados. Esto facilitó la observación y la interpretación de cada uno de estos elementos tales como: Entrevista, Encuestas, Cuestionarios, Observaciones.

Plan de análisis

Basado en el modelo incremental se efectuaron tareas dependientes a su fase de desarrollo.

Durante el desarrollo de este proyecto fue necesario realizar cinco incrementos, en los cuales cada incremento pertenece a cada uno de los módulos con los que cuenta este sistema.

Primer incremento

Módulo Granulometría

Como primer paso para el desarrollo de este módulo, se aplicaron entrevistas acerca del funcionamiento, se realizaron recorridos por los laboratorios en donde nos explicaron los procesos que se llevan a cabo. Posteriormente se procedió a la recolección de requerimientos, construcción de base de datos, diseño de las interfaces necesarias, codificación y para concluir con este módulo se aplicaron las pruebas necesarias con los encargados del área de geotecnia.

Fase de Análisis

Para el análisis del sistema se realizaron las siguientes actividades:

1. Entrevistas acerca del funcionamiento del módulo granulometría
2. Definición de los requerimientos necesarios para el módulo granulometría

Fase de Diseño

En relación al diseño del sistema se realizaron las siguientes actividades:

1. Se diseñaron los correspondientes diagramas UML para una mejor comprensión de los procesos que debe realizar el módulo granulometría.
2. Se diseñó la base de datos.
3. Se diseñaron las interfaces correspondientes a cada módulo del sistema, para ello se utilizó visual Studio Community 2015.

Fase de Desarrollo

La programación se realizó en el lenguaje de programación Visual Studio Community 2015 de la plataforma Visual Studio.Net y como gestor de base de datos se utilizó SQL-Server 2012.

Fase de Prueba

Una vez terminado el desarrollo del módulo **Granulometría** se procedió a la realización de pruebas del software, con lo cual se comprobó si cumplía con las necesidades que presentaba esta institución. Estas pruebas se realizaron, en colaboración con los responsables del área de Geotecnia.

A continuación, se muestra una tabla, donde se puede apreciar mejor la forma en la que se realizaron las pruebas de software para el módulo granulometría.

Módulos del sistema	Pruebas	Verificación
Granulometría	<ul style="list-style-type: none">✓ Pruebas funcionales✓ Pruebas de facilidad de uso	Se realizaron pruebas, las cuales permitieron a los usuarios finales comprobar si el sistema cumplía con los requerimientos previamente definidos. Se verificó con los usuarios finales la facilidad de uso de las interfaces para ello se realizaron encuestas.

Tabla 9: Plan de análisis, prueba Granulometría

Segundo incremento

Módulo Hidrometría

Se realizaron entrevistas necesarias para conocer el funcionamiento de este módulo, recolección de los requerimientos correspondientes, modificación de la base de datos para la integración del módulo hidrometría, diseño de las interfaces correspondientes, codificación, pruebas llevadas a cabo con el personal del área de geotecnia.

Fase de Análisis

Para el análisis del sistema del módulo hidrometría se realizaron las siguientes actividades:

1. Entrevistas acerca del funcionamiento del módulo hidrometría.
2. Definición de los requerimientos necesarios para el módulo hidrometría.

Fase de Diseño

En relación al diseño del sistema se realizaron las siguientes actividades:

1. Se diseñaron los correspondientes diagramas UML para una mejor comprensión de los procesos que debía realizar el módulo granulometría.
2. Se diseñó la base de datos.
3. Se diseñaron las interfaces correspondientes a cada módulo del sistema, para ello se utilizó visual Studio Community 2015.

Fase de Desarrollo

La programación se realizó en el lenguaje de programación Visual Studio Community 2015 de la plataforma Visual Studio.Net y como gestor de base de datos se utilizó SQL-Server 2012.

Fase de Prueba

Una vez terminado el desarrollo del módulo **hidrometría** se procedió a la realización de pruebas del software, con lo cual se comprobó si cumple con las necesidades que presenta esta institución. Estas pruebas se realizaron, en colaboración con los responsables del área de Geotecnia.

A continuación, se muestra una tabla, donde se puede apreciar mejor la forma en la que se realizaron las pruebas de software para el módulo Hidrometría.

Módulos del sistema	Pruebas	Verificación
Hidrometría	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Pruebas funcionales ✓ Pruebas de facilidad de uso 	<p>Se realizaron pruebas, las cuales permitieron a los usuarios finales comprobar si el sistema cumplía con los requerimientos previamente definidos.</p> <p>Se verificó con los usuarios finales la facilidad de uso de las interfaces para ello se realizaron encuestas.</p>

Tabla 10: Plan de análisis, prueba Hidrometría

Tercer incremento

Módulo límites de Atterberg

Para iniciar este módulo se realizaron reuniones con el personal del área de geotecnia en sus laboratorios, en donde se nos explicó todos los procesos que se realizaban. Posteriormente se aplicaron las entrevistas correspondientes, se recolectaron los requerimientos correspondientes

Fase de Análisis

Para el análisis del módulo límites de Atterberg se realizaron las siguientes actividades:

1. Se realizaron entrevistas acerca del funcionamiento del módulo límites de Atterberg
2. Se definieron de los requerimientos necesarios para el módulo límites de Atterberg a partir de la información recolectada en las entrevistas, análisis de documentación proporcionada por el CIGEO.

Fase de Diseño

En relación al diseño del módulo límites de Atterberg se realizaron las siguientes actividades:

1. Se diseñaron los correspondientes diagramas UML para una mejor comprensión de los procesos que debe realizar el módulo granulometría.
2. Se incorporaron nuevas tablas en la base de datos, las cuales permiten la administración de la información correspondiente al módulo límites de Atterberg.
3. Se diseñaron las interfaces correspondientes a cada módulo del sistema, para ello se utilizó visual Studio Community 2015.

Fase de Desarrollo

La programación se realizó en el lenguaje de programación Visual Studio Community 2015 de la plataforma Visual Studio.Net y como gestor de base de datos se utilizó SQL-Server 2012.

Fase de Prueba

Una vez terminado el desarrollo del módulo **límites de Atterberg** se procedió a la realización de pruebas del software, con lo cual se comprobó si cumple con las necesidades que presenta esta institución. Estas pruebas se realizaron, en colaboración con los responsables del área de Geotecnia.

A continuación, se muestra una tabla, donde se puede apreciar mejor, la forma en la que se realizaron las pruebas de software para el módulo **límites de Atterberg**.

Módulos del sistema	Pruebas	Verificación
Límites de Atterberg	✓ Pruebas funcionales ✓ Pruebas de facilidad de uso	Se realizaron pruebas, las cuales permitieron a los usuarios finales comprobar si el sistema cumplía con los requerimientos previamente definidos. Se verificó con los usuarios finales la facilidad de uso de las interfaces para ello se realizaron encuestas.

Tabla 11: Plan de análisis, prueba Límites de Atterberg

Cuarto incremento

Módulo Terzaghi

Entrevistas necesarias para conocer cómo debía funcionar este módulo, recolección de los requerimientos correspondientes, actualización de la base de datos para la integración de las nuevas tablas, diseño de las interfaces correspondientes, codificación, pruebas llevadas a cabo para garantizar su funcionalidad.

Fase de Análisis

Para el análisis del módulo Terzaghi se realizaron las siguientes actividades:

1. Entrevistas acerca del funcionamiento del módulo Terzaghi
2. Definición de los requerimientos necesarios para el módulo de Terzaghi a partir de la información recolectada en las entrevistas, análisis de documentación proporcionada por el CIGEO.

Fase de Diseño

En relación al diseño del módulo Terzaghi se realizaron las siguientes actividades:

1. Se diseñaron los correspondientes diagramas UML para una mejor comprensión de los procesos que debía realizar el módulo granulometría.
2. Se incorporaron nuevas tablas en la base de datos, las cuales permitieron la administración de la información correspondiente al módulo límites de Terzaghi.
3. Se diseñaron las interfaces correspondientes para este módulo, para ello se utilizó visual Studio Community 2015.

Fase de Desarrollo

La programación se realizó en el lenguaje de programación Visual Studio Community 2015 de la plataforma Visual Studio.Net y como gestor de base de datos se utilizó SQL-Server 2012.

Fase de Prueba

Una vez terminado el desarrollo del módulo **Terzaghi** se procedió a la realización de pruebas del software, con lo cual se comprobó si cumple con las necesidades que presenta esta institución. Estas pruebas se realizaron, en colaboración con los responsables del área de Geotecnia.

A continuación, se muestra una tabla, donde se puede apreciar mejor, la forma en la que se realizaron las pruebas de software para el módulo Terzaghi.

Módulos del sistema	Pruebas	Verificación
TERZAGHI	<ul style="list-style-type: none">✓ Pruebas funcionales✓ Pruebas de facilidad de uso	Se realizaron pruebas, las cuales permitieron a los usuarios finales comprobar si el sistema cumplía con los requerimientos previamente definidos. Se verificó con los usuarios finales la facilidad de uso de las interfaces para ello se realizaron encuestas.

Tabla 12: Plan de análisis, prueba Módulo Terzaghi

Quinto incremento

Módulo prueba Stp

Se realizaron las últimas entrevistas, recolección de los requerimientos del último modulo que conforma este sistema. Nuevamente de hizo la última modificación a la base de datos para la integración de las nuevas tablas, diseño de las interfaces correspondientes, codificación, pruebas llevadas a cabo en el área de geotecnia.

Fase de Análisis

Para el análisis del sistema se realizaron las siguientes actividades:

1. Entrevistas acerca del funcionamiento del módulo prueba Stp
2. Definición de los requerimientos necesarios para el módulo de prueba STP a partir de la información recolectada en las entrevistas, análisis de documentación proporcionada por el CIGEO.

Fase de Diseño

En relación al diseño del sistema se realizaron las siguientes actividades:

1. Se diseñaron los correspondientes diagramas UML para una mejor comprensión de los procesos que debe realizar este módulo.
2. Se incorporaron nuevas tablas en la base de datos, las cuales permiten la administración de la información correspondiente al módulo **prueba Stp**.
3. Se diseñaron las interfaces correspondientes a cada módulo del sistema, para ello se utilizó visual Studio Community 2015.

Fase de Desarrollo

La programación se realizó en el lenguaje de programación Visual Studio Community 2015 de la plataforma Visual Studio.Net y como gestor de base de datos se utilizó SQL-Server 2012.

Fase de Prueba

Una vez terminado el desarrollo del módulo **Prueba Stp** se procedió a la realización de pruebas del software, con lo cual se comprobó si cumple con las necesidades que presentaba esta institución. Estas pruebas se realizaron, en colaboración con los responsables del área de Geotecnia.

A continuación, se muestra una tabla, donde se puede apreciar mejor, la forma en la que se realizaron las pruebas de software para el módulo **Prueba Stp**.

Módulos del sistema	Pruebas	Verificación
Prueba STP	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Pruebas funcionales ✓ Pruebas de facilidad de uso 	<p>Se realizaron pruebas, las cuales permitieron a los usuarios finales comprobar si el sistema cumplía con los requerimientos previamente definidos.</p> <p>Se verificó con los usuarios finales la facilidad de uso de las interfaces para ello se realizaron encuestas.</p>

Tabla 13: Plan de análisis, prueba SPT

Con la finalidad de comprobar que se logró la completa satisfacción del cliente, en relación al buen funcionamiento del sistema, se aplicaron encuestas donde se reflejan los factores de facilidad de uso, facilidad de prueba y fiabilidad. En esta encuesta el cliente dio un porcentaje de satisfacción que encontró en el sistema.

VIII. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Durante el primer encuentro con los directores del CIGEO, realizamos entrevistas para indagarnos acerca del funcionamiento de esta institución. También se realizaron entrevistas al personal del área de Geotecnia, la cual es propietaria del sistema que se desarrolló.

Guía de entrevistas N.º 1



Facultad de ciencias e ingeniería UNAN-Managua

Guía de entrevista dirigida a directores del Instituto de Geología y Geofísica IGG-CIGEO UNAN-Managua.

Somos estudiantes de quinto año de la carrera de Ingeniería en Sistemas de Información de la universidad **UNAN-Managua**. Le solicitamos cordialmente nos permita realizar la siguiente entrevista.

Objetivo: Recopilar información acerca del Instituto de Geología y Geofísica IGG-CIGEO Unan-Managua.

1. ¿Quiénes serán los principales beneficiados con éste nuevo proyecto?
2. ¿Cuál es el objetivo de este proyecto?
3. ¿Cómo cree que será el grado de aceptación de parte del personal que lo utilizará?
4. ¿Esta institución es de naturaleza pública o privada?
5. ¿Al finalizar este proyecto, se tiene previsto desarrollar otro software?
6. ¿Cómo percibe este proyecto cuando esté finalizado?
7. ¿Se tiene un presupuesto provisto para este proyecto?
8. ¿Cuál será el plazo de entrega?
9. Qué otros aportes pueden brindar. ¿Tiene algún comentario?

¡Agradecemos su apoyo!

Encuesta



UNIVERSIDAD
NACIONAL
AUTÓNOMA DE
NICARAGUA,
MANAGUA
UNAN - MANAGUA

Encuesta aplicada al personal involucrado en el área de geotecnia con el objetivo de realizar un diagnóstico sobre esta área de investigación.

Instrucciones: A continuación, usted encontrará un conjunto de ítems relacionados a la institución del CIGEO, marque solo una alternativa según considere conveniente.

Si (☑)	Seleccione (Si) si está de acuerdo
No (☒)	Seleccione (No) si está en desacuerdo

1	¿Conoce todos los procesos que se realizan en el área de geotecnia?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	¿Usted está a cargo de algún proceso en esta Institución?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	¿Considera necesario el cambio de alguno de estos procesos?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	¿Estaría de acuerdo con la automatización de los procesos para la caracterización de suelos?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5	¿Cree que se agilizarán los procesos con el desarrollo de un sistema?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6	¿Considera necesario la inversión en tecnologías de información para esta institución?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7	¿Considera que el proceso de caracterización de suelos que utiliza actualmente el área de geotecnia es eficiente?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Guía de entrevistas N.º 2



UNIVERSIDAD
NACIONAL
AUTÓNOMA DE
NICARAGUA,
MANAGUA
UNAN - MANAGUA

Facultad de ciencias e ingeniería

UNAN-Managua

Guía de entrevista dirigida al personal del área de geotecnia

Objetivo:

Identificar cuáles son las funciones principales del área de geotecnia en el Instituto de Geología y Geofísica IGG- CIGEO UNAN-Managua

1. ¿Qué tipo de sistema necesita (sistema web, sistema de escritorio, sistema Android)?
2. ¿Cuáles son necesidades que presenta el área de geotecnia?
3. ¿Cuál es la función principal del área de Geotecnia?
4. ¿Cuáles son los cambios que espera con este sistema?
5. ¿Cómo se realiza este proceso actualmente?
6. ¿A qué cantidad de personas irá dirigido este sistema?
7. Con respecto a los usuarios del sistema ¿Cuáles serían las restricciones?
8. ¿Cuál es el tiempo necesario para que el sistema esté funcional?
9. Qué otros aportes pueden brindar. ¿Tiene algún comentario?

¡Agradecemos su apoyo!

De acuerdo a la metodología seleccionada para el proceso de desarrollo del software, en cada una de las fases se obtuvieron los siguientes resultados:

Primer incremento: Módulo granulometría

Se denomina clasificación granulométrica o granulometría, a la medición y graduación que se lleva a cabo de los granos de una formación sedimentaria, de los materiales sedimentarios, así como de los suelos, con fines de análisis, tanto de su origen como de sus propiedades mecánicas, y el cálculo de la abundancia de los correspondientes a cada uno de los tamaños previstos por una escala granulométrica.

La granulometría por tamizado consiste en confeccionar la curva granulométrica de una muestra, la cual es representativa de la distribución de los tamaños de las partículas. Para ello se hace pasar una muestra ya sea inalterada o alterada por tamices o mallas por vía seca con diferentes aberturas, desde aberturas de 125 mm hasta aberturas de 0,075 mm (tamiz nº200).

Para tamaños de partículas inferiores se emplea la granulometría por sedimentación mediante el hidrómetro. Este ensayo es menos común que el anterior y normalmente se emplea en casos muy específicos donde es necesario determinar el porcentaje de partículas finas.

En el primer incremento se desarrolló el módulo de granulometría para lo cual se aplicaron las fases definidas por la metodología de desarrollo incremental.

Fase de análisis

Entrevistas al personal del área de geotecnia en base al módulo granulometría.

1. ¿De qué trata el módulo granulometría?
2. En base a las mallas del módulo granulometría ¿Se utilizan todos los números de mallas en cada proyecto?
3. ¿Cuál es el peso máximo de la muestra?

4. ¿Se necesita base de datos para este módulo?
5. ¿Se puede generar reportes solo con el módulo granulometría?
6. ¿Se puede clasificar un tipo de suelo, con solo el uso del módulo granulometría?
7. ¿De qué trata el D10, D30, D60?
8. ¿Cómo funciona el método SUCS?
9. ¿Cómo funciona el método AASHTO?
10. ¿Cómo funciona la gráfica de granulometría en combinación con hidrometría?
11. ¿Cuál es la función del CC y CU?
12. ¿Cuáles son los datos que debe generar el reporte?

Levantamiento de requerimientos

Durante el desarrollo del primer módulo del sistema (Granulometría), se realizó el levantamiento de requerimientos necesarios para que este funcionara correctamente.

Lista de Requerimientos:

El código del requerimiento funcional se lee Requerimiento funcional Granulometría (RFG).

Número de requerimiento	RFG1
Nombre de requerimiento	Registrar usuarios
Objetivo	Permitir que solo usuarios registrados entren al sistema
Tipo	<input checked="" type="checkbox"/> Requisito <input type="checkbox"/> Restricción
Fuente del requisito	Responsables del área de Geotecnia
Prioridad del requisito	<input checked="" type="checkbox"/> Alta/Esencial <input type="checkbox"/> Media/Deseado <input type="checkbox"/> Baja/ Opcional
Descripción del requerimiento	El sistema debe permitir que solo usuarios administradores puedan registrar usuarios, para garantizar que no accedan usuarios ajenos al sistema.

Tabla 14: RFG1

Número de requerimiento	RFG2
Nombre de requerimiento	Buscar usuarios
Objetivo	Mostrar cuáles son los usuarios que se encuentran registrados
Tipo	<input checked="" type="checkbox"/> Requisito <input type="checkbox"/> Restricción
Fuente del requisito	Responsables del área de Geotecnia
Prioridad del requisito	<input checked="" type="checkbox"/> Alta/Esencial <input type="checkbox"/> Media/Deseado <input type="checkbox"/> Baja/ Opcional
Descripción del requerimiento	El sistema debe permitir la búsqueda de todos aquellos usuarios que se encuentren registrados en el sistema (Solo usuarios administradores pueden buscar usuarios).

Tabla 15: RFG2

Número de requerimiento	RFG3
Nombre de requerimiento	Modificar usuarios
Objetivo	Permitir que solo usuarios administradores puedan modificar usuarios operacionales.
Tipo	<input checked="" type="checkbox"/> Requisito <input type="checkbox"/> Restricción
Fuente del requisito	Responsables del área de Geotecnia
Prioridad del requisito	<input checked="" type="checkbox"/> Alta/Esencial <input type="checkbox"/> Media/Deseado <input type="checkbox"/> Baja/ Opcional
Descripción del requerimiento	El sistema debe permitir la modificación de todos aquellos usuarios operacionales que se encuentren registrados en el sistema. (Los usuarios operacionales pueden modificar sus datos personales).

Tabla 16: RFG3

Número de requerimiento	RFG4
Nombre de requerimiento	Registro de clientes
Objetivo	Permitir a los usuarios del área de Geotecnia registrar clientes
Tipo	<input checked="" type="checkbox"/> Requisito <input type="checkbox"/> Restricción
Fuente del requisito	Responsables del área de Geotecnia
Prioridad del requisito	<input checked="" type="checkbox"/> Alta/Esencial <input type="checkbox"/> Media/Deseado <input type="checkbox"/> Baja/ Opcional
Descripción del requerimiento	El sistema debe permitir el ingreso y almacenamiento de la información que se pida al cliente que desee usar este servicio del CIGEO. Un cliente registrado puede ser utilizado en los módulos de hidrometría, límites Atterberg, Terzaghi, Spt.

Tabla 17: RFG4

Número de requerimiento	RFG5
Nombre de requerimiento	Buscar clientes
Objetivo	Permitir a los usuarios buscar clientes que estén almacenados en el sistema
Tipo	<input checked="" type="checkbox"/> Requisito <input type="checkbox"/> Restricción
Fuente del requisito	Responsables del área de Geotecnia
Prioridad del requisito	<input checked="" type="checkbox"/> Alta/Esencial <input type="checkbox"/> Media/Deseado <input type="checkbox"/> Baja/ Opcional
Descripción del requerimiento	El sistema debe permitir a los usuarios buscar clientes que estén registrados en el sistema, cuando estos quieran solicitar el servicio para otro proyecto. Este requerimiento es necesario para evitar registrar clientes que están en la base de datos.

Tabla 18: RFG5

Número de requerimiento	RFG6
Nombre de requerimiento	Modificar datos del cliente
Objetivo	Permitir a los usuarios modificar datos del cliente cuando sea necesario
Tipo	<input checked="" type="checkbox"/> Requisito <input type="checkbox"/> Restricción
Fuente del requisito	Responsables del área de Geotecnia
Prioridad del requisito	<input checked="" type="checkbox"/> Alta/Esencial <input type="checkbox"/> Media/Deseado <input type="checkbox"/> Baja/ Opcional
Descripción del requerimiento	El sistema debe permitir a los usuarios modificar datos del cliente. Estas modificaciones podría ser el nombre del cliente o el código del cliente.

Tabla 19: RFG6

Número de requerimiento	RFG7
Nombre de requerimiento	Manipulación de mallas
Objetivo	Permitir a los usuarios ordenar de forma dinámica las mallas
Tipo	<input checked="" type="checkbox"/> Requisito <input type="checkbox"/> Restricción
Fuente del requisito	Responsables del área de Geotecnia
Prioridad del requisito	<input checked="" type="checkbox"/> Alta/Esencial <input type="checkbox"/> Media/Deseado <input type="checkbox"/> Baja/ Opcional
Descripción del requerimiento	El sistema debe permitir al usuario la manipulación de las mallas de manera dinámica, es decir, si el usuario no necesita una malla determinada esta la puede quitar de la interfaz y estas deben de reacomodarse en base a su numeración.

Tabla 20: RFG7

Número de requerimiento	RFG8
Nombre de requerimiento	Mallas que no deben eliminarse
Objetivo	Restringir eliminación de mallas 4, 10 y 200
Tipo	<input type="checkbox"/> Requisito <input checked="" type="checkbox"/> Restricción
Fuente del requisito	Responsables del área de Geotecnia
Prioridad del requisito	<input checked="" type="checkbox"/> Alta/Eencial <input type="checkbox"/> Media/Deseado <input type="checkbox"/> Baja/ Opcional
Descripción del requerimiento	El sistema no debe permitir al usuario eliminar las mallas 4, 10 y 200, ya que estas son esenciales en todo proyecto, por lo tanto, debe estar desactivada la opción de eliminar dichas mallas.

Tabla 21: RFG8

Número de requerimiento	RFG9
Nombre de requerimiento	Restricción de peso de muestra
Objetivo	Restringir ingreso de peso de muestra.
Tipo	<input type="checkbox"/> Requisito <input checked="" type="checkbox"/> Restricción
Fuente del requisito	Responsables del área de Geotecnia
Prioridad del requisito	<input checked="" type="checkbox"/> Alta/Eencial <input type="checkbox"/> Media/Deseado <input type="checkbox"/> Baja/ Opcional
Descripción del requerimiento	El sistema no debe permitir al usuario ingresar un peso de muestra mayor a 5000 en caso de hacerlo el sistema debe mostrar un mensaje de alerta y no permitir continuar.

Tabla 22: RFG9

Número de requerimiento	RFG10
Nombre de requerimiento	Peso retenido de mallas versus peso muestra
Objetivo	Restringir ingreso de peso retenido de mallas con relación a peso de la muestra.
Tipo	<input type="checkbox"/> Requisito <input checked="" type="checkbox"/> Restricción
Fuente del requisito	Responsables del área de Geotecnia
Prioridad del requisito	<input checked="" type="checkbox"/> Alta/Eencial <input type="checkbox"/> Media/Deseado <input type="checkbox"/> Baja/ Opcional
Descripción del requerimiento	El sistema no debe permitir al usuario ingresar un peso retenido de la malla mayor al peso de la muestra o que la suma de los pesos retenidos de las mallas sean superior al peso de la muestra.

Tabla 23: RFG10

Número de requerimiento	RFG11
Nombre de requerimiento	Combinar módulo granulometría con el módulo hidrometría
Objetivo	Permitir al usuario la combinación del módulo granulometría con el módulo hidrometría.
Tipo	<input type="checkbox"/> Requisito <input checked="" type="checkbox"/> Restricción
Fuente del requisito	Responsables del área de Geotecnia
Prioridad del requisito	<input checked="" type="checkbox"/> Alta/Eencial <input type="checkbox"/> Media/Deseado <input type="checkbox"/> Baja/ Opcional
Descripción del requerimiento	El sistema debe permitir la combinación del módulo granulometría con el módulo hidrometría. En la parte inferior del módulo granulometría se muestra un panel que se utiliza para combinar estos módulos. El usuario debe presionar el botón hidrometría y esta deberá reestructurarse.

Tabla 24: RFG11

Número de requerimiento	RFG12
Nombre de requerimiento	Combinar módulo granulometría con el módulo límites de Atterberg
Objetivo	Permitir al usuario la combinación del módulo granulometría con el módulo límites de Atterberg.
Tipo	<input type="checkbox"/> Requisito <input checked="" type="checkbox"/> Restricción
Fuente del requisito	Responsables del área de Geotecnia
Prioridad del requisito	<input checked="" type="checkbox"/> Alta/Eencial <input type="checkbox"/> Media/Deseado <input type="checkbox"/> Baja/ Opcional
Descripción del requerimiento	El sistema debe permitir la combinación del módulo granulometría con el módulo límites de Atterberg. En la parte inferior del módulo granulometría se muestra un panel que se utiliza para combinar estos módulos. El usuario debe presionar el botón límites de Atterberg y esta deberá reestructurar las ventanas de los módulos.

Tabla 25: RFG12

Número de requerimiento	RFG13
Nombre de requerimiento	Mallas vacías
Objetivo	Validar que no queden mallas con datos vacíos
Tipo	<input checked="" type="checkbox"/> Requisito <input type="checkbox"/> Restricción
Fuente del requisito	Responsables del área de Geotecnia
Prioridad del requisito	<input checked="" type="checkbox"/> Alta/Eencial <input type="checkbox"/> Media/Deseado <input type="checkbox"/> Baja/ Opcional

Descripción del requerimiento	El sistema no debe permitir al usuario dejar campos vacíos, por lo tanto, si el sistema encuentra campos vacíos, se lo hará saber al usuario a través de un mensaje.
-------------------------------	--

Tabla 26: RFG13

Número de requerimiento	RFG14
Nombre de requerimiento	Registrar proyectos
Objetivo	Permitir que el usuario registre proyectos
Tipo	<input checked="" type="checkbox"/> Requisito <input type="checkbox"/> Restricción
Fuente del requisito	Responsables del área de Geotecnia
Prioridad del requisito	<input checked="" type="checkbox"/> Alta/Esencial <input type="checkbox"/> Media/Deseado <input type="checkbox"/> Baja/ Opcional
Descripción del requerimiento	El sistema debe permitir el ingreso y almacenamiento de la información correspondiente al proyecto de granulometría.

Tabla 27: RFG13

Número de requerimiento	RFG15
Nombre de requerimiento	Buscar proyectos
Objetivo	Permitir que el usuario realice búsquedas de proyectos
Tipo	<input checked="" type="checkbox"/> Requisito <input type="checkbox"/> Restricción
Fuente del requisito	Responsables del área de Geotecnia
Prioridad del requisito	<input checked="" type="checkbox"/> Alta/Esencial <input type="checkbox"/> Media/Deseado <input type="checkbox"/> Baja/ Opcional
Descripción del requerimiento	El sistema debe permitir la búsqueda de proyectos. Esta búsqueda se realiza por medio del ingreso del código del proyecto.

Tabla 28: RFG15

Número de requerimiento	RFG16
Nombre de requerimiento	Modificar proyectos
Objetivo	Permitir que el usuario pueda modificar proyectos
Tipo	<input checked="" type="checkbox"/> Requisito <input type="checkbox"/> Restricción
Fuente del requisito	Responsables del área de Geotecnia
Prioridad del requisito	<input checked="" type="checkbox"/> Alta/Esencial <input type="checkbox"/> Media/Deseado <input type="checkbox"/> Baja/ Opcional
Descripción del requerimiento	El sistema debe permitir que los usuarios modifiquen proyectos. Esta modificación podría ser para modificar datos que hayan sido ingresados de forma incorrecta.

Tabla 29: RFG16

Número de requerimiento	RFG17
Nombre de requerimiento	Generar gráfica
Objetivo	Generar gráficas en base al porcentaje de las mallas y tamaño de partículas
Tipo	<input checked="" type="checkbox"/> Requisito <input type="checkbox"/> Restricción
Fuente del requisito	Responsables del área de Geotecnia
Prioridad del requisito	<input checked="" type="checkbox"/> Alta/Eencial <input type="checkbox"/> Media/Deseado <input type="checkbox"/> Baja/ Opcional
Descripción del requerimiento	El sistema debe generar una gráfica en base al porcentaje que pasa de las mallas y el tamaño de las partículas. Esta gráfica le servirá al usuario de guía, para identificar el comportamiento de las partículas.

Tabla 30: RFG17

Número de requerimiento	RFG18
Nombre de requerimiento	Generar reporte
Objetivo	Permitir que el sistema genere reportes
Tipo	<input checked="" type="checkbox"/> Requisito <input type="checkbox"/> Restricción
Fuente del requisito	Responsables del área de Geotecnia
Prioridad del requisito	<input checked="" type="checkbox"/> Alta/Eencial <input type="checkbox"/> Media/Deseado <input type="checkbox"/> Baja/ Opcional
Descripción del requerimiento	El sistema debe generar reportes en base a campos establecidos con los responsables del área de geotecnia. Este reporte es entregado a los clientes como evidencia de los resultados de algún proyecto..

Tabla 31: RFG19

Número de requerimiento	RFG19
Nombre de requerimiento	Calcular ensayo con campos vacíos
Objetivo	Restringir al usuario dejar campos vacíos
Tipo	<input type="checkbox"/> Requisito <input checked="" type="checkbox"/> Restricción
Fuente del requisito	Responsables del área de Geotecnia
Prioridad del requisito	<input checked="" type="checkbox"/> Alta/Eencial <input type="checkbox"/> Media/Deseado <input type="checkbox"/> Baja/ Opcional
Descripción del requerimiento	El sistema no debe permitir hacer los cálculos si no se han llenado los campos correctamente. Cuando se pulse el botón calculas y hay campos vacíos, el sistema manda un mensaje de error e interrumpe la acción del usuario.

Tabla 32: RFG19

Número de requerimiento	RFG20
Nombre de requerimiento	Guardar ensayo con campos vacíos
Objetivo	Restringir al usuario dejar campos vacíos
Tipo	<input type="checkbox"/> Requisito <input checked="" type="checkbox"/> Restricción
Fuente del requisito	Responsables del área de Geotecnia
Prioridad del requisito	<input checked="" type="checkbox"/> Alta/Eencial <input type="checkbox"/> Media/Deseado <input type="checkbox"/> Baja/ Opcional
Descripción del requerimiento	El sistema no debe permitir Guardar con campos vacíos. Cuando se pulse el botón Guardar y el sistema encuentra campos vacíos, este manda un mensaje de error e interrumpe la acción del usuario.

Tabla 33:RFG19

Número de requerimiento	RFG21
Nombre de requerimiento	Restablecer campos
Objetivo	Permitir al usuario restablecer los valores por defecto del sistema
Tipo	<input checked="" type="checkbox"/> Requisito <input type="checkbox"/> Restricción
Fuente del requisito	Responsables del área de Geotecnia
Prioridad del requisito	<input checked="" type="checkbox"/> Alta/Eencial <input type="checkbox"/> Media/Deseado <input type="checkbox"/> Baja/ Opcional
Descripción del requerimiento	El sistema debe permitir que los usuarios puedan restablecer el proyecto desde cero, cuando sea necesario. En caso que el usuario haya ingresado datos incorrectos, este podrá restablecer dicho proyecto.

Tabla 34: RFG21

Número de requerimiento	RFG22
Nombre de requerimiento	Clasificar suelos por método SUCS y método AASHTO
Objetivo	Mostrarle al usuario la clasificación por el método SUCS y método AASHTO.
Tipo	<input checked="" type="checkbox"/> Requisito <input type="checkbox"/> Restricción
Fuente del requisito	Responsables del área de Geotecnia
Prioridad del requisito	<input checked="" type="checkbox"/> Alta/Eencial <input type="checkbox"/> Media/Deseado <input type="checkbox"/> Baja/ Opcional
Descripción del requerimiento	El sistema debe de presentar dos tipos de clasificación de suelos, una con el método SUCS y otra con el método AASHTO.

Tabla 35: RFG21

Fase de diseño

Diagramas de actividades

En el siguiente diagrama mostramos todo el proceso que se realiza para registrar a un usuario.

Registrar usuario

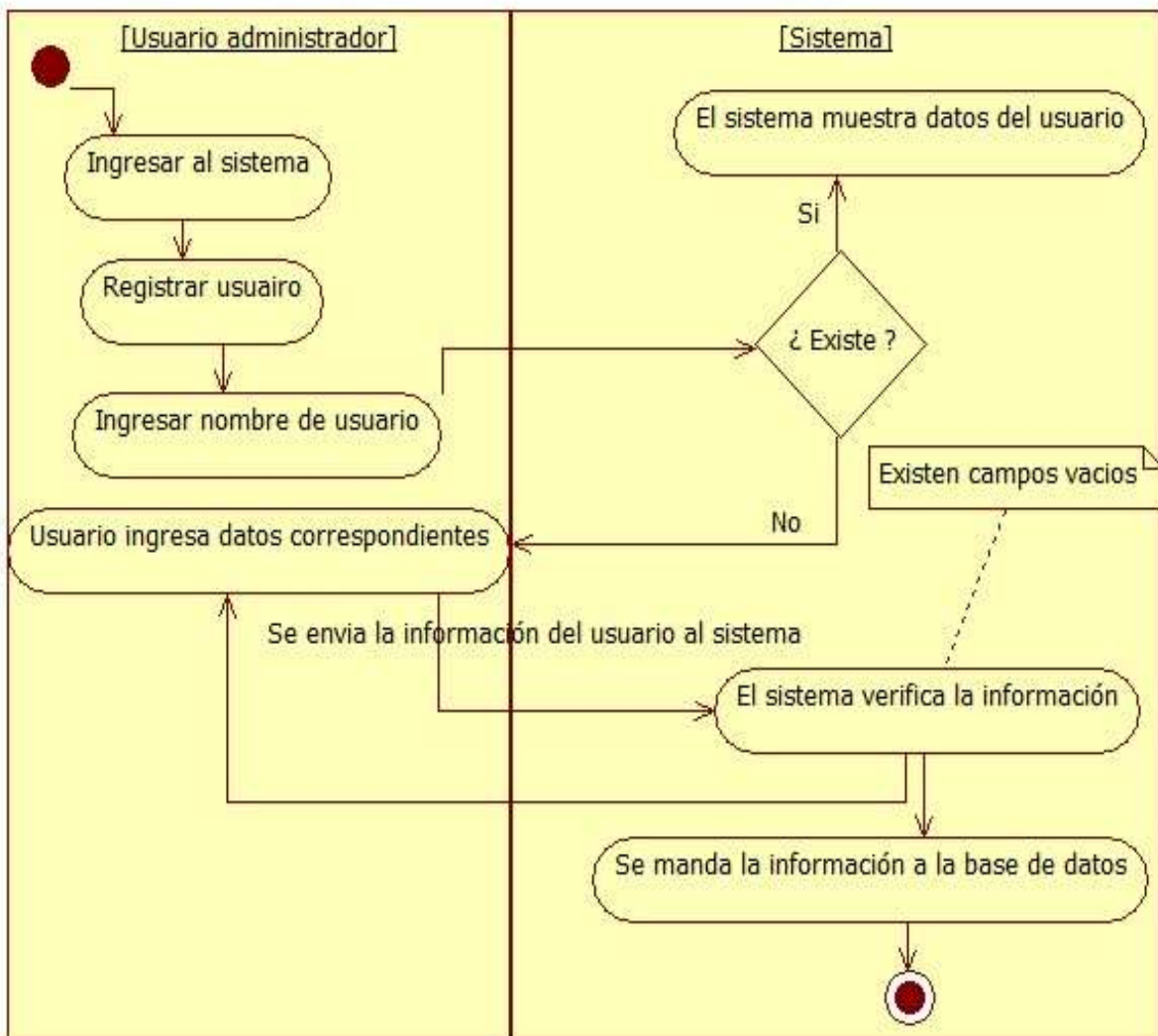


Ilustración 2:Diagrama de actividades, Registrar usuario

Buscar o modificar usuarios

Este diagrama consiste en el registro o búsqueda de un usuario. El único que puede ingresar buscar y modificar usuarios es, el usuario administrador.

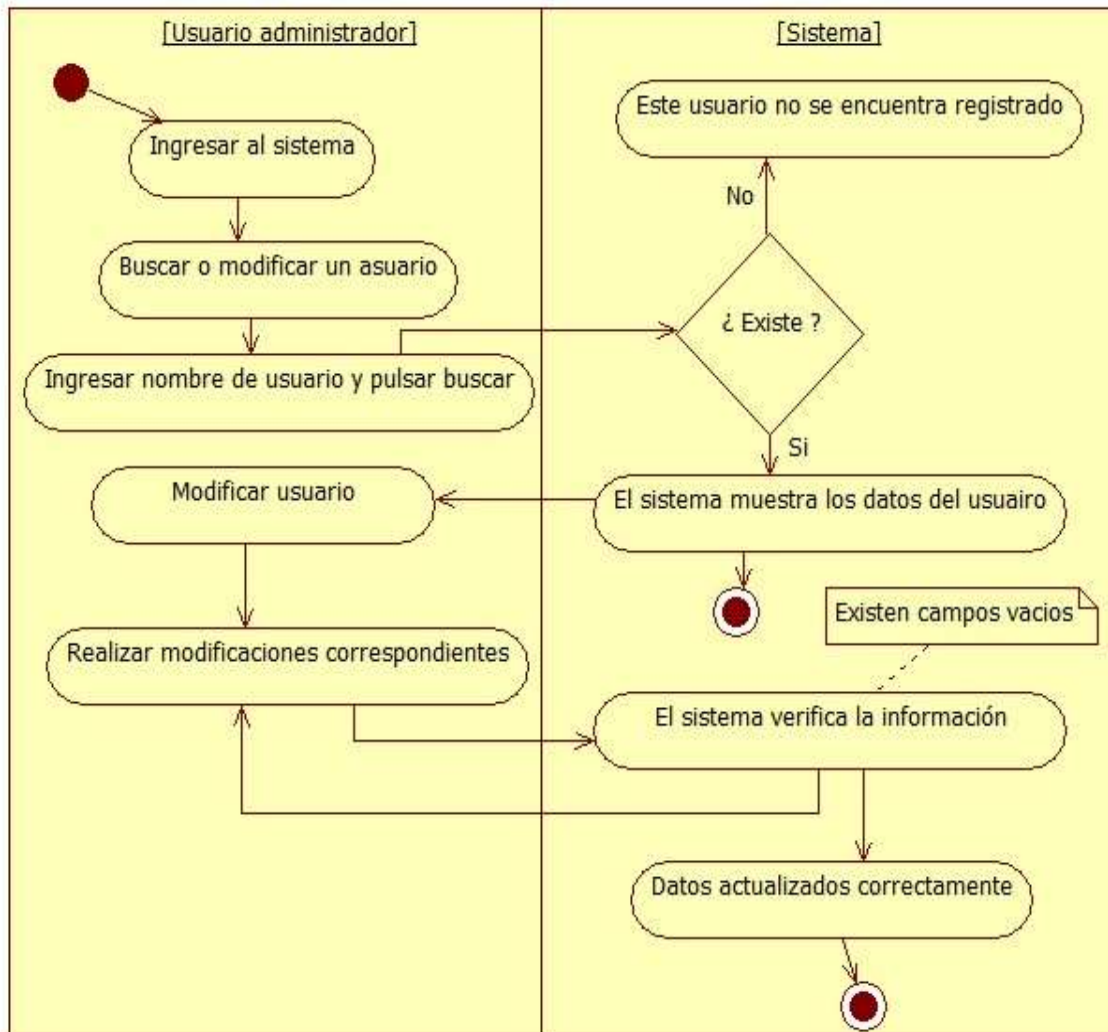


Ilustración 3:Diagrama de actividades, Buscar o modificar usuario

Registrar clientes

Este diagrama muestra el proceso que se debe realizar para registrar un cliente.

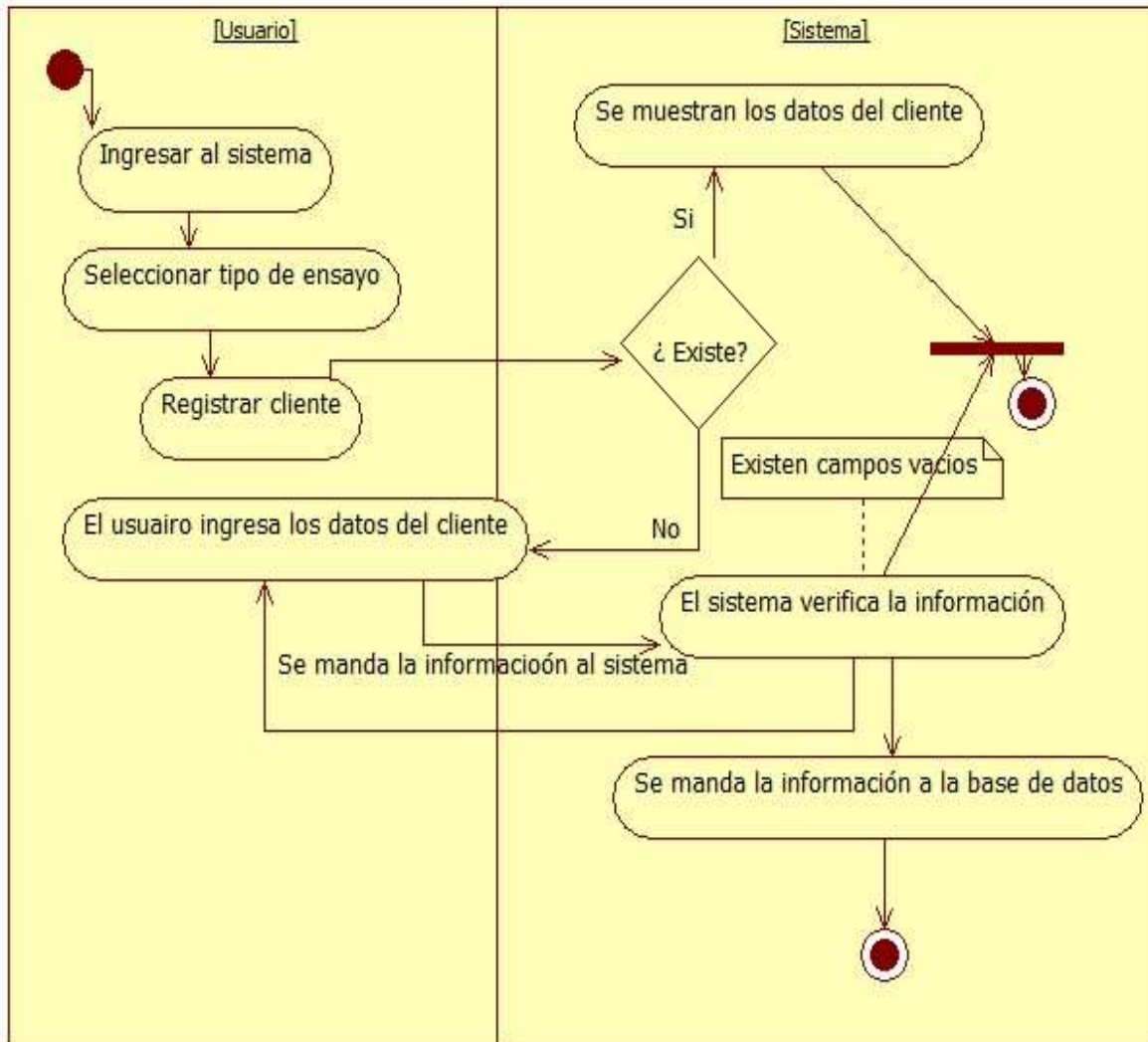


Ilustración 4:Diagrama de actividades, Registrar cliente

Buscar o modificar a un cliente

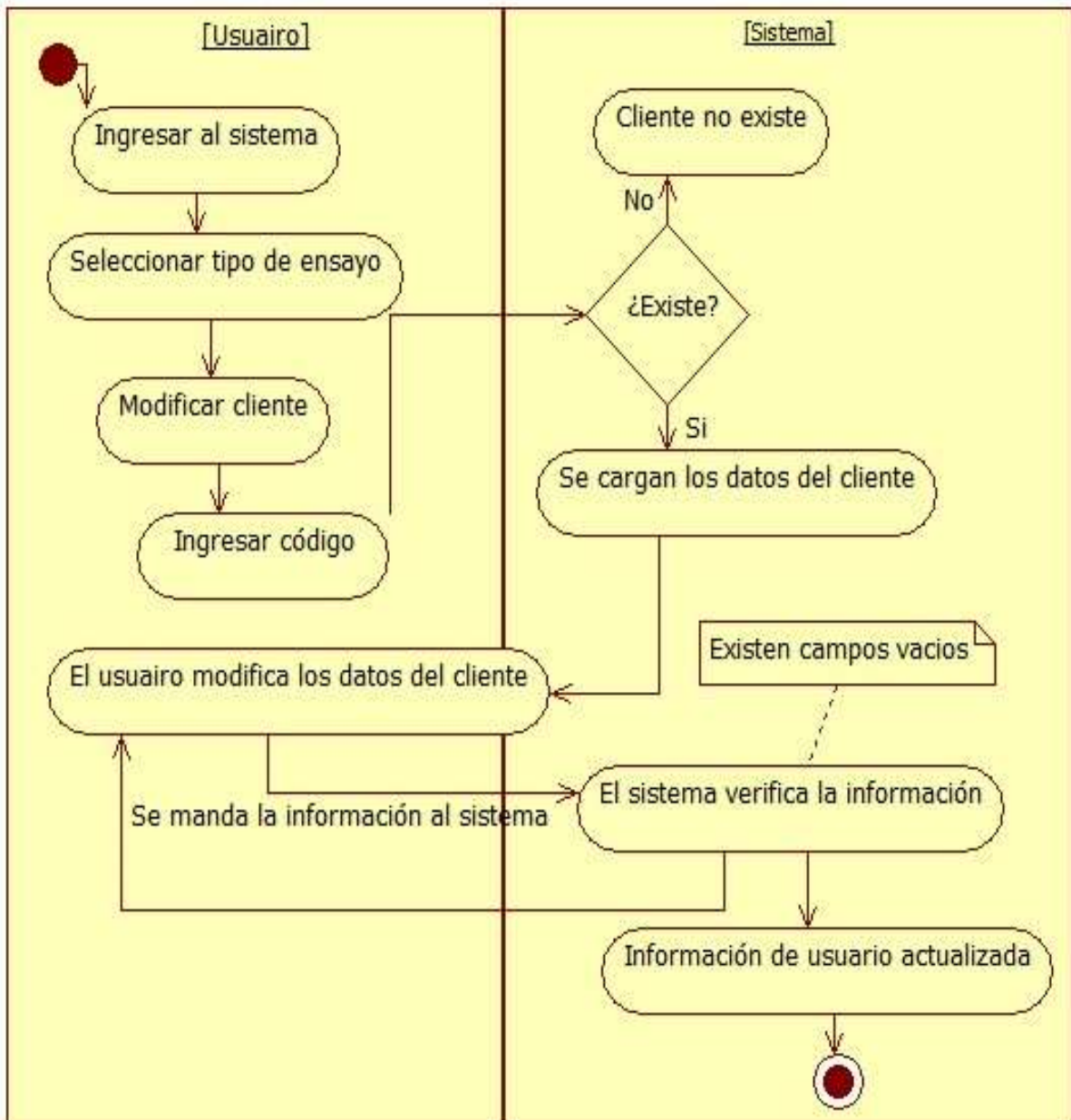


Ilustración 5: Diagrama de actividades, Buscar o modificar cliente

Registrar proyecto

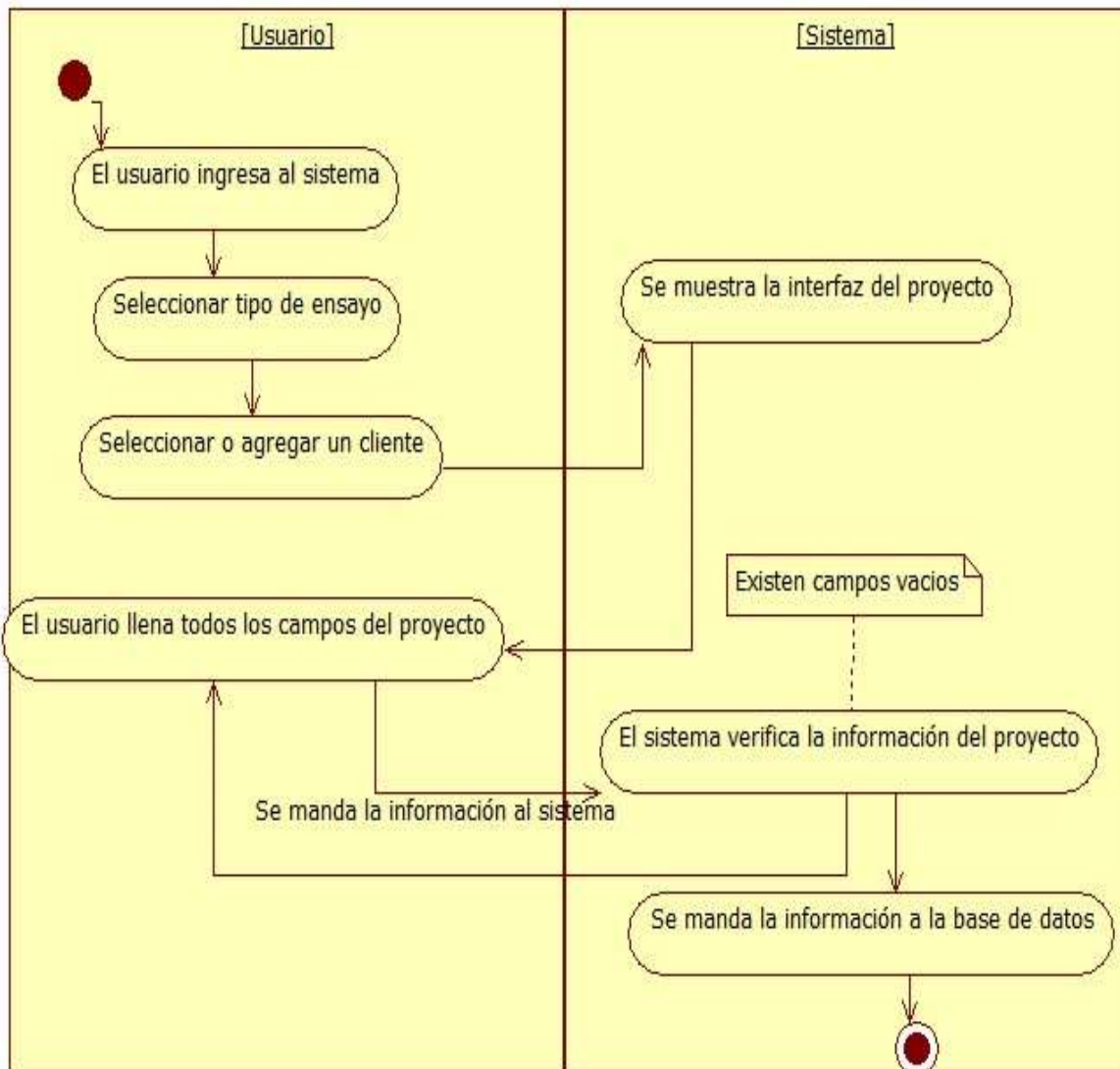


Ilustración 6: Diagrama de actividades, Registrar proyecto

Buscar o modificar un proyecto

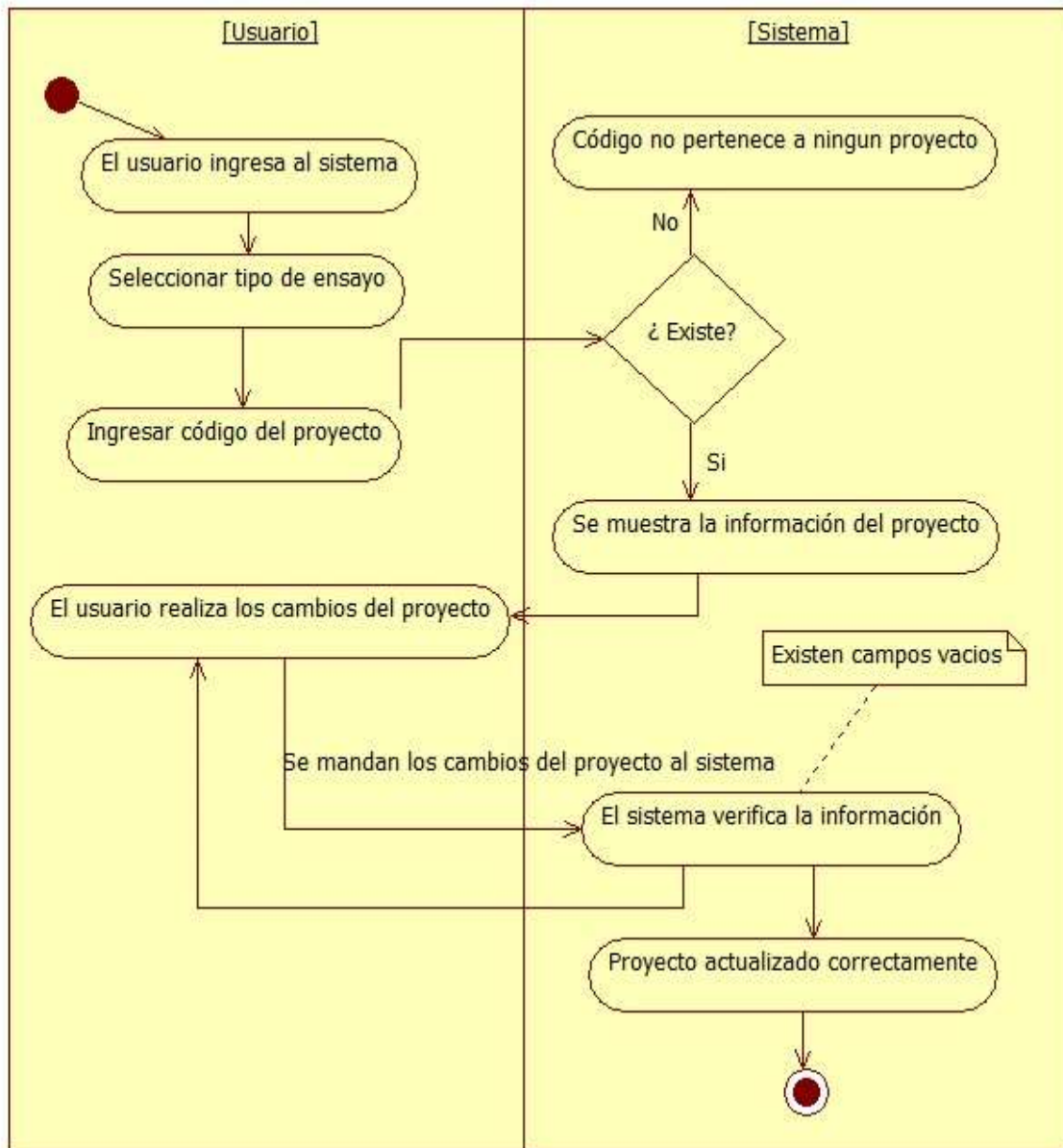


Ilustración 7: Diagrama de actividades, Buscar o modificar proyecto

Diseño de base de datos para el módulo granulometría

A continuación, se muestra un diagrama, donde se reflejan las tablas correspondientes a este módulo. Para mayor detalle revisar base de datos principal.

Ver Ilustración 54: Base de datos principal.

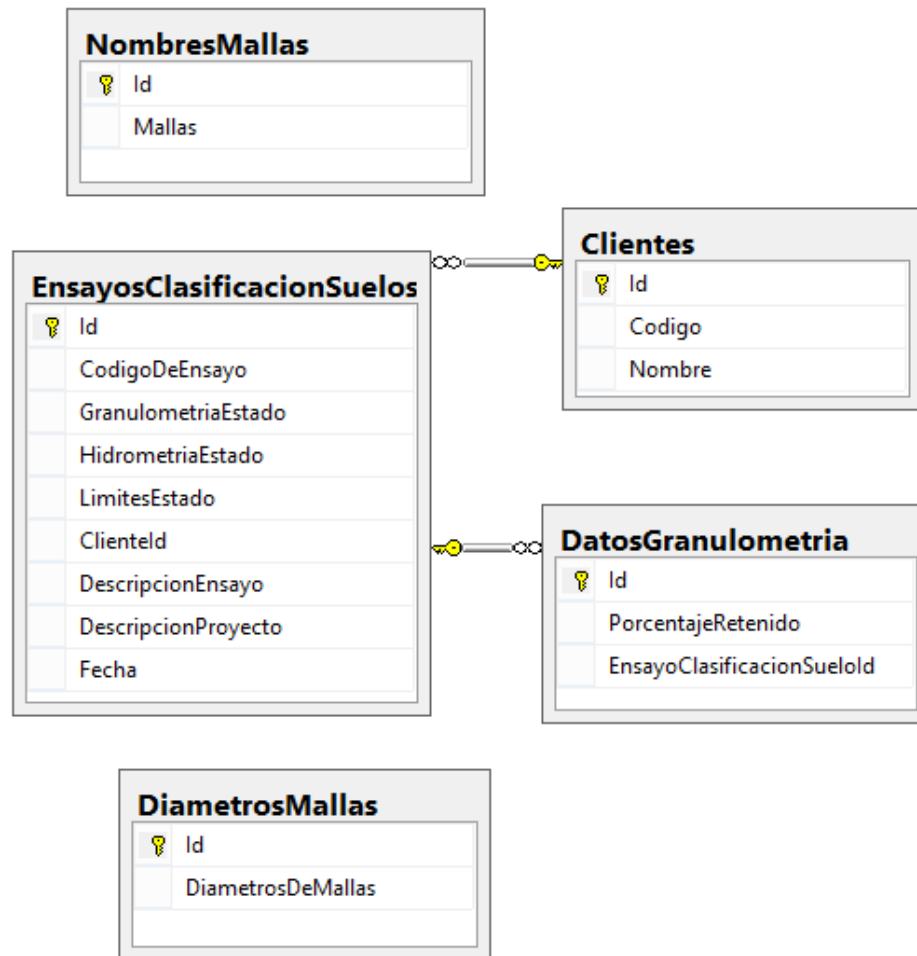


Ilustración 8: Diseño de base de datos para el módulo granulometría

Informe del sistema en base al módulo granulometría

Con respecto al listado de informes que debía generar el sistema en el módulo de granulometría, nos reunimos con el personal del área de geotecnia y se determinó cuáles eran los datos que el sistema debía generar. A continuación, se muestra una imagen donde se representa el reporte.

Formato del reporte en base al módulo granulometría



UNIVERSIDAD
NACIONAL
AUTÓNOMA DE
NICARAGUA,
MANAGUA
UNAN - MANAGUA



IGG-CIGEO
INSTITUTO DE
GEOLOGÍA Y GEOFÍSICA
UNAN-MANAGUA



Reporte de clasificación de suelos

Elaborado para:

Descripción del proyecto:

Código de la muestra:

Fecha:

Sistema SUCS

Clasificación	Límite Líquido	Límite plástico	% Grava	% Arena	% Finos	% Limo	% Arcilla
Arena con grava y fino	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	7	70	8	0	0

Característica : No se puede clasificar el suelo con la simbología establecida por el metodo SUCS, ya que el porcentaje de fino es mayor a 5 y se necesita realizar los ensayos de limites de ATTERBERG o Hidrometría .

Sistema AASHTO

Clasificación	Límite Líquido	Límite plástico	% Grava	% Arena	% Finos	% Limo	% Arcilla
Arena con grava	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	29	57	8	0	0

Característica : No se puede clasificar el suelo con la simbología del metodo AASHTO ya que es necesario realizar el ensayo de Limites de Atterberg o Hidrometría

Ilustración 9: Formato del reporte en base al módulo granulometría

En este informe se puede identificar que los Limos y Arcillas del método SUCS y método AASHTO, los resultados dan cero, esto se debe a que no se está haciendo uso del módulo hidrometría. De igual manera límite líquido y límite plástico pertenecen al módulo Límites de Atterberg, por tal razón los resultados dan cero, ya que no se está haciendo uso de esos módulos.

Diseño de la interfaz gráfica del módulo granulometría

En esta interfaz el usuario ingresará los datos correspondientes para el proyecto de granulometría. Este módulo cuenta con muchas validaciones que permiten al usuario guiarse e identificar posibles errores que este haya cometido. Algunos de los errores comunes podrían ser: dejar campos vacíos. El sistema no deja realizar un proyecto con datos vacíos.

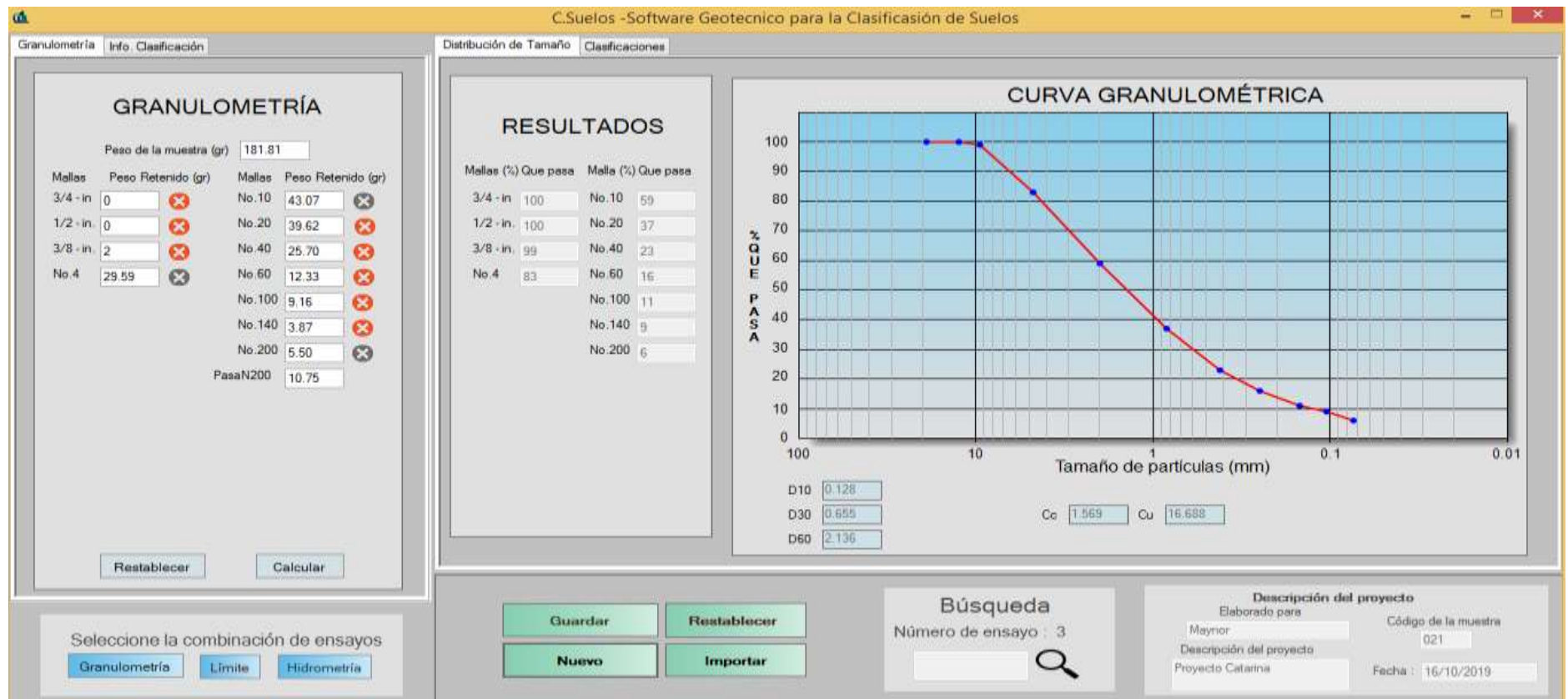


Ilustración 10: Diseño de la interfaz gráfica del módulo granulometría

Descripción del funcionamiento de la interfaz del módulo granulometría

Columna izquierda

En la columna izquierda se muestra el conjunto de mallas que se utilizan para realizar un proyecto. Primeramente, el usuario ingresa el peso de la muestra, este peso no debe sobrepasar los 5000 gramos, luego el usuario ingresa el peso retenido de cada una de las mallas que se hayan utilizado en el proyecto, en el llenado de estas mallas no pueden quedar campos vacíos, de lo contrario el sistema le manda un mensaje al usuario haciéndole saber que hay campos vacíos y este no podrá seguir con el proyecto hasta que haga las correcciones correspondientes.

Las mallas con el icono en color rojo, significa que estas pueden ser eliminadas mientras tanto las mallas con el icono de color gris no se pueden eliminar ya que estas son esenciales en todo proyecto que se vaya a realizar.

Después de haber ingresado todos los campos correspondientes para realizar el proyecto, el usuario debe darle Click al botón calcular, si los datos están correctos el sistema generará la gráfica, de lo contrario el sistema le mandará un mensaje mostrándole que hay errores en dicho proyecto.

En la parte inferior de la columna izquierda, se muestran 3 botones, estos permiten al usuario usar diferentes módulos para realizar un proyecto, sin embargo, en este proyecto solo se hace uso del módulo granulometría.

Columna central

En la columna central se muestran los resultados de cada una de las mallas que fueron utilizadas en el proyecto y en la parte inferior se muestran cuatro botones, con los cuales el usuario puede:

Botón guardar: cuando el proyecto esté terminado, el usuario selecciona guardar (para que el proyecto se guarde correctamente deben de estar todos los datos correctos, de lo contrario el sistema no permitirá guardar el proyecto y mandará un mensaje al usuario, haciéndole saber que hay campos vacíos).

Botón restablecer: la principal función de este botón es restablecer todo el proyecto de clasificación de suelos desde cero, es decir, si el usuario ha realizado un proyecto con datos equivocados y este desea no guardar este proyecto, el usuario solo pulsa el botón restablecer y el sistema elimina todos los datos que el usuario agregó (después que un proyecto ha sido guardado ya no podrá ser restablecido).

Botón Nuevo: este botón permite que el usuario realice un nuevo proyecto, sin necesidad que este vuelva a ejecutar el sistema.

Botón importar: este botón permite que el usuario realice un reporte de un determinado proyecto. Este reporte es necesario para ser entregado como evidencia a clientes que se les haya brindado este servicio.

Columna derecha

En la columna derecha se muestra la curva granulométrica, esta se genera en base a todos los porcentajes del peso de las mallas. Esta grafica le permite al usuario ver el comportamiento de las partículas.

En la parte inferior se muestra una herramienta de búsqueda, la cual le permite al usuario buscar un proyecto que esté almacenado en la base de datos. Además, se muestra un panel donde se visualiza la descripción del proyecto.

Interfaz de clasificación de suelos referente al módulo granulometría

En esta pantalla presentamos los resultados de un proyecto, donde solo se utilizó el módulo granulometría. Cabe mencionar que Limos y arcillas tanto para el método SUCS y AASHTO, no existe, debido a que en este proyecto no se está utilizando el módulo hidrometría.

Ilustración 11: Interfaz de clasificación de suelos referente al módulo granulometría

En esta interfaz se muestran los resultados del proyecto realizado, en base al módulo granulometría. El sistema clasifica por dos tipos de métodos SUCS y AASHTO.

Clasificación método SUCS: en este tipo de clasificación se muestra el tipo de suelo y la característica. En este caso el suelo no se puede clasificar por la simbología establecida ya que el porcentaje de fino es mayor a 5 y se necesita realizar el ensayo de límites de Atterberg.

Los elementos de **%Grava**, **%Arena**, **%Fino** corresponden al módulo granulometría y dan salida a datos correspondientes a un tipo de suelo, además podemos observar que **%Limo**, **%Arcilla** están vacíos, esto se debe a que se necesita utilizar el módulo de Hidrometría o límites de Atterberg.

Clasificación método AASHTO: este tipo de clasificación aborda la misma estructura del método SUCS. Sin embargo, hay una pequeña variación en los resultados, pero ambas son aceptadas para la clasificación de un suelo.

Un punto muy importante que hay que tomar en cuenta en esta ventana de clasificación de suelos, es que la clasificación de suelos varia en la combinación de módulos, es decir, la clasificación de suelos del módulo granulometría es diferente a la clasificación de suelo de la combinación del módulo granulometría en combinación con el módulo hidrometría.

Fase de desarrollo

En esta fase de desarrollo mostraremos algunas de las fórmulas que se utilizó para el desarrollo de este módulo, dichas fórmulas ya están implementadas en el lenguaje de programación.

Ecuaciones

$$Cu = \frac{D60}{D10}$$

$$Cc = \frac{D^2 30}{(D60)(D10)}$$

Programación del Cc y Cu

```
TxtCuA.Text = Math.Round((CalculoCu (Convert.ToDecimal(TxtD10A.Text),  
Convert.ToDecimal(TxtD60A.Text))), 3).ToString();
```

```
TxtCcA.Text = Math.Round((CalculoCc(Convert.ToDecimal(TxtD10A.Text),  
Convert.ToDecimal(TxtD30A.Text), Convert.ToDecimal(TxtD60A.Text))),  
3).ToString();
```

Programación de las fórmulas de D10, D30, D60

```
TxtD10A.Text = Math.Round(CalculoDx(PorcentajeQuePasaGranulometria, 10),  
3).ToString();
```

```
TxtD30A.Text = Math.Round(CalculoDx(PorcentajeQuePasaGranulometria, 30),  
3).ToString();
```

```
TxtD60A.Text = Math.Round(CalculoDx(PorcentajeQuePasaGranulometria, 60),  
3).ToString();
```

Fase de pruebas

Para concluir con este módulo, se hicieron las pruebas correspondientes con los responsables del área de geotecnia. En la siguiente tabla se muestra detalladamente las pruebas que se hicieron con los responsables del área del área de geotecnia.

Prueba.1

Ejecución del caso de Prueba				
Nombre del Caso de Prueba:		Validar peso de muestra a un valor menor o igual a 5000 gr		
Nombre Probador	Paso/Flujo	Valores	Resultado esperado	Resultado obtenido
Wilmor Arce	Ingresar el peso de la muestra	Muestra=7000	Mensaje de error: “El peso total de la muestra no puede sobrepasar los 5000 gramos”	Se obtuvo como resultado un mensaje de error, ver imagen
Decisión de aprobación del caso de prueba				Aprobado

Tabla 36: Prueba 1, granulometría

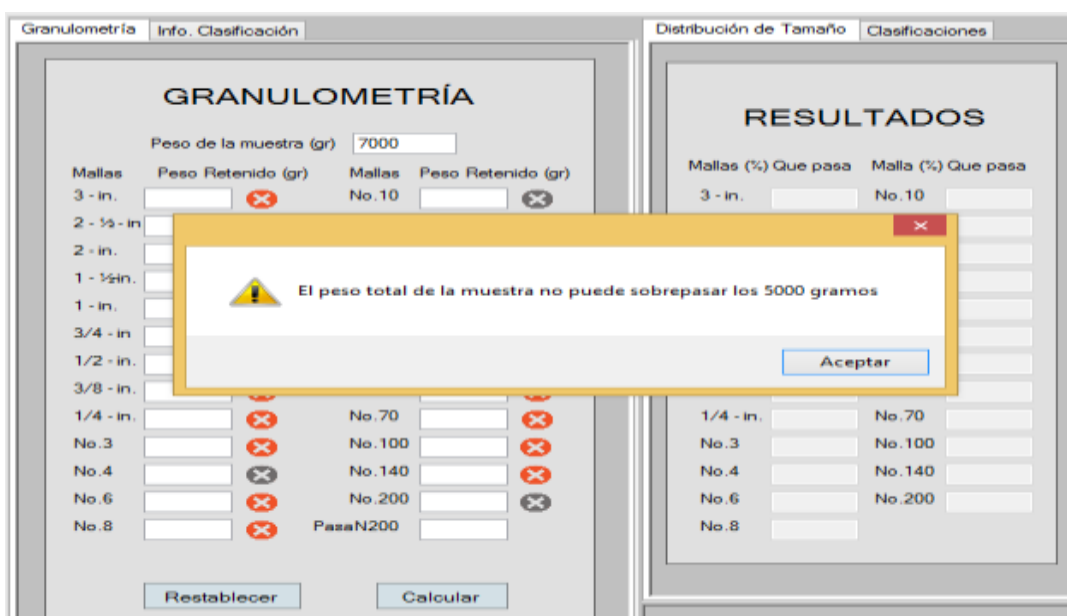


Ilustración 12: Prueba 1, Granulometría

Prueba.2

Ejecución del caso de Prueba				
Nombre del Caso de Prueba:		El peso retenido de las mallas no puede ser superior al pese de la muestra.		
Nombre Probador	Paso/Flujo	Valores	Resultado esperado	Resultado obtenido
Wilmor Arce	Ingresar peso retenido de las mallas cuya suma sea superior al peso de la muestra	Peso muestra=5000 Malla N°3 = 3000 Malla N°10 = 3000	Mensaje error “Peso retenido superior al peso total”	Se obtuvo como resultado un mensaje de error, Ver Ilustración 13: Prueba 2, granulometría.
Decisión de aprobación del caso de prueba				Aprobado

Tabla 37: Prueba 2, granulometría

The image shows two side-by-side software windows. The left window, titled 'Granulometría', has a sub-tab 'Info. Clasificación'. It displays 'GRANULOMETRÍA' and 'Peso de la muestra (gr)' as 5000. Below, there are two columns for 'Mallas' and 'Peso Retenido (gr)'. The first column lists mallas 3-in, 2-1/2-in, 2, 1, 1, 3, 1, 3, 1/4-in, No.3, No.4, No.6, and No.8. The second column lists mallas No.10, No.12, No.70, No.100, No.140, No.200, and 'PasaN200'. The values for mallas 3-in and No.10 are both 3000, and each has a red 'X' icon next to it. A yellow warning dialog box is centered over the interface, containing a warning icon, the text 'Peso retenido superior al peso total', and an 'Aceptar' button. The right window, titled 'Distribución de Tamaño', has a sub-tab 'Clasificaciones' and displays 'RESULTADOS'. It features a grid with two columns: 'Mallas (%) Que pasa' and 'Malla (%) Que pasa'. The first column lists mesh sizes from 3-in down to No.8. The second column lists mesh numbers from No.10 down to No.200. Each cell in the grid contains an empty input field.

Ilustración 13: Prueba 2, granulometría

Prueba.3

Ejecución del caso de Prueba				
Nombre del Caso de Prueba:		Validar que no queden mallas vacías		
Nombre Probador	Paso/Flujo	Valores	Resultado esperado	Resultado obtenido
Wilmor Arce	Llenar peso retenido de las mallas dejando campos vacíos	Malla N°200 = vacío	Mensaje “Debe completar la información de Granulometría”	Se obtuvo como resultado un mensaje de error, ver imagen
Decisión de aprobación del caso de prueba				Aprobado

Tabla 38: Prueba 2, granulometría

The screenshot shows a software interface for granulometry. On the left, the 'GRANULOMETRÍA' section has a sample weight of 101.90 gr. Below it, a table lists sieves and their retained weights, all of which are zero. On the right, the 'RESULTADOS' section is empty. A yellow error dialog box is overlaid on the interface, stating 'Hay Campos Vacíos. Debe completar la información de Granulometria.' with an 'Aceptar' button.

Ilustración 14: Prueba 3, granulometría

Prueba .4

Ejecución del caso de Prueba				
Nombre del Caso de Prueba:		Validar que las mallas N° 4, 10, 200 no se puedan eliminar		
Nombre Probador	Paso/Flujo	Valores	Resultado esperado	Resultado obtenido
Wilmor Arce	Eliminar las mallas N° 4, 10, 200	Malla N°4 Malla N°10 Malla N°200	Las mallas N° 4, 10, 200 no pueden ser eliminadas por el usuario.	Se obtuvo como resultado que las mallas N° 4, 10, 200 Ver Ilustración 15: Prueba 4, granulometría
Decisión de aprobación del caso de prueba				Aprobado

Tabla 39:Prueba 4, granulometría

The image shows a software interface for granulometry testing, divided into two main sections: 'GRANULOMETRÍA' and 'RESULTADOS'.

GRANULOMETRÍA (Left Panel):

- Weight of the sample (gr): 300
- Mallas (Sieves) and Retained Weight (gr):
 - No. 4: 124
 - No. 10: 80
 - No. 200: 43
- Pasa N200: 51

RESULTADOS (Right Panel):

- Mallas (%) Que pasa (Percentage of material passing):
 - No. 4: [Empty field]
 - No. 10: [Empty field]
 - No. 200: [Empty field]

Ilustración 15: Prueba 4, granulometría

Prueba.5

Ejecución del caso de Prueba				
Nombre del Caso de Prueba:		Guardar proyecto de granulometría con campos vacíos		
Nombre Probador	Paso/Flujo	Valores	Resultado esperado	Resultado obtenido
Wilmor Arce	Guardar proyecto de granulometría con todas las mallas vacías	Todas las mallas vacías	Mensaje error" Debe completar o revisar información en granulometría"	Se obtuvo como resultado que el sistema manda un mensaje al usuario, ver Ilustración 16: Prueba 5, granulometría
Decisión de aprobación del caso de prueba				Aprobado

Tabla 40: Prueba 5, granulometría

The screenshot shows a software application for granulometry. The left panel, titled 'GRANULOMETRÍA', includes a 'Peso de la muestra (gr)' input field and a table of sieves. The right panel, titled 'RESULTADOS', includes a table for 'Mallas (%) Que pasa' and a graph showing '% QUE PASA' on the y-axis. A yellow warning dialog box is overlaid on the interface, stating 'Hay Campos Vacíos o Datos incorrectos. Debe completar o revisar la información en Granulometría.' Below the dialog are buttons for 'Restablecer', 'Guardar', 'Restablecer', 'Nuevo', and 'Importar'.

Ilustración 16: Prueba 5, granulometría

Segundo incremento: Módulo hidrometría

El principal objetivo del análisis del hidrómetro es obtener el porcentaje de arcilla (porcentaje más fino que 0.002 mm) ya que la curva de distribución granulométrica cuando más del 12% del material pasa a través del tamiz No.200 no se utiliza como criterio dentro de ningún sistema de clasificación de suelos y no existe ningún tipo de conducta particular del material que dependa intrínsecamente de la forma de dicha curva. La conducta de la fracción de suelo cohesivo del suelo dado depende principalmente del tipo y porcentaje de arcilla presente, de su historia geológica y del contenido de humedad más que de la distribución misma de los tamaños de partícula.

La ley fundamental para realizar análisis granulométrico por hidrómetro es formulada por Stokes, en esta ley se enuncia que si una partícula esférica cae dentro del agua adquiere pronto una velocidad uniforme que depende del diámetro de la partícula, de su densidad y de la viscosidad del agua.

Fase de análisis

Entrevistas al personal del área de geotecnia en base al módulo hidrometría

1. ¿De qué trata hidrometría?
2. ¿De qué trata el D10, D30, D60?
3. ¿Cómo funciona el método SUCS y el método AASHTO?
4. ¿Cómo funciona la gráfica de granulometría en combinación con hidrometría?
5. ¿Cuál es la función del Cc y Cu?
6. ¿Qué relación hay entre la lectura del hidrómetro y la temperatura?
7. ¿Qué es ponderación?
8. ¿Cuándo hay que utilizar el método de ponderación?
9. ¿El módulo hidrometría depende del módulo granulometría?
10. ¿Se puede combinar el módulo Hidrometría con los módulos Granulometría y límites de Atterberg?

Levantamiento de requerimientos para el módulo hidrometría

En relación al segundo módulo (hidrometría) se realizó el levantamiento de requerimientos necesarios para empezar el desarrollo de este. Hidrometría toma muchas funciones del módulo granulometría, por lo cual para que este módulo pueda funcionar, se necesita que el módulo de granulometría se esté utilizando.

Lista de requerimientos para el módulo hidrometría

El código del requerimiento funcional se lee Requerimiento funcional Granulometría (RFH).

Número de requerimiento	RFH1
Nombre de requerimiento	Módulo Hidrometría
Objetivo	Permitir al usuario activar el módulo hidrometría
Tipo	<input checked="" type="checkbox"/> Requisito <input type="checkbox"/> Restricción
Fuente del requisito	Responsables del área de Geotecnia
Prioridad del requisito	<input checked="" type="checkbox"/> Alta/Esencial <input type="checkbox"/> Media/Deseado <input type="checkbox"/> Baja/ Opcional
Descripción del requerimiento	Para que el módulo hidrometría se pueda activar, debe estar activo el módulo granulometría. Si el usuario tiene desactivado el módulo granulometría, el sistema no permitirá la activación del módulo hidrometría.

Tabla 41: RFH1

Número de requerimiento	RFH2
Nombre de requerimiento	Peso de la muestra
Objetivo	Restringir al usuario el ingreso del peso de la muestra
Tipo	<input type="checkbox"/> Requisito <input checked="" type="checkbox"/> Restricción
Fuente del requisito	Responsables del área de Geotecnia
Prioridad del requisito	<input checked="" type="checkbox"/> Alta/Esencial <input type="checkbox"/> Media/Deseado <input type="checkbox"/> Baja/ Opcional
Descripción del requerimiento	El sistema debe permitir el ingreso de la muestra con un valor mayor que cero. Si el usuario ingresa un valor de cero el sistema le manda un mensaje de error indicando que hay datos incorrectos. El peso de la muestra debe ser mayor a cero.

Tabla 42: RFH2

Número de requerimiento	RFH3
Nombre de requerimiento	Números negativos
Objetivo	Restringir al usuario el ingreso de números negativos
Tipo	<input type="checkbox"/> Requisito <input checked="" type="checkbox"/> Restricción
Fuente del requisito	Responsables del área de Geotecnia
Prioridad del requisito	<input checked="" type="checkbox"/> Alta/Esencial <input type="checkbox"/> Media/Deseado <input type="checkbox"/> Baja/ Opcional
Descripción del requerimiento	El sistema no debe permitir el ingreso de números negativos. Si el usuario intenta ingresar números negativos el sistema desactiva esos controles y no permite el ingreso de estos.

Tabla 43: RFH3

Número de requerimiento	RFH4
Nombre de requerimiento	Ingreso de letras
Objetivo	Restringir al usuario el ingreso de letras
Tipo	<input type="checkbox"/> Requisito <input checked="" type="checkbox"/> Restricción
Fuente del requisito	Responsables del área de Geotecnia
Prioridad del requisito	<input checked="" type="checkbox"/> Alta/Esencial <input type="checkbox"/> Media/Deseado <input type="checkbox"/> Baja/ Opcional
Descripción del requerimiento	El sistema no debe permitir el ingreso de letras en los campos (Peso de la muestra, Lectura del hidrómetro, Gravedad específica, Temperatura,). Si el usuario intenta ingresar este tipo de caracteres el sistema desactiva los controles y no permite el ingreso de estos.

Tabla 44: RFH4

Número de requerimiento	RFH5
Nombre de requerimiento	Peso de la muestra
Objetivo	Restringir al usuario el ingreso del peso de la muestra mayor a 100 gr
Tipo	<input checked="" type="checkbox"/> Requisito <input type="checkbox"/> Restricción
Fuente del requisito	Responsables del área de Geotecnia
Prioridad del requisito	<input checked="" type="checkbox"/> Alta/Esencial <input type="checkbox"/> Media/Deseado <input type="checkbox"/> Baja/ Opcional
Descripción del requerimiento	Cuando se vaya a utilizar el módulo hidrometría, se debe ingresar un peso de la muestra menor a 100gr, ya que es una cantidad establecida por los responsables del área de geotecnia.

Tabla 45: RFH5

Número de requerimiento	RFH6
Nombre de requerimiento	Lectura del hidrómetro
Objetivo	Permitir al usuario ingresar lectura del hidrómetro de la manera establecida.
Tipo	<input checked="" type="checkbox"/> Requisito <input type="checkbox"/> Restricción
Fuente del requisito	Responsables del área de Geotecnia
Prioridad del requisito	<input checked="" type="checkbox"/> Alta/Eencial <input type="checkbox"/> Media/Deseado <input type="checkbox"/> Baja/ Opcional
Descripción del requerimiento	El usuario debe de ingresar la lectura del hidrómetro de manera correcta para que el sistema pueda funcionar. La lectura del hidrómetro deberá estar en un rango de 1 a 1.038. Si el usuario ingresa datos fuera de lo establecido, el sistema limpia el dato ingresado y manda un mensaje de error al usuario.

Tabla 46: RFH6

Número de requerimiento	RFH7
Nombre de requerimiento	Rango límite de temperatura
Objetivo	Permitir al usuario ingresar los rangos de temperatura establecida
Tipo	<input checked="" type="checkbox"/> Requisito <input type="checkbox"/> Restricción
Fuente del requisito	Responsables del área de Geotecnia
Prioridad del requisito	<input checked="" type="checkbox"/> Alta/Eencial <input type="checkbox"/> Media/Deseado <input type="checkbox"/> Baja/ Opcional
Descripción del requerimiento	El usuario debe de ingresar la temperatura del hidrómetro, de manera correcta para que el sistema pueda funcionar correctamente. Si el usuario ingresa datos fuera de lo establecido, el sistema limpia el dato ingresado y manda un mensaje al usuario mostrando que hay errores. La temperatura establecida debe estar en un rango entre 10° y 30°.

Tabla 47: RFH8

Número de requerimiento	RFH8
Nombre de requerimiento	Combinar módulos
Objetivo	Permitir al usuario combinar los módulos granulometría, hidrometría y límites de Atterberg.
Tipo	<input checked="" type="checkbox"/> Requisito <input type="checkbox"/> Restricción
Fuente del requisito	Responsables del área de Geotecnia

Prioridad del requisito	<input checked="" type="checkbox"/> Alta/Eencial <input type="checkbox"/> Media/Deseado <input type="checkbox"/> Baja/ Opcional
Descripción del requerimiento	El usuario puede realizar un proyecto con el uso del módulo granulometría, hidrometría y límite. Esto se realiza usando el panel (seleccione la combinación de ensayos), en este panel el usuario puede activar o desactivar la pestaña hidrometría cuando sea necesario. En caso que el módulo de granulometría no este activo, no se puede utilizar el módulo de hidrometría. Por defecto solo estará activo granulometría.

Tabla 48: RFH8

Número de requerimiento	RFH9
Nombre de requerimiento	Combinar grafica
Objetivo	Mostrar al usuario la combinación de las gráficas del módulo granulometría y el módulo hidrometría.
Tipo	<input checked="" type="checkbox"/> Requisito <input type="checkbox"/> Restricción
Fuente del requisito	Responsables del área de Geotecnia
Prioridad del requisito	<input checked="" type="checkbox"/> Alta/Eencial <input type="checkbox"/> Media/Deseado <input type="checkbox"/> Baja/ Opcional
Descripción del requerimiento	La combinación de las gráficas de granulometría e hidrometría permitirá al usuario identificar el comportamiento de ambas y el punto de unión.

Tabla 49: RFH9

Número de requerimiento	RFH10
Nombre de requerimiento	Clasificación método SUCS y método AASHTO
Objetivo	Mostrar clasificación por el método SUCS y Método AASHTO
Tipo	<input checked="" type="checkbox"/> Requisito <input type="checkbox"/> Restricción
Fuente del requisito	Responsables del área de Geotecnia
Prioridad del requisito	<input checked="" type="checkbox"/> Alta/Eencial <input type="checkbox"/> Media/Deseado <input type="checkbox"/> Baja/ Opcional
Descripción del requerimiento	El sistema debe permitir clasificar un suelo por el método SUCS y método AASHTO.

Tabla 50: RFH10

Número de requerimiento	RFH11
Nombre de requerimiento	Calcular ensayo con campos vacíos
Objetivo	Restringir al usuario dejar campos vacíos
Tipo	<input checked="" type="checkbox"/> Requisito <input type="checkbox"/> Restricción
Fuente del requisito	Responsables del área de Geotecnia
Prioridad del requisito	<input checked="" type="checkbox"/> Alta/Esencial <input type="checkbox"/> Media/Deseado <input type="checkbox"/> Baja/ Opcional
Descripción del requerimiento	El sistema no debe permitir hacer los cálculos si no se han llenado los campos correctamente. Cuando se pulse el botón " Calcular " y hay campos vacíos, el sistema manda un mensaje de error e interrumpe la acción del usuario.

Tabla 51: RFH11

Número de requerimiento	RFH12
Nombre de requerimiento	Guardar ensayo con campos vacíos
Objetivo	Restringir al usuario dejar campos vacíos
Tipo	<input checked="" type="checkbox"/> Requisito <input type="checkbox"/> Restricción
Fuente del requisito	Responsables del área de Geotecnia
Prioridad del requisito	<input checked="" type="checkbox"/> Alta/Esencial <input type="checkbox"/> Media/Deseado <input type="checkbox"/> Baja/ Opcional
Descripción del requerimiento	El sistema no debe permitir Guardar con campos vacíos. Cuando se pulse el botón Guardar y el sistema encuentra campos vacíos, este manda un mensaje de error e interrumpe la acción del usuario.

Tabla 52: RFH12

Fase de diseño

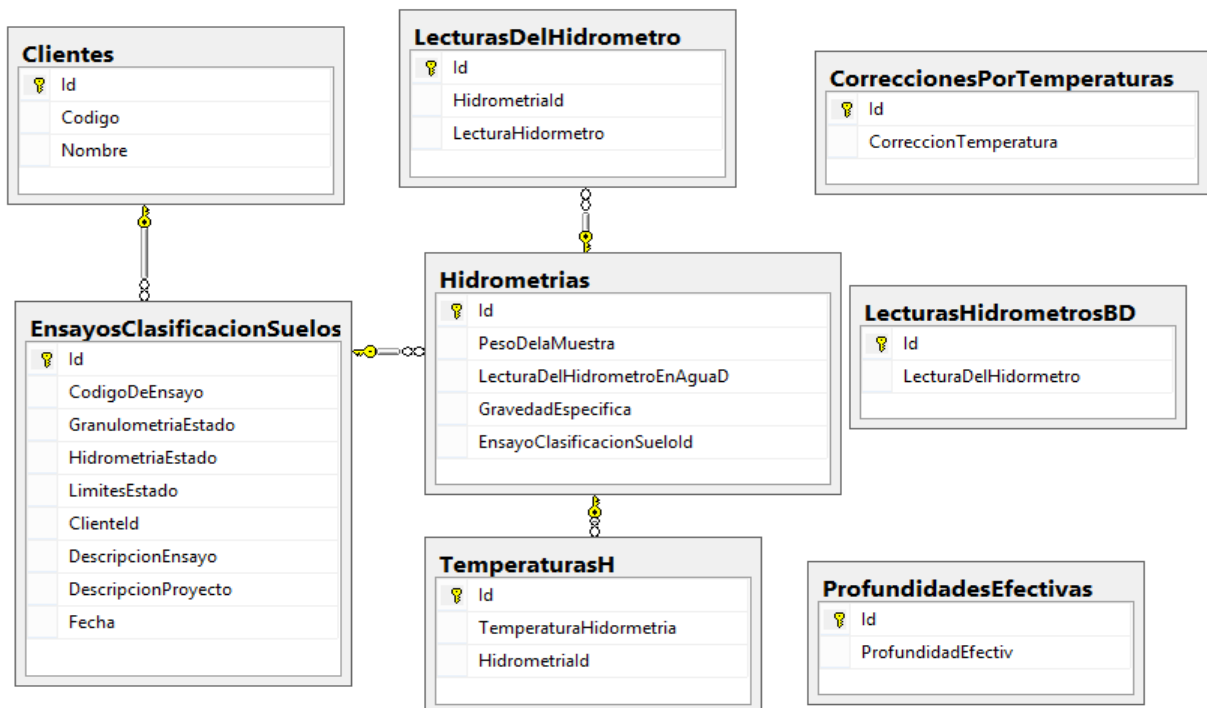
Diagramas de actividades

El conjunto de diagramas correspondientes a este módulo es similar al módulo de granulometría, por lo cual no realizamos diagramas correspondientes a este módulo. Para mayor información revisar diagramas de actividades del módulo granulometría.

Entidades referentes al módulo hidrometría

En este diagrama presentamos todas las entidades correspondientes al módulo hidrometría. El diseño de todas y cada una de estas fue necesario para que este módulo funcionara con exactitud. Cabe mencionar que la representación de estas entidades se muestra a detalle en diagrama principal de la base de datos. **Ver Ilustración 54: Base de datos principal.**

Tabla 53: Diagrama de base de datos para el módulo Hidrometría



Informe del sistema en base al módulo hidrometría

Este reporte es la combinación del módulo de granulometría e hidrometría. El formato de reporte es el mismo que utiliza el módulo granulometría, sin embargo, el módulo hidrometría da salida a Limo y Arcilla SUCS Y Limo y Arcilla AASHTO.

Formato del reporte en base al módulo granulometría en combinación con el módulo hidrometría

	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA, MANAGUA UNAN - MANAGUA		IGG-CIGEO INSTITUTO DE GEOLOGÍA Y GEOFÍSICA	
---	---	---	---	--

Reporte de clasificación de suelos

Elaborado para:

Descripción del proyecto:

Código de la muestra:

Fecha:

Sistema SUCS

Clasificación	Límite Líquido	Límite plástico	% Grava	% Arena	% Finos	% Limo	% Arcilla
Arena con grava y fino	0	0	6	74	6	0.51	5.49

Característica : No se puede clasificar el suelo con la simbología establecida por el método SUCS, ya que el porcentaje de fino es mayor a 5 y se necesita realizar los ensayos de límites de ATTERBERG o Hidometría .

Sistema AASHTO

Clasificación	Límite Líquido	Límite plástico	% Grava	% Arena	% Finos	% Limo	% Arcilla
Suelo A-2 (0)	0	0	26	55	6	3.47	2.53

Característica : Material granular con o sin presencia de Limo o Arcilla. ((PARA CLASIFICAR EL SUELO EN LOS SUBGRUPOS A-2-4, A-2-5, A-2-6, A-2-7 SE DEBE DE REALIZAR LOS LÍMITES DE ATTERBERG))

Ilustración 17: Informe del sistema en base al módulo Hidrometría

En este informe ya se presentan los Limos y Arcillas tanto para el método SUCS y método AASHTO, debido a que se está haciendo uso del módulo hidrometría, sin embargo, se puede observar que los límites líquidos y límite plástico para ambos métodos, siguen teniendo valor de cero, esto se da, debido a que no se está usando el módulo límites de Atterberg.

Interfaz principal del módulo hidrometría

En esta interfaz del módulo hidrometría, mostramos el desarrollo de un proyecto donde se utilizó la combinación del módulo granulometría e hidrometría.

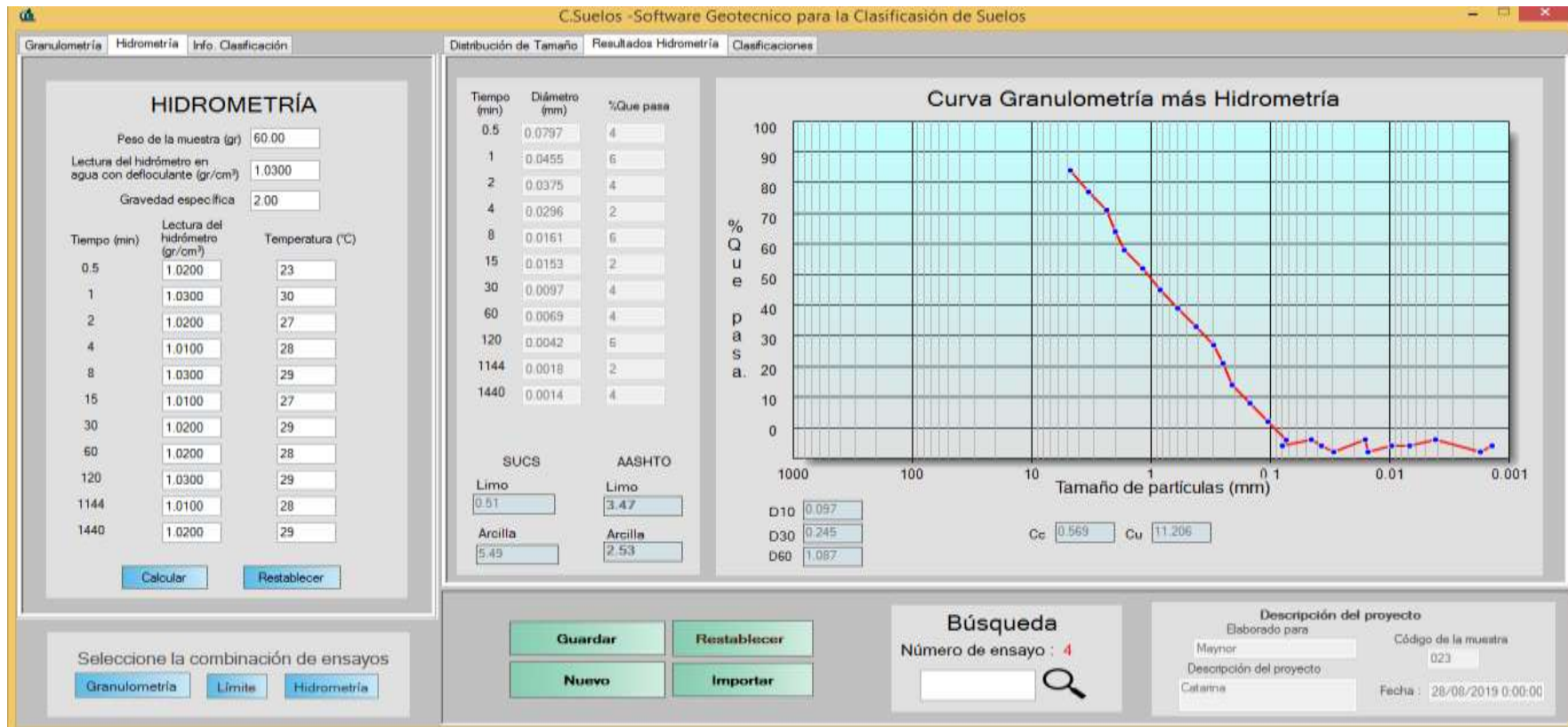


Ilustración 18: Interfaz principal del módulo hidrometría

Descripción del funcionamiento de la interfaz del módulo hidrometría

Nota: para que el módulo hidrometría pueda funcionar debe estar activo el módulo Granulometría.

Columna izquierda: para el uso de esta interfaz, primeramente, se agrega el peso de la muestra, el cual no debe ser mayor a 100gr. Posteriormente se agrega la lectura del hidrómetro. Seguidamente se van llenando los campos lectura del hidrómetro en relación al tiempo y a la temperatura (la temperatura debe de estar entre 10° y 30°).

Columna central: en esta columna se presentan los resultados de la lectura del hidrómetro y el porcentaje que pasa en cada una de la lectura del hidrómetro. En la parte inferior se encuentran los resultados del método SUCS y AASHTO, cada uno de estos métodos presenta limos y arcillas.

Columna derecha: en la columna derecha se puede apreciar la curva de granulometría más hidrometría. Esta grafica representa la unión de la gráfica de granulometría en combinación con la gráfica de hidrometría. Esta grafica sirve al usuario como punto de referencia para interpretar el comportamiento de las partículas.

Las demás herramientas que se encuentran en esta interfaz son las mismas que presenta el módulo granulometría, por lo cual no se hará mención sobre ellas (revisar módulo granulometría).

Interfaz de clasificación de suelos referente al módulo hidrometría

En esta pantalla presentamos los resultados de un proyecto en el cual se combinó el módulo granulometría e hidrometría. Cabe mencionar que en esta interfaz los Limos y Arcillas del método SUCS y AASHTO, si se muestran resultados, ya que se esa haciendo uso del módulo hidrometría.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA, MANAGUA
UNAN-MANAGUA

IGG-CIGEO
INSTITUTO DE GEOLOGÍA Y GEOFÍSICA
UNAN-MANAGUA

Seleccione la combinación de ensayos
Granulometría Límite Hidrometría

Clasificación Método SUCS

Tipo de Suelo : Arena con grava y fino

Característica : No se puede clasificar el suelo con la simbología establecida por el método SUCS, ya que el porcentaje de fino es mayor a 5 y se necesita realizar los ensayos de límites de ATTERBERG o Hidrometría

% Grava	% Arena	% Fino	% Limo	% Arcilla
6	74	6	0.51	5.49

Clasificación Método AASHTO

Tipo de Suelo : Suelo A-2 (0)

Característica : Material granular con o sin presencia de Limo o Arcilla ((PARA CLASIFICAR EL SUELO EN LOS SUBGRUPOS A-2-4, A-2-5, A-2-6, A-2-7 SE DEBE DE REALIZAR LOS LÍMITES DE ATTERBERG))

% Grava	% Arena	% Fino	% Limo	% Arcilla
26	55	6	3.47	2.53

Guardar Restablecer

Nuevo Importar

Búsqueda
Número de ensayo : 4

Descripción del proyecto
Elaborado para
Código de la muestra
Descripción del proyecto
Fecha : 28/08/2019 0:00:00

Ilustración 19: Interfaz de clasificación de suelos referente al módulo hidrometría

Descripción de la interfaz de clasificación de suelos referente al módulo Límites de Atterberg

En esta interfaz podemos identificar la clasificación por el método SUCS y el método AASTHO.

En la parte inferior de cada uno de estos métodos de clasificación de suelos, podemos identificar los porcentajes de: **%Grava**, **% Arena**, **% Fino**, **%Limo**, **%Arcilla** para ambos métodos de clasificación de suelos. Estos porcentajes de cada método de clasificación de suelos, son los más importantes, debido a que estos son los datos que se le entregan a los clientes que le realiza el servicio de clasificación de suelos.

Fase de desarrollo

Para poder desarrollar este módulo, fue necesario utilizar fórmulas matemáticas complejas, las cuales debieron ser implementadas en el lenguaje de programación para poder realizar cada una de las funciones con las cuales cuenta este módulo.

Fórmulas

Corrección por defloculante y punto cero

$$Cd = \tau' + cm \pm ct$$

Donde:

τ' : Lectura del hidrómetro con defloculante únicamente (g/cm³)

cm : Corrección por menisco (g/cm³)

ct : Corrección por temperatura (g/cm³)

Lectura de hidrómetro corregida

$$R = R' + cm$$

Cálculo de diámetro de las partículas

$$D = \sqrt{\left[\frac{30\eta}{981(G_s - 1)\gamma_w} \right] xLT}$$

η = Coeficiente de viscosidad del agua

G_s = Gravedad específica del suelo (g/cm³)

γ_w = Peso específico del agua (g/cm³)

$$\eta = 0.0178 - 5.684 \times 10^{-4}T + 1.115 \times 10^{-5}T^2 - 1.017 \times 10^{-7}T^3$$

Cálculo del porcentaje finos al tamaño "D" o porcentaje de suelo en suspensión

$$Ni = \frac{Gs}{Gs} - 1 * \frac{Vol}{Ws} * \gamma_w * (Rr - Rw) * 100$$

Donde:

G_s : Gravedad específica (g/cm³)

Vol : Volumen de la probeta (cm³)

W_s : Peso de la muestra seca (grs)

γ_w : Peso específico del agua (g/cm³)

R_r : Lectura del hidrómetro registrado (g/cm³)

R_w : Lectura del hidrómetro en el agua a 20 °C que es igual a 1 (g/cm³)

Cálculo del porcentaje que pasa

$$\%QP = \%QPTN^{\circ} \frac{200}{100} * Ni$$

Cálculo del porcentaje retenido

$$\%R = \%QPTN^{\circ} 200 - \%QP$$

Gravedad específica

$$G_s = \frac{W_s}{W_{fw} + W_s - W_{fsw}}$$

Donde:

G_s = Gravedad específica de las partículas sólidas del suelo

W_s = Peso seco del suelo

W_{fsw} = Peso del frasco + peso del suelo + peso del agua.

W_{fw} = Peso del frasco + peso del agua (de la curva de calibración).

Fase de pruebas

Al concluir con este módulo, se prosiguió a la fase de pruebas, en las cuales se efectuaron las siguientes tablas para una mejor comprensión

Prueba 1.

Ejecución del caso de Prueba				
Nombre del Caso de Prueba:		Validar peso de muestra		
Nombre Probador	Paso/Flujo	Valores	Resultado esperado	Resultado obtenido
Wilmor Arce	Ingresar el peso de la muestra con valor superior a 100 gr.	Muestra=120	Mensaje de error: "Peso de la muestra no debe ser mayor a 100Gr"	Se obtuvo como resultado un mensaje de error Ver imagen.
Decisión de aprobación del caso de prueba				Aprobado

Tabla 54: Prueba 1, Hidrometría

The screenshot shows a software application window titled "HIDROMETRÍA". In the center, a yellow error dialog box is displayed with the text: "Error. Peso de la muestra no debe ser mayor a 100Gr." and an "Aceptar" button. In the background, the main application window has a tab labeled "Hidrometría" selected. It features a text input field for "Peso de la muestra (gr)" containing the value "120". To the right, there is a table for sieve analysis with columns for "Tiempo (min)", "Diámetro (mm)", and "%Que pasa". The table lists sieve sizes 4, 8, 15, 30, 60, 120, and 1144. Below the table, there are sections for "SUCS" and "AASHTO" methods, each with a "Limo" input field.

Prueba 2.

Ejecución del caso de Prueba				
Nombre del Caso de Prueba:		Validar que la lectura del hidrómetro		
Nombre Probador	Paso/Flujo	Valores	Resultado esperado	Resultado obtenido
Wilmor Arce	Ingresar lectura del hidrómetro fuera del rango establecido	Muestra=1.05	Mensaje de error: "La lectura del hidrómetro debe estar entre 1 y 1.038"	Se obtuvo como resultado un mensaje de error, Ver Ilustración 19: Prueba 1, Hidrometría.
Decisión de aprobación del caso de prueba				Aprobado

Tabla 55: Prueba 2, Hidrometría

The screenshot shows a software interface for hydrometry. The main window is titled "HIDROMETRÍA" and contains input fields for "Peso de la muestra (gr)" (60) and "Lectura del hidrómetro en agua con defloculante (gr/cm³)" (1.5). An error dialog box is overlaid, displaying a warning icon and the message: "Error. La lectura del Hidrómetro debe estar entre 1 y 1.038". The dialog has an "Aceptar" button. In the background, there are tables for "Distribución de Tamaño" and "Resultados Hidrometría".

Ilustración 19: Prueba 1, Hidrometría

Prueba 3.

Ejecución del caso de Prueba				
Nombre del Caso de Prueba:		Validar que la temperatura		
Nombre Probador	Paso/Flujo	Valores	Resultado esperado	Resultado obtenido
Wilmor Arce	Ingresar temperatura superior al rango establecido (10° y 30°)	Muestra=35°	Mensaje de error: “La temperatura debe estar entre 10° y 30°”	Se obtuvo como resultado un mensaje de error , Ver Ilustración 20: Prueba 3, Hidrometría.
Decisión de aprobación del caso de prueba				Aprobado

Tabla 56: Prueba 3, Hidrometría

The screenshot shows a software application for hydrometry. The main window has several tabs: 'Granulometría', 'Hidrometría', 'Info. Clasificación', 'Distribución de Tamaño', and 'Resultados Hidrometría'. The 'Hidrometría' tab is active, displaying the following data:

- Peso de la muestra (gr): 60
- Lectura del hidrómetro en agua con defloculante (gr/cm³): 1.01
- Gravedad específica: 2
- Tiempo (min): 0.5
- Lectura del hidrómetro (gr/cm³): 1.01
- Temperatura (°C): 35

An error dialog box is displayed in the foreground with the following content:

Error.

La temperatura debe estar entre 10°C y 30°C

Aceptar

The background interface also includes a table for sieve analysis with columns for 'Tiempo (min)', 'Diámetro (mm)', and '%Que pasa'. The table lists various sieve sizes: 0.5, 1, 2, 4, 8, 15, 30, 60, 120, 1144, and 1440. Below the table, there are sections for 'SUCS' and 'AASHTO' classification, with 'Limo' (Clay) content input fields.

Ilustración 20: Prueba 3, Hidrometría

Tercer incremento: Modulo Límites de Atterberg

El nombre de los límites de Atterberg proviene de su difusor, el sueco Albert Mauritz Atterberg y hoy en día resulta de los ensayos más habituales, junto con las granulometrías de suelos, para la caracterización de los suelos finos.

Pueden definirse como los límites de los contenidos de humedad que caracterizan los cuatro estados de consistencia de un suelo de grano fino: estado sólido, estado semisólido, estado plástico y estado semilíquido o viscoso.

Permiten una rápida caracterización del suelo puesto que son ensayos muy rápidos de realizar en laboratorio y no es necesario la toma de muestras inalteradas para su determinación.

Fase de análisis

Entrevistas al personal del área de geotecnia en base al Módulo Límites de Atterberg.

1. ¿Cuál es la importancia de los **Límites de Atterberg**?
2. ¿Se puede clasificar un suelo, solo haciendo uso del módulo **Límites de Atterberg**?
3. ¿Este módulo se puede combinar con los módulos de granulometría e hidrometría?
4. ¿Cuál es la importancia de la carta de plasticidad?
5. ¿Cuál es la relación entre el límite líquido y el límite plástico?
6. ¿Puede ser el límite plástico mayor que el límite líquido e inversamente?
7. ¿Cuál es la relación entre el índice de plasticidad y el límite líquido?
8. ¿Cuál es la importancia del número de golpes en el límite líquido?
9. ¿Cuál es el valor máximo para el numero de ensayos en el límite líquido?
10. ¿Cuál es el valor máximo para el numero de ensayos en el límite plástico?

Levantamiento de requerimientos para el módulo límites de Atterberg

El código del requerimiento funcional se lee Requerimiento funcional Límites de Atterberg (RGL).

Número de requerimiento	RFL1
Nombre de requerimiento	Agregar límites de Atterberg
Objetivo	Permitir al usuario ingresar el límite líquido y el límite plástico
Tipo	<input checked="" type="checkbox"/> Requisito <input type="checkbox"/> Restricción
Fuente del requisito	Responsables del área de Geotecnia
Prioridad del requisito	<input checked="" type="checkbox"/> Alta/Esencial <input type="checkbox"/> Media/Deseado <input type="checkbox"/> Baja/ Opcional
Descripción del requerimiento	El sistema debe permitir el ingreso del límite líquido y el límite plástico. El índice de plasticidad se genera después de haber ingresado el límite líquido y el límite plástico.

Tabla 57: RFL1

Número de requerimiento	RFL2
Nombre de requerimiento	Calcular límites de Atterberg
Objetivo	Permitir al usuario calcular límite líquido y el límite plástico
Tipo	<input checked="" type="checkbox"/> Requisito <input type="checkbox"/> Restricción
Fuente del requisito	Responsables del área de Geotecnia
Prioridad del requisito	<input checked="" type="checkbox"/> Alta/Esencial <input type="checkbox"/> Media/Deseado <input type="checkbox"/> Baja/ Opcional
Descripción del requerimiento	El sistema debe permitir los cálculos del límite líquido y el límite plástico. Si el usuario no posee límite líquido y límite plástico, este pulsa el botón Calcular Límites De Atterberg y se muestra una interfaz que permite al usuario calcular los límites de Atterberg.

Tabla 58: RFL2

Número de requerimiento	RFH3
Nombre de requerimiento	Combinar módulos
Objetivo	Permitir al usuario combinar el módulo límites de Atterberg con el módulo granulometría e hidrometría.
Tipo	<input checked="" type="checkbox"/> Requisito <input type="checkbox"/> Restricción

Fuente del requisito	Responsables del área de Geotecnia
Prioridad del requisito	<input checked="" type="checkbox"/> Alta/Esencial <input type="checkbox"/> Media/Deseado <input type="checkbox"/> Baja/ Opcional
Descripción del requerimiento	El usuario puede realizar un proyecto con el uso del módulo granulometría, hidrometría y límite. Esto se realiza usando el panel (seleccione la combinación de ensayos), en este panel el usuario puede activar o desactivar la pestaña límites de Atterberg cuando sea necesario. En caso que el módulo de granulometría no este activo, no se puede utilizar el módulo de hidrometría.

Tabla 59: RFL3

Número de requerimiento	RFL4
Nombre de requerimiento	Tipo de suelo en la gráfica
Objetivo	Permitir que la carta de plasticidad ubique el punto para identificar el tipo de suelo en base al límite líquido.
Tipo	<input checked="" type="checkbox"/> Requisito <input type="checkbox"/> Restricción
Fuente del requisito	Responsables del área de Geotecnia
Prioridad del requisito	<input checked="" type="checkbox"/> Alta/Esencial <input type="checkbox"/> Media/Deseado <input type="checkbox"/> Baja/ Opcional
Descripción del requerimiento	El sistema tendrá la capacidad de mostrar una gráfica, en donde se pueda identificar el tipo de suelo utilizando el límite líquido.

Tabla 60: RFL4

Número de requerimiento	RF05
Nombre de requerimiento	Restricción Límite líquido y límite plástico
Objetivo	Restringir al usuario el ingreso del límite plástico mayor al límite líquido.
Tipo	<input type="checkbox"/> Requisito <input checked="" type="checkbox"/> Restricción
Fuente del requisito	Responsables del área de Geotecnia
Prioridad del requisito	<input checked="" type="checkbox"/> Alta/Esencial <input type="checkbox"/> Media/Deseado <input type="checkbox"/> Baja/ Opcional
Descripción del requerimiento	El sistema no debe permitir que el usuario ingrese límite plástico mayor al límite líquido, de lo contrario el sistema le manda un mensaje indicando que hay datos incorrectos.

Tabla 61: RFL5

Número de requerimiento	RFL6
Nombre de requerimiento	Número de ensayo para el límite líquido
Objetivo	Restringir al usuario el ingreso de número de ensayos fuera de lo establecido.
Tipo	<input type="checkbox"/> Requisito <input checked="" type="checkbox"/> Restricción
Fuente del requisito	Responsables del área de Geotecnia
Prioridad del requisito	<input checked="" type="checkbox"/> Alta/Esencial <input type="checkbox"/> Media/Deseado <input type="checkbox"/> Baja/ Opcional
Descripción del requerimiento	Para realizar los cálculos del límite líquido el usuario debe ingresar el número de ensayo de 1 a 5. Si el usuario ingresa el número de ensayos fuera de lo establecido el sistema manda un mensaje de error e interrumpe los cálculos.

Tabla 62: RFL6

Número de requerimiento	RFL7
Nombre de requerimiento	Número de ensayo para el límite plástico
Objetivo	Restringir al usuario el ingreso del número de ensayos fuera de lo establecido.
Tipo	<input type="checkbox"/> Requisito <input checked="" type="checkbox"/> Restricción
Fuente del requisito	Responsables del área de Geotecnia
Prioridad del requisito	<input checked="" type="checkbox"/> Alta/Esencial <input type="checkbox"/> Media/Deseado <input type="checkbox"/> Baja/ Opcional
Descripción del requerimiento	Para realizar los cálculos del límite plástico el usuario debe ingresar el número de ensayo de 1 a 3. Si el usuario ingresa el número de ensayos fuera de lo establecido el sistema manda un mensaje de error e interrumpe los cálculos.

Tabla 63: RFL7

Número de requerimiento	RFL8
Nombre de requerimiento	Número de golpes
Objetivo	Restringir al usuario el ingreso del número de golpes fuera de lo establecido.
Tipo	<input type="checkbox"/> Requisito <input checked="" type="checkbox"/> Restricción
Fuente del requisito	Responsables del área de Geotecnia
Prioridad del requisito	<input checked="" type="checkbox"/> Alta/Esencial <input type="checkbox"/> Media/Deseado <input type="checkbox"/> Baja/ Opcional

Descripción del requerimiento	El usuario debe ingresar el número de golpes entre 20 y 30, de lo contrario el sistema manda un mensaje e interrumpe la acción del usuario.
-------------------------------	---

Tabla 64: RFL8

Número de requerimiento	RFH9
Nombre de requerimiento	Clasificación método SUCS y método AASHTO
Objetivo	Mostrar clasificación por el método SUCS y Método AASHTO
Tipo	<input checked="" type="checkbox"/> Requisito <input type="checkbox"/> Restricción
Fuente del requisito	Responsables del área de Geotecnia
Prioridad del requisito	<input checked="" type="checkbox"/> Alta/Eencial <input type="checkbox"/> Media/Deseado <input type="checkbox"/> Baja/ Opcional
Descripción del requerimiento	El sistema debe permitir clasificar un suelo por el método SUCS y método AASHTO.

Tabla 65: RFL9

Número de requerimiento	RFH10
Nombre de requerimiento	Calcular ensayo con campos vacíos
Objetivo	Restringir al usuario dejar campos vacíos
Tipo	<input checked="" type="checkbox"/> Requisito <input type="checkbox"/> Restricción
Fuente del requisito	Responsables del área de Geotecnia
Prioridad del requisito	<input checked="" type="checkbox"/> Alta/Eencial <input type="checkbox"/> Media/Deseado <input type="checkbox"/> Baja/ Opcional
Descripción del requerimiento	El sistema no debe permitir hacer los cálculos si no se han llenado los campos correctamente. Cuando se pulse el botón calculas y hay campos vacíos, el sistema manda un mensaje de error.

Tabla 66: RFL10

Número de requerimiento	RFH11
Nombre de requerimiento	Guardar ensayo con campos vacíos
Objetivo	Restringir al usuario dejar campos vacíos
Tipo	<input checked="" type="checkbox"/> Requisito <input type="checkbox"/> Restricción
Fuente del requisito	Responsables del área de Geotecnia
Prioridad del requisito	<input checked="" type="checkbox"/> Alta/Eencial <input type="checkbox"/> Media/Deseado <input type="checkbox"/> Baja/ Opcional

Descripción del requerimiento	El sistema no debe permitir Guardar con campos vacíos. Cuando se pulse el botón Guardar y el sistema encuentra campos vacíos, este manda un mensaje de error e interrumpe la acción del usuario.
-------------------------------	--

Tabla 67: RFL11

Diagramas de actividades

El conjunto de diagramas correspondientes a este módulo es similar al módulo de granulometría, por lo cual no se realizamos diagramas correspondientes a este módulo. Para mayor información revisar diagramas de actividades del módulo granulometría. **Ver Ilustración 54: Base de datos principal.**

Diseño de base de datos para el módulo Límites de Atterberg

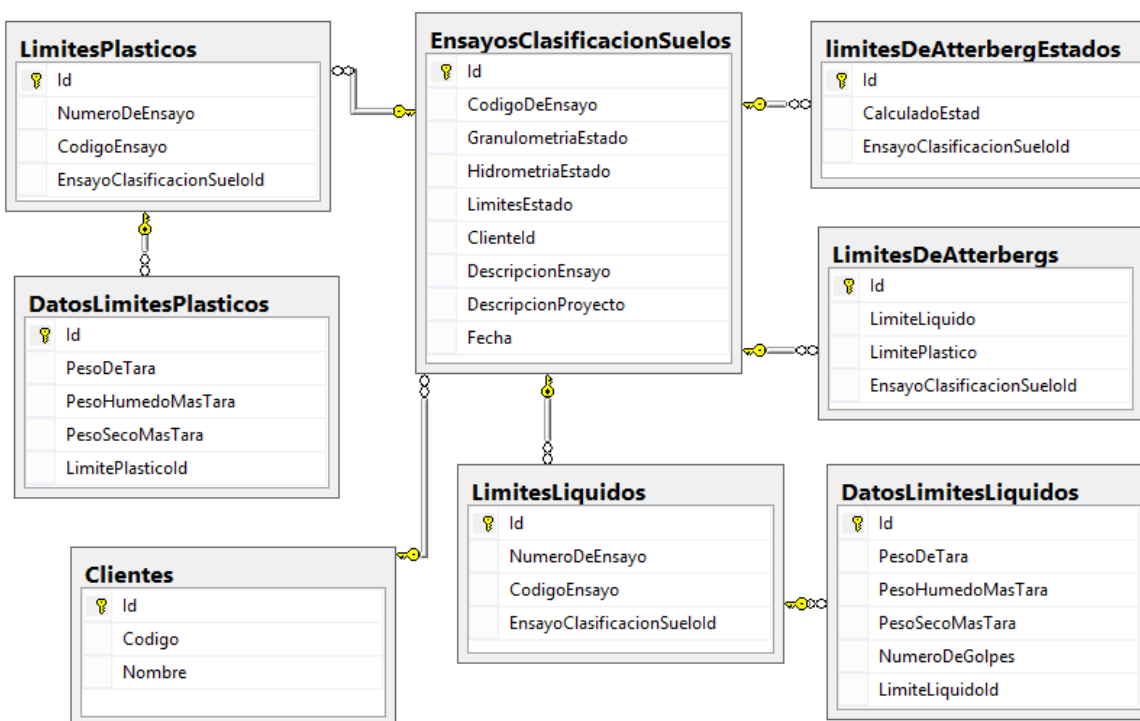


Ilustración 21: Diagrama de base de datos referente al módulo Hidrometría

Fase de diseño

Interfaz principal del módulo Límites de Atterberg

En esta interfaz se muestra el límite líquido y el límite plástico del proyecto realizado. A demás se muestra la gráfica de la carta de plasticidad en la cual se representa un punto de color rojo que indica el tipo de suelo dentro de la gráfica.

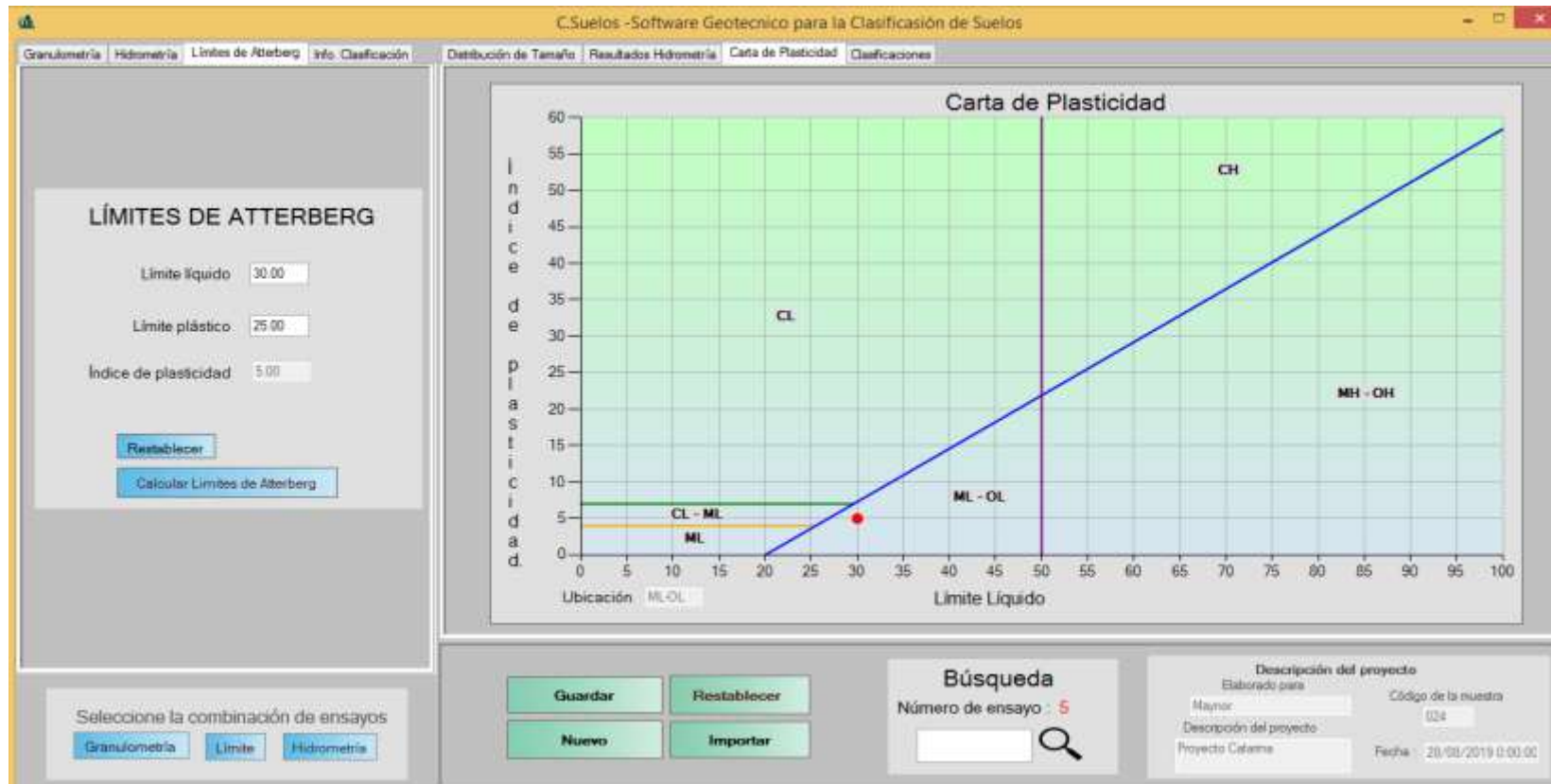


Ilustración 22: Interfaz principal del módulo Límites de Atterberg

Descripción de la interfaz Límites de Atterberg

En la columna izquierda se muestran los campos de límite líquido y límite plástico. El usuario ingresa el límite líquido y el límite plástico. El sistema después que el usuario haya ingresado los datos correctamente, calcula el índice de plasticidad de manera automática.

Descripción de la interfaz Límites de Atterberg calculados

The screenshot shows a software interface for calculating Atterberg limits. It features a top navigation bar with tabs: 'Distribución de Tamaño', 'Carta de Plasticidad', 'Límite Líquido y Plástico', and 'Clasificaciones'. The main area is divided into three sections. The top-left section, 'Límite Líquido', contains input fields for 'Identificación de Muestra', 'N° de ensayo', 'Peso de Taza (gr)', 'Peso Humedo + Taza', 'Peso Seco + Taza', 'N° de Golpes', and 'Humedad', along with 'Calcular' and 'Restablecer' buttons. The bottom-left section, 'Límite Plástico', has similar input fields for 'Identificación de Muestra', 'N° de ensayo', 'Peso de Taza (gr)', 'Peso Humedo + Taza', 'Peso Seco + Taza', and 'Humedad', also with 'Calcular' and 'Restablecer' buttons. The right section, 'Gráfica Límite Líquido', displays a graph with 'HUMEDAD' on the vertical axis (0 to 100) and 'N° DE GOLPES' on the horizontal axis (0 to 30). Below the graph are input fields for 'LL', 'LP', and 'IP', with 'Calcular' and 'Restablecer' buttons.

Ilustración 23: Descripción de la interfaz Límites de Atterberg calculados

Límite líquido: En la columna izquierda en la parte superior se encuentra el límite líquido. primeramente, el usuario ingresa la muestra y posteriormente ingresa el número de ensayo. Inmediatamente el sistema genera los campos correspondientes para el límite líquido. El usuario debe llenar los campos correctamente y después pulsar el botón calcular. Si los datos fueron agregados correctamente el sistema calcula el límite liquido de lo contrario manda un mensaje de error al usuario.

Límite plástico: En la parte inferior de la columna izquierda podemos encontrar el **límite plástico**. Primeramente, el usuario ingresa el identificador de la muestra, luego el nuro de ensayo. Inmediatamente el sistema genera los campos

correspondientes. El usuario debe de llenar los campos correctamente y después pulsar el botón calcular. Si los datos fueron agregados correctamente el sistema muestra el límite plástico e inmediatamente calcula el índice de plasticidad, de lo contrario manda un mensaje de error al usuario.

Grafica Límite líquido

Esta gráfica se genera con los datos que se agregan en el **Límite líquido**. La grafica se genera inmediatamente después de pulsar el botón calcular que se encuentra en la parte superior de la columna izquierda.

En la parte inferior de la gráfica se encuentran los resultados de límite líquido y límite plástico. Inicialmente estos campos se encuentran vacíos, estos son llenados después que se hayan pulsado los botones de **calcular** en el límite líquido y límite plástico de la columna izquierda.

Interfaz de clasificación de suelos referente al módulo Límites de Atterberg

En esta interfaz mostramos los resultados de un proyecto, donde se utiliza tres módulos, los cuales son: Granulometría, Hidrometría y **Límites de Atterberg**. En este módulo lo más relevante es la clasificación del tipo de suelo en base al método SUCS y AASHTO.

The screenshot displays the 'C.Suelos' software interface, which is a geotechnical software for soil classification. The window title is 'C.Suelos - Software Geotecnico para la Clasificación de Suelos'. The interface is divided into several sections:

- Left Panel:** Contains the logo of the Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua (UNAN-Managua) and the logo of IGG-CIGEO (Instituto de Geología y Geofísica UNAN-Managua). Below the logos, there is a section titled 'Seleccione la combinación de ensayos' with three buttons: 'Granulometría', 'Límite', and 'Hidrometría'.
- Top Navigation:** Includes tabs for 'Granulometría', 'Hidrometría', 'Límites de Atterberg', 'Info. Clasificación', 'Distribución de Tamaño', 'Resultados Hidrometría', 'Carta de Plasticidad', and 'Clasificaciones'.
- Classification Results:** Two main panels are visible:
 - Clasificación Método SUCS:** Shows 'Tipo de Suelo' as 'SP-SM' and 'Característica' as 'Arena mal graduada con limo'. Below this, a table lists the percentages of soil components:

% Grava	% Arena	% Fino	% Limo	% Arcilla
5	80	5	3.90	1.10
 - Clasificación Método AASHTO:** Shows 'Tipo de Suelo' as 'Suelo A-2-4 (-4)' and 'Característica' as 'Gravas y arenas limo-arcillosa excelente o bueno para terreno de fundación'. Below this, a table lists the percentages of soil components:

% Grava	% Arena	% Fino	% Limo	% Arcilla
19	67	5	2.87	2.13
- Bottom Panel:** Contains several functional areas:
 - Buttons for 'Guardar', 'Restablecer', 'Nuevo', and 'Importar'.
 - A search section titled 'Búsqueda' with the text 'Número de ensayo : 5' and a search input field with a magnifying glass icon.
 - A 'Descripción del proyecto' section with fields for 'Elaborado para' (Maynor), 'Código de la muestra' (024), 'Descripción del proyecto' (Proyecto Catarina), and 'Fecha' (28/08/2019 0:00:00).

Ilustración 24: Interfaz de clasificación de suelos referente al módulo Límites de Atterberg

Descripción de la interfaz de clasificación de suelos referente al módulo Límites de Atterberg

En esta interfaz podemos identificar la clasificación por el método SUCS y el método AASTHO. Este tipo de clasificación es la más completa, ya que se hace uso de los 3 módulos de clasificación de suelos, los cuales son Granulometría, hidrometría y límites de Atterberg.

En la parte inferior de cada uno de estos métodos de clasificación de suelos, podemos identificar los porcentajes de: **%Grava**, **% Arena**, **% Fino**, **%Limo**, **%Arcilla** para ambos métodos de clasificación de suelos. Estos porcentajes de cada método de clasificación de suelos, son los más importantes, debido a que estos son los datos que se le entregan a los clientes que le realiza el servicio de clasificación de suelos.

Informe del sistema en base al módulo Límites de Atterberg

Este reporte es la combinación del módulo granulometría, hidrometría y **Límites de Atterberg**. El formato del reporte que se genera con este módulo es prácticamente el mismo que utiliza el módulo granulometría, con el complemento de que en este reporte se añade el límite líquido y el límite plástico.

Formato del reporte en base al módulo Límites de Atterberg en combinación con el módulo de granulometría e hidrometría.



UNIVERSIDAD
NACIONAL
AUTÓNOMA DE
NICARAGUA,
MANAGUA
UNAN - MANAGUA



IGG-CIGEO
INSTITUTO DE
GEOLOGÍA Y GEOFÍSICA
UNAN-MANAGUA



Reporte de clasificación de suelos

Elaborado para:

Descripción del proyecto:

Código de la muestra:

Fecha:

Sistema SUCS

Clasificación	Límite Líquido	Límite plástico	%Grava	%Arena	%Finos	% Limo	% Arcilla
SP-SM	30	25	5	80	5	3.9	1.1
Característica : Arena mal graduada con limo.							

Sistema ASSTHO

Clasificación	Límite Líquido	Límite plástico	%Grava	%Arena	%Finos	% Limo	% Arcilla
Suelo A-2-4 (-4)	30	25	19	67	5	2.87	2.13
Característica : Gravas y arenas limo-arcilloso excelente o bueno para terreno de fundación.							

Ilustración 25: Formato de reporte en base al Módulo Límites de Atterberg

Cabe mencionar que la clasificación de suelo varía según los módulos que se estén usando, sin embargo, la más completa es cuando se hace uso de los módulos (**Granulometría, hidrometría, Límites de Atterberg**).

Fase de desarrollo

Para poder desarrollar este módulo, fue necesario utilizar fórmulas matemáticas complejas, las cuales debieron ser implementadas en el lenguaje de programación para poder realizar cada una de las funciones con las cuales cuenta este módulo.

Índice de plasticidad.

$$I_p = LL - LP$$

Donde:

LL: Límite líquido

LP: Límite plástico

Índice de grupo

$$IG = (F - 35) [0,2 + 0,005 (LL - 40)] + 0,01 (F - 15) (IP - 10)$$

Donde:

F: Porcentaje en peso que pasa por el tamiz N.º 200 del material inferior a 75 mm, expresado en número entero.

LL: Límite líquido

IP: Índice de plasticidad.

Simbología para la clasificación de suelos

Simbología	Definición
G	Grava
S	Arena
M	Limos
C	Arcillas
W	Bien graduado
p	Mal graduado
H	Alta plasticidad
L	Baja plasticidad
o	Suelo orgánico

Fase de pruebas

Prueba 1.

Ejecución del caso de Prueba				
Nombre del Caso de Prueba:		Límite plástico no puede superar al límite líquido		
Nombre Probador	Paso/Flujo	Valores	Resultado esperado	Resultado obtenido
Wilmor Arce	Ingresar limite líquido y límite plástico	Muestra: Límite líquido: 25 Límite plástico: 30	Mensaje error "EL límite plástico no puede ser superior al límite líquido"	Se obtuvo como resultado un mensaje de error. Ilustración 26: Prueba 1, Límites de Atterberg
. Decisión de aprobación del caso de prueba				Aprobado

Tabla 68: Prueba 1, Límites de Atterberg

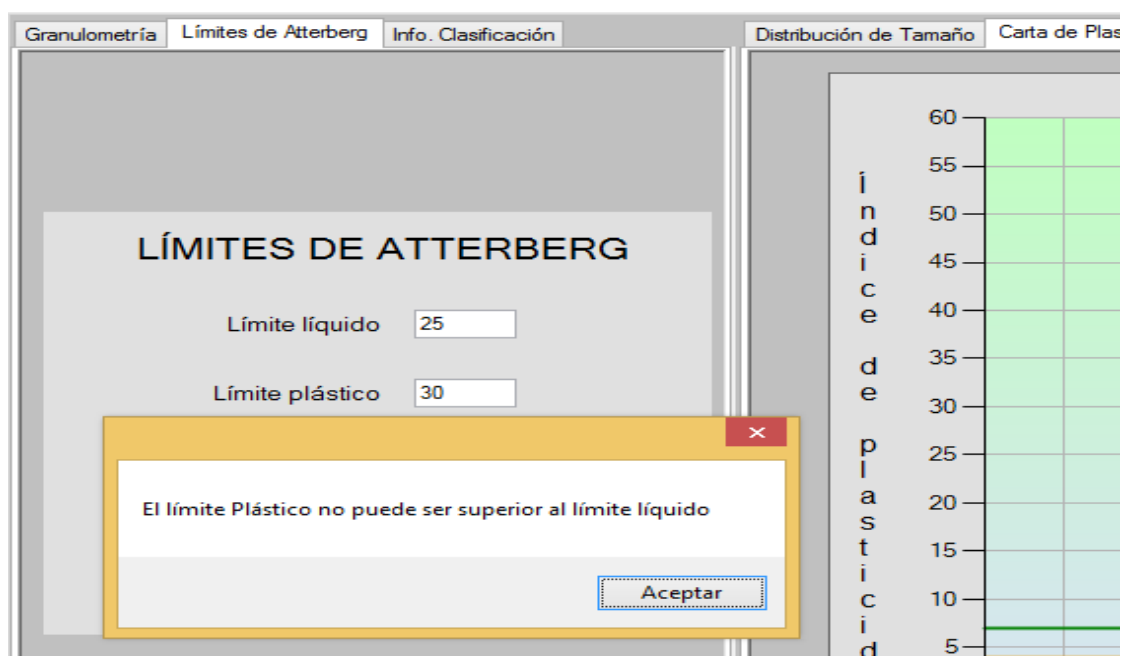


Ilustración 26: Prueba 1, Límites de Atterberg

Prueba 2.

Ejecución del caso de Prueba				
Nombre del Caso de Prueba:		Número de ensayo entre 1 y 5 para límite líquido		
Nombre Probador	Paso/Flujo	Valores	Resultado esperado	Resultado obtenido
Wilmor Arce	Ingresar número de ensayo	Muestra: 6	Mensaje error “Dato de entrada incorrecto, el número de ensayo debe estar entre 1 y 5”	Se obtuvo como resultado un mensaje de error ver Ilustración 27: Prueba 2, Límites de Atterberg.
Decisión de aprobación del caso de prueba				Aprobado

Tabla 69: Prueba 2, Límites de Atterberg

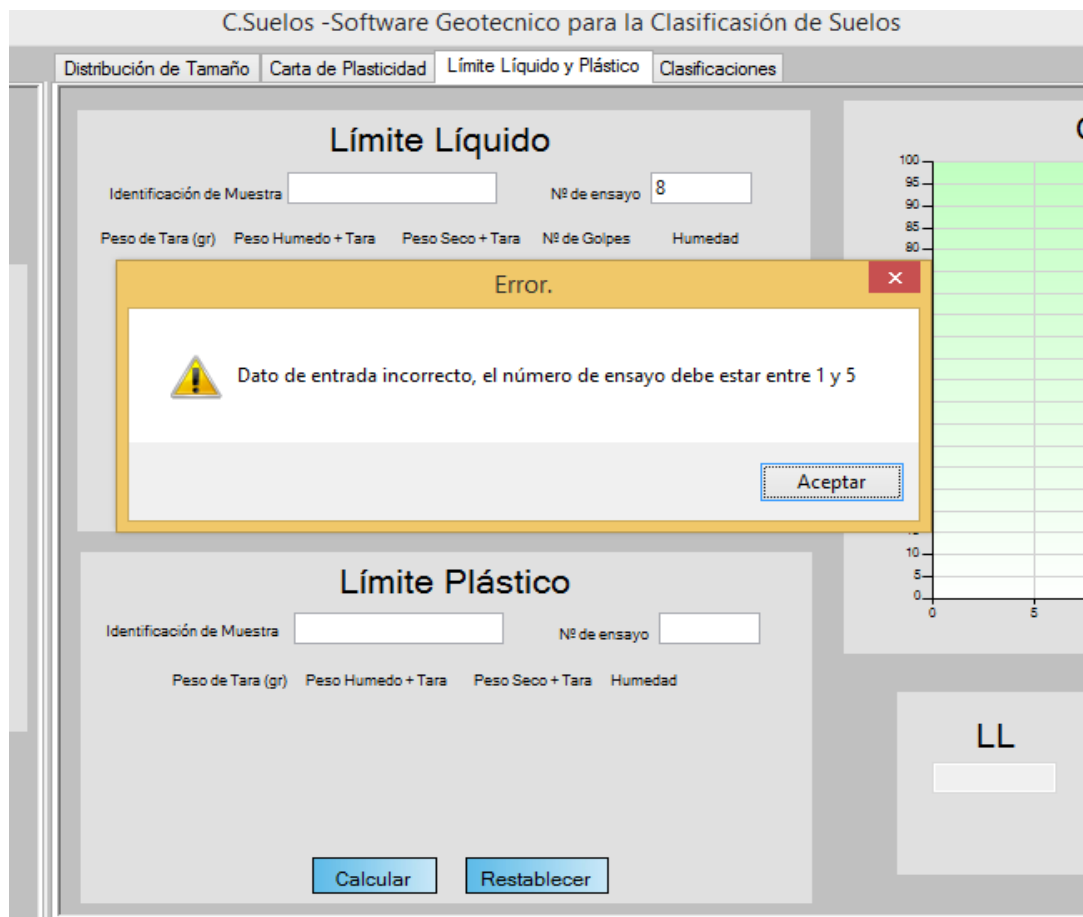


Ilustración 27: Prueba 2, Límites de Atterberg

Prueba 3.

Ejecución del caso de Prueba				
Nombre del Caso de Prueba:		Validar número de ensayo para límite plástico		
Nombre Probador	Paso/Flujo	Valores	Resultado esperado	Resultado obtenido
Wilmor Arce	Ingresar número de ensayo	Muestra: 5	Mensaje error "Dato de entrada incorrecto, el número de ensayo debe estar entre 1 y 3"	Se obtuvo como resultado un mensaje de error ver Ilustración 28: Prueba 3, Límites de Atterberg
Decisión de aprobación del caso de prueba				Aprobado

Tabla 70: Prueba 3, Límites de Atterberg

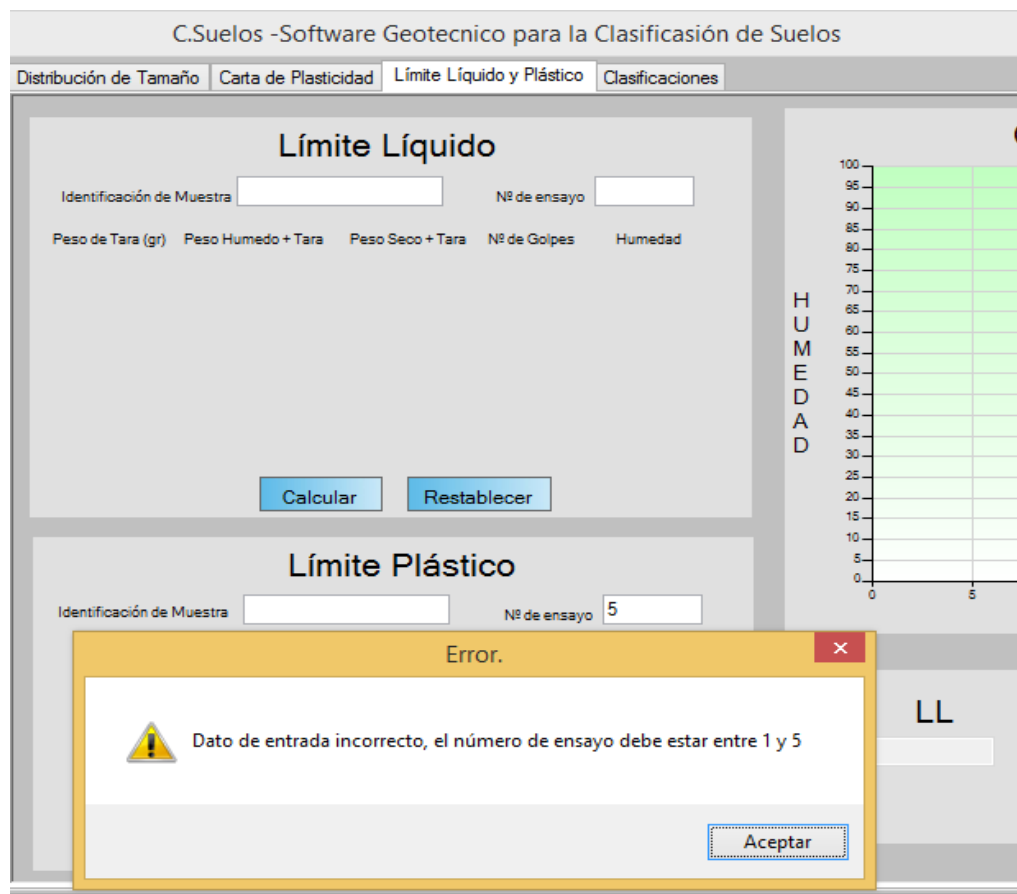


Ilustración 28: Prueba 3, Límites de Atterberg

Prueba 4.

Ejecución del caso de Prueba				
Nombre del Caso de Prueba:		Validar Número de golpes.		
Nombre Probador	Paso/Flujo	Valores	Resultado esperado	Resultado obtenido
Wilmor Arce	Ingresar número de golpes	Muestra: 10	Mensaje error “Dato de entrada incorrecto, el número de golpes debe estar entre 20 y 30”	Se obtuvo como resultado un mensaje de error Ver Ilustración 29: Prueba 4, Límites de Atterberg.
Decisión de aprobación del caso de prueba				Aprobado

Tabla 71: Prueba 3, Límites de Atterberg

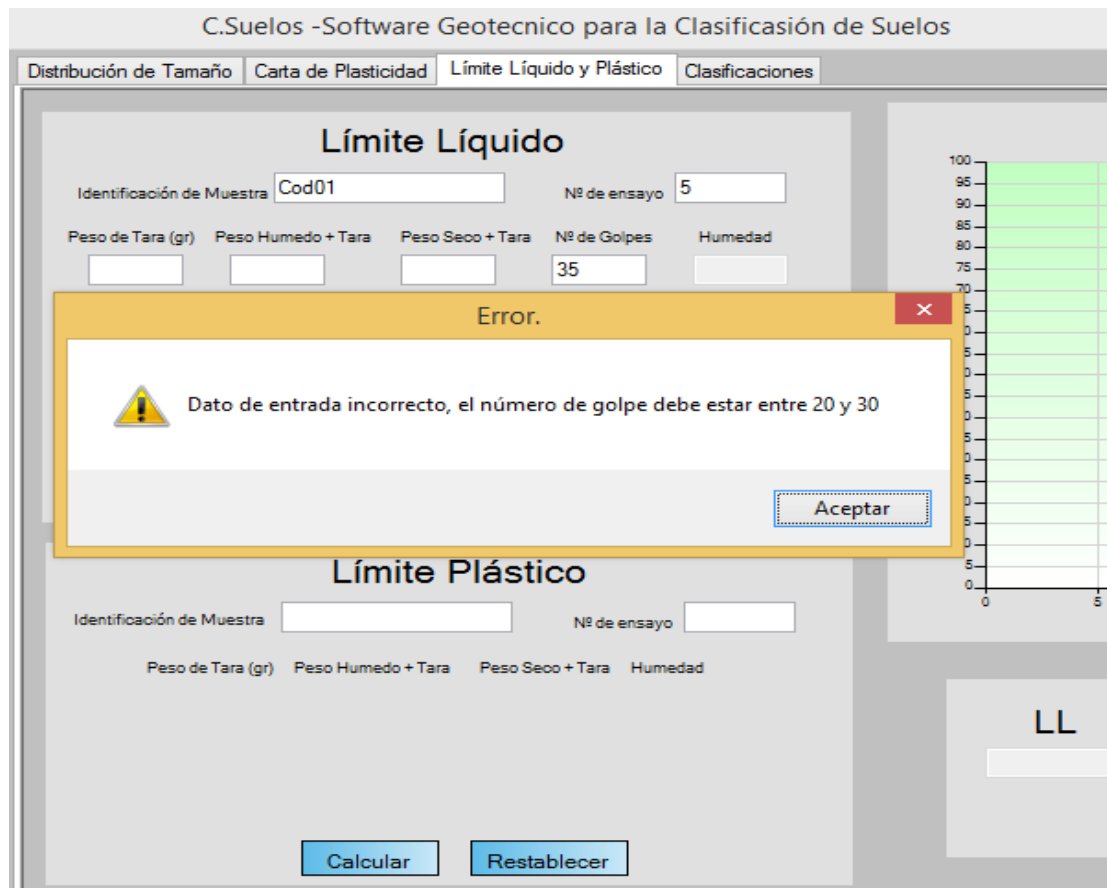


Ilustración 29: Prueba 4, Límites de Atterberg

Prueba 5.

Ejecución del caso de Prueba				
Nombre del Caso de Prueba:		Validad limite líquido.		
Nombre Probador	Paso/Flujo	Valores	Resultado esperado	Resultado obtenido
Wilmor Arce	Ingresar límite líquido	Muestra: 120	Mensaje error "Limite líquido debe estar entre 0 y 100"	Se obtuvo como resultado un mensaje de error Ver Ilustración 30: Prueba 5, Límites de Atterberg
Decisión de aprobación del caso de prueba				Aprobado

Tabla 72: Prueba 5, Límites de Atterberg

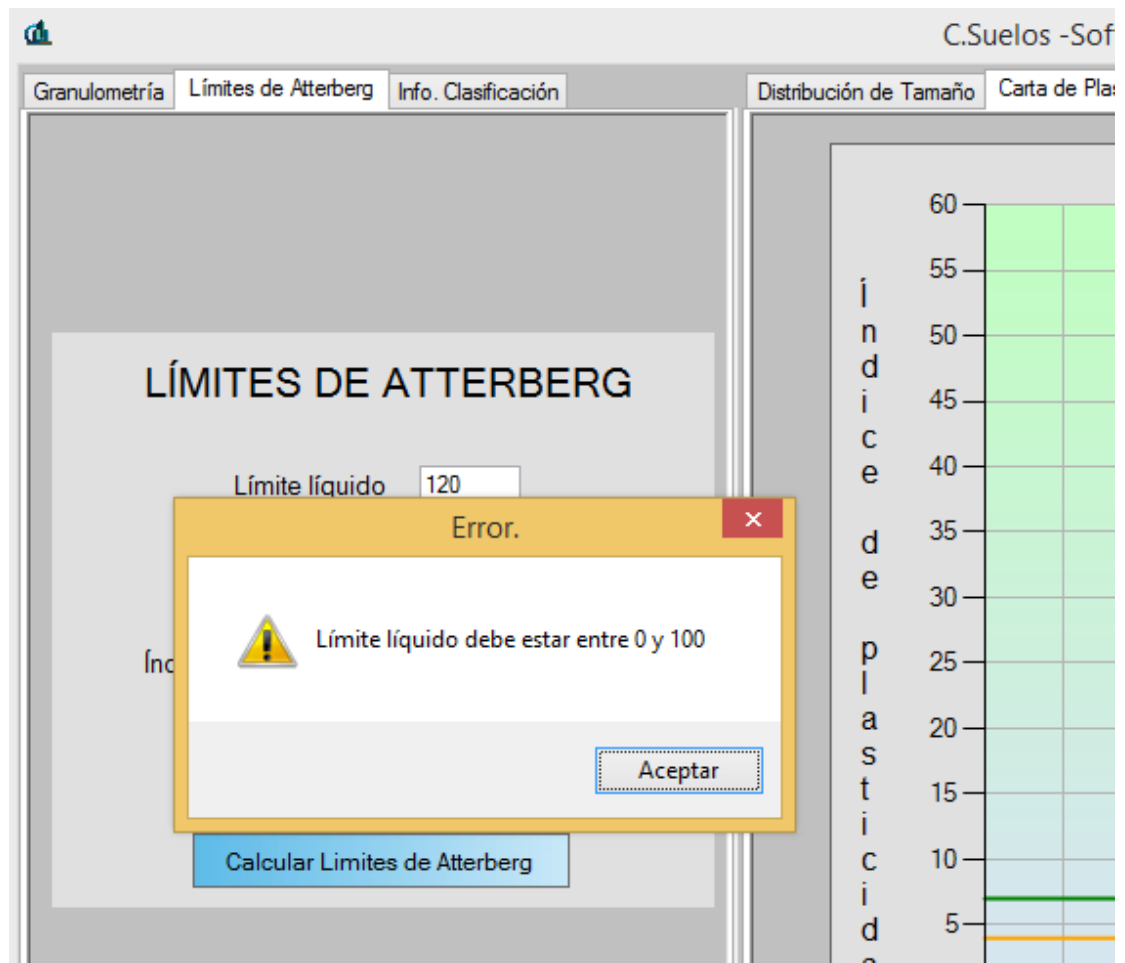


Ilustración 30: Prueba 5, Límites de Atterberg

Prueba 6.

Ejecución del caso de Prueba

Ejecución del caso de Prueba				
Nombre del Caso de Prueba:		Validar límite plástico debe de estar entre 0 y 58.4		
Nombre Probador	Paso/Flujo	Valores	Resultado esperado	Resultado obtenido
Wilmor Arce	Ingresar límite plástico	Muestra: 60	Mensaje error "Limite plástico debe estar entre 0 y 58.4"	Se obtuvo como resultado un mensaje de error Ver Ilustración 31: Prueba 6, Límites de Atterberg
Decisión de aprobación del caso de prueba				Aprobado

Tabla 73: Prueba 6, Límites de Atterberg

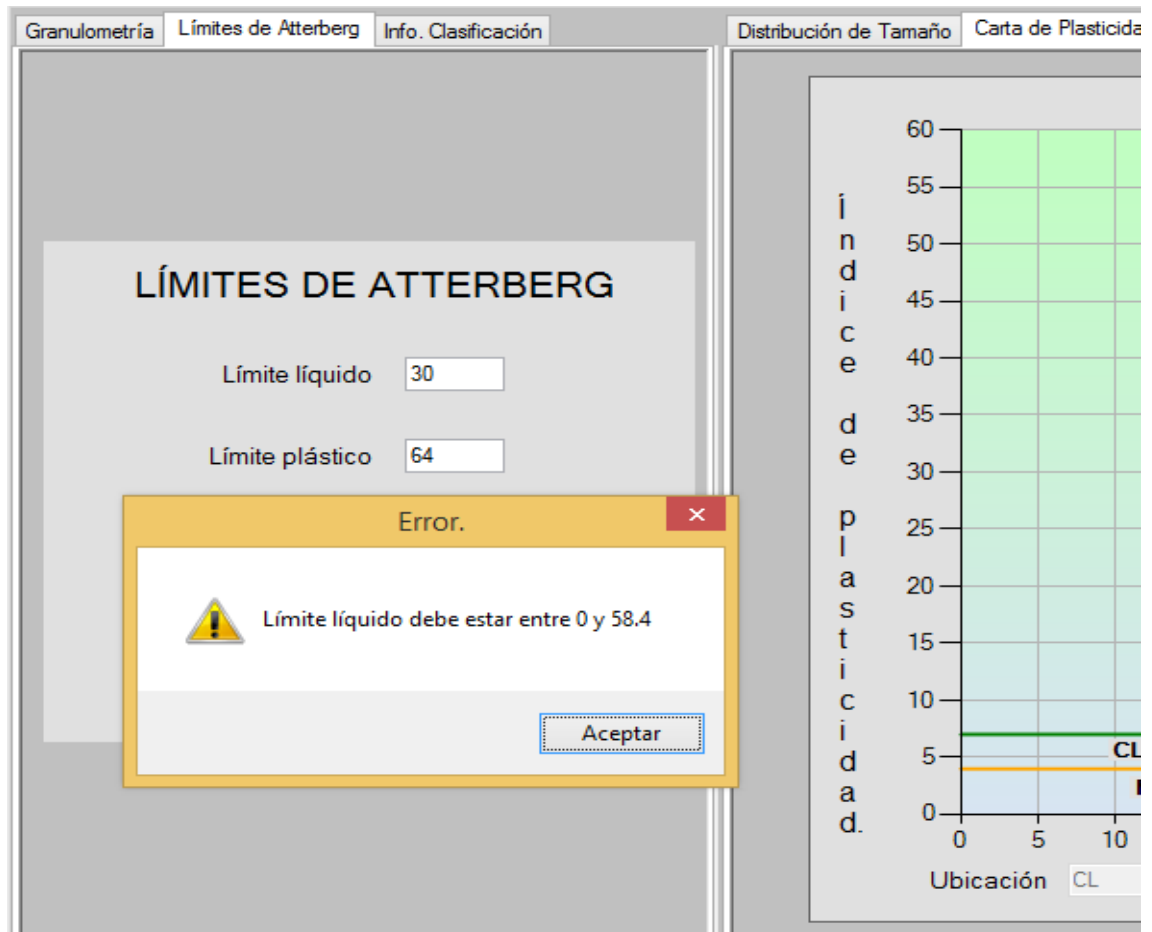


Ilustración 31: Prueba 6, Límites de Atterberg

Cuarto incremento: Módulo Terzaghi

En cimentaciones se denomina capacidad portante a la capacidad del terreno para soportar las cargas aplicadas sobre él. Técnicamente la capacidad portante es la máxima presión media de contacto entre la cimentación y el terreno tal que no se produzcan un fallo por cortante del suelo o un asentamiento diferencial excesivo

De manera análoga, la expresión capacidad portante se utiliza en las demás ramas de la ingeniería para referir a la capacidad de una estructura para soportar las cargas aplicadas sobre la misma.

Fase de análisis

Entrevistas al personal del área de geotecnia en base al Módulo Terzaghi

1. ¿De qué trata el **Método Terzaghi**?
2. ¿Cuál es el máximo de estratos para efectuar el método Terzaghi?
3. ¿Cuántos tipos de zapatas existen para utilizar el método Terzaghi?
4. ¿Cuál es la importancia del uso de zapatas en el método Terzaghi?
5. ¿Cuál es la importancia de la capacidad de carga?
6. ¿Los resultados de capacidad de carga varía según el tipo de zapata?
7. ¿Cuál es valor máximo ingresado para el peso específico?
8. ¿Cuál es el valor Máximo ingresado para el ángulo de fricción?
9. ¿Cuál es el valor Máximo ingresado para el espesor?
10. ¿Cuál es el valor Máximo ingresado para el ancho de la zapata?
11. ¿Cuál es el valor Máximo ingresado para el nivel de desplante?
12. ¿El factor de seguridad es un valor estándar?
13. ¿Cuál es el valor Máximo ingresado para el factor de seguridad?

Levantamiento de requerimientos

El código del requerimiento funcional se lee Requerimiento funcional Terzaghi (RFT)

Número de requerimiento	RFT1
Nombre de requerimiento	Número de estratos
Objetivo	Restringir al usuario el ingreso de número de estratos mayor a 6
Tipo	<input type="checkbox"/> Requisito <input checked="" type="checkbox"/> Restricción
Fuente del requisito	Responsables del área de Geotecnia
Prioridad del requisito	<input checked="" type="checkbox"/> Alta/Esencial <input type="checkbox"/> Media/Deseado <input type="checkbox"/> Baja/ Opcional
Descripción del requerimiento	El sistema debe permitir el ingreso del número de estratos. El número de estratos ingresado no debe ser superior a 6. Si el usuario ingresa el número de estratos mayor a 6, el sistema manda un mensaje de error.

Tabla 74: RFT1

Número de requerimiento	RFT2
Nombre de requerimiento	Campos vacíos
Objetivo	Validar que el usuario no deje campos vacíos.
Tipo	<input checked="" type="checkbox"/> Requisito <input type="checkbox"/> Restricción
Fuente del requisito	Responsables del área de Geotecnia
Prioridad del requisito	<input checked="" type="checkbox"/> Alta/Esencial <input type="checkbox"/> Media/Deseado <input type="checkbox"/> Baja/ Opcional
Descripción del requerimiento	El sistema no debe permitir que el usuario deje campos vacíos cuando se vaya a calcular o bien guardar el proyecto, en caso de hacerlo el sistema manda mensaje de error.

Tabla 75: RFT2

Número de requerimiento	RFT3
Nombre de requerimiento	Cohesión del suelo
Objetivo	Permitir al usuario el ingreso de la cohesión del suelo de manera correcta.
Tipo	<input checked="" type="checkbox"/> Requisito <input type="checkbox"/> Restricción
Fuente del requisito	Responsables del área de Geotecnia

Prioridad del requisito	<input checked="" type="checkbox"/> Alta/Esencial <input type="checkbox"/> Media/Deseado <input type="checkbox"/> Baja/ Opcional
Descripción del requerimiento	El sistema debe de permitir el ingreso de cohesión del suelo. La cohesión del suelo debe estar entre un rango de 0 y 3000. Si el usuario ingresa una cohesión del suelo fuera del rango establecido, el sistema manda un mensaje de error e interrumpe la acción del usuario.

Tabla 76: RFT3

Número de requerimiento	RFT4
Nombre de requerimiento	Peso específico
Prioridad del requisito	Permitir al usuario el ingreso del peso específico de manera correcta.
Tipo	<input checked="" type="checkbox"/> Requisito <input type="checkbox"/> Restricción
Fuente del requisito	Responsables del área de Geotecnia
Prioridad del requisito	<input checked="" type="checkbox"/> Alta/Esencial <input type="checkbox"/> Media/Deseado <input type="checkbox"/> Baja/ Opcional
Descripción del requerimiento	El sistema debe permitir el ingreso de peso específico entre 0 y 3000.si el usuario ingresa un peso específico fuera del rango establecido, el sistema manda un mensaje de error e interrumpe la acción del usuario.

Tabla 77: RFT4

Número de requerimiento	RFT5
Nombre de requerimiento	Ángulo de fricción
Prioridad del requisito	Permitir al usuario el ingreso del ángulo de fricción de manera correcta.
Tipo	<input checked="" type="checkbox"/> Requisito <input type="checkbox"/> Restricción
Fuente del requisito	Responsables del área de Geotecnia
Prioridad del requisito	<input checked="" type="checkbox"/> Alta/Esencial <input type="checkbox"/> Media/Deseado <input type="checkbox"/> Baja/ Opcional
Descripción del requerimiento	El sistema debe permitir el ingreso de ángulo de fricción en un rango de 0 a 100. Si el usuario ingresa el ángulo de fricción menor que 0 o mayor que 100, el sistema manda un mensaje de error e interrumpe la acción del usuario.

Tabla 78: RFT5

Número de requerimiento	RFT6
Nombre de requerimiento	Espesor
Prioridad del requisito	Permitir al usuario el ingreso del espesor de manera correcta.
Tipo	<input checked="" type="checkbox"/> Requisito <input type="checkbox"/> Restricción
Fuente del requisito	Responsables del área de Geotecnia
Prioridad del requisito	<input checked="" type="checkbox"/> Alta/Esencial <input type="checkbox"/> Media/Deseado <input type="checkbox"/> Baja/ Opcional
Descripción del requerimiento	El sistema debe permitir el ingreso del espesor en un rango entre 0 y 10. Si el usuario ingresa un espesor fuera del rango establecido el sistema manda un mensaje de error e interrumpe la acción del usuario.

Tabla 79: RFT6

Número de requerimiento	RFT7
Nombre de requerimiento	Ancho de zapata
Prioridad del requisito	Permitir al usuario el ingreso del ancho de zapata de manera correcta.
Tipo	<input checked="" type="checkbox"/> Requisito <input type="checkbox"/> Restricción
Fuente del requisito	Responsables del área de Geotecnia
Prioridad del requisito	<input checked="" type="checkbox"/> Alta/Esencial <input type="checkbox"/> Media/Deseado <input type="checkbox"/> Baja/ Opcional
Descripción del requerimiento	El sistema debe permitir el ingreso del ancho de zapata en un rango de 0 de 5. Si el usuario ingresa un ancho de zapata fuera del rango establecido, el sistema manda un mensaje de error e interrumpe la acción del usuario.

Tabla 80: RFT7

Número de requerimiento	RFT8
Nombre de requerimiento	Nivel de desplante
Prioridad del requisito	Permitir al usuario el ingreso del nivel de desplante de manera correcta.
Tipo	<input checked="" type="checkbox"/> Requisito <input type="checkbox"/> Restricción
Fuente del requisito	Responsables del área de Geotecnia
Prioridad del requisito	<input checked="" type="checkbox"/> Alta/Esencial <input type="checkbox"/> Media/Deseado <input type="checkbox"/> Baja/ Opcional

Descripción del requerimiento	El sistema debe permitir el ingreso de nivel de desplante en un rango entre 0 y 10. Si el usuario ingresa un valor de nivel de desplante fuera del rango establecido, el sistema manda un mensaje de error e interrumpe la acción del usuario.
-------------------------------	--

Tabla 81: RFT8

Número de requerimiento	RFT9
Nombre de requerimiento	Factor de seguridad
Prioridad del requisito	Permitir al usuario el ingreso del factor de seguridad de manera correcta.
Tipo	<input checked="" type="checkbox"/> Requisito <input type="checkbox"/> Restricción
Fuente del requisito	Responsables del área de Geotecnia
Prioridad del requisito	<input checked="" type="checkbox"/> Alta/Esencial <input type="checkbox"/> Media/Deseado <input type="checkbox"/> Baja/ Opcional
Descripción del requerimiento	El sistema debe permitir el ingreso del factor de seguridad en un rango entre 0 y 5. Si el usuario ingresa un factor de seguridad fuera del rango establecido, el sistema manda un mensaje de error e interrumpe la acción del usuario.

Tabla 829: RFT1

Número de requerimiento	RFT10
Nombre de requerimiento	Tipos de zapatas
Objetivo	Permitir al usuario seleccionar una zapata a la vez.
Tipo	<input checked="" type="checkbox"/> Requisito <input type="checkbox"/> Restricción
Fuente del requisito	Responsables del área de Geotecnia
Prioridad del requisito	<input checked="" type="checkbox"/> Alta/Esencial <input type="checkbox"/> Media/Deseado <input type="checkbox"/> Baja/ Opcional
Descripción del requerimiento	El sistema debe permitir seleccionar un tipo de zapata a la vez.

Tabla 83: RFT10

Diagramas de actividades

El conjunto de diagramas correspondientes a este módulo es similar al módulo de granulometría, por lo cual no realizamos diagramas correspondientes a este módulo. Para mayor información revisar diagramas de actividades del módulo granulometría.

Base de datos referente al módulo Terzaghi

El conjunto de diagramas correspondientes a este módulo Terzaghi es similar al módulo de granulometría, por lo cual no se realizamos diagramas correspondientes a este módulo. Para mayor información revisar diagramas de actividades del módulo granulometría. Ver Ilustración 54: Base de datos principal.

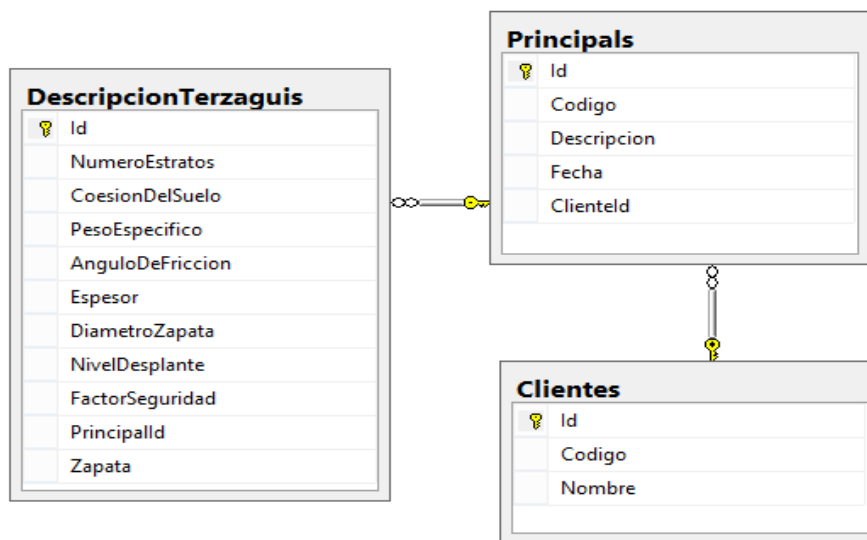


Ilustración 32: Base de datos referente al módulo Terzaghi

Fase de diseño

En la siguiente interfaz se muestran todos los campos que el usuario debe completar para realizar un proyecto con este módulo.

Diseño de interfaz del módulo Terzaghi

The screenshot shows the 'TERZAGHI' software interface. At the top, there are fields for 'Código: 021', 'Descripción: Proyecto Catarina', and 'Cliente: ConstructoraSA'. Below this, a 'Número de estrato' field is set to '6'. The main area contains a table with 6 rows and 5 columns: 'Número de estrato', 'Coesión del suelo(KG/M'2)', 'Peso específico (kg/m'3)', 'Ángulo de fricción', and 'Espesor'. Each cell in the table has an input field. To the right of the table, there are fields for 'Diámetro de zapata(M):', 'Nivel de desplante(M):', and 'Factor de seguridad:'. Below these are radio buttons for 'Seleccione tipo de zapata' with options 'Continua', 'Cuadrada', and 'Regular'. At the bottom, there is a 'Capacidad de carga (Kg/cm²)' field, and buttons for 'Restablecer', 'Calcular', 'Guardar', and 'Imprimir'.

Número de estrato	Coesión del suelo(KG/M'2)	Peso específico (kg/m'3)	Ángulo de fricción	Espesor
1				
2				
3				
4				
5				
6				

Ilustración 33: Interfaz principal del módulo Terzaghi

Descripción de la interfaz Terzaghi

Primeramente, el usuario ingresa el código y la descripción del proyecto, seguidamente el usuario selecciona o agrega un cliente. Posteriormente se llena el número de estrato (**el número de estratos debe de estar entre 1 y 6**), si el usuario ingresa un número de estrato fuera de lo establecido el sistema manda un mensaje al usuario, haciéndole saber que hay errores y que debe de corregir.

Después de haber realizado este proceso el sistema muestra los campos necesarios para realizar el proyecto y el usuario ya puede empezar a llenar los campos correspondientes a las columnas de (**Coesión del suelo, Peso específico, Ángulo de fricción, espesor**).

El apartado **seleccione tipo de zapata** esta desactivado por defecto, este es activado después que el usuario ha llenado todos los campos correspondientes.

Cabe mencionar que el usuario solo puede seleccionar un tipo de zapata a la vez. El resultado del campo **Capacidad de carga (Kg/Cm²)** varía según el tipo de zapata que este vaya a utilizar.

Botón restablecer: este botón se utiliza para restablecer el proyecto desde cero, es decir, cualquier dato que esté dentro de la interfaz será borrado y la interfaz regresará a su posición inicial.

Botón calcular: este botón sirve para realizar el cálculo de la capacidad de carga de un suelo. Este botón funciona únicamente cuando todos los campos han sido llenados correctamente, de lo contrario al pulsar este botón **calcular**, y el sistema encuentra campos vacíos, este manda un mensaje de error al usuario.

Botón Guardar: ya con todos los cálculos realizados, se finaliza el proyecto al pulsar **Guardar**, si el sistema encontrara campos vacíos no permitirá que el proyecto se guarde y mandara un mensaje al usuario haciéndole saber que hay campos vacíos.

Fase de desarrollo

Para poder desarrollar este módulo, fue necesario utilizar fórmulas matemáticas complejas, las cuales debieron ser implementadas en el lenguaje de programación para poder realizar cada una de las funciones con las cuales cuenta este módulo.

Ecuaciones de carga

$$1. Nq = \frac{e^{\left(2\left(\frac{3\pi}{4} - \frac{\phi p}{2}\right)\tan \phi p\right)}}{2\cos^2(45 + \phi p)}$$

ϕp pasar a radianes multiplicar por $\frac{\pi}{180}$

$$2. Nc = \cot \phi p (Nq - 1) \quad \phi p \text{ en grados}$$

$$3. Kpy = 3 * \tan^2 \left(45 + \frac{\phi p + 33}{2}\right) \quad \phi p \text{ en grados}$$

$$4. N\gamma = \frac{1}{2} \left(\frac{Kpy}{\cos^2} - 1\right) \tan \phi p \quad \phi p \text{ en grados}$$

Ecuaciones de capacidad de carga

Si elije cimentación continua.

$$Q_{admissible} = \frac{CpNc + \acute{q}Nq + 0.5\gamma pBN\gamma}{Fs}$$

Si elije cimentacion cuadrada.

$$Q_{admissible} = \frac{1.3CpNc + \acute{q}Nq + 0.4\gamma pBN\gamma}{Fs}$$

Si elije cimentación circular.

$$Q_{admissible} = \frac{1.3CpNc + \acute{q}Nq + 0.3\gamma pBN\gamma}{Fs}$$

Fase de pruebas

Prueba 1.

Ejecución del caso de Prueba				
Nombre del Caso de Prueba:		Número de estratos		
Nombre Probador	Paso/Flujo	Valores	Resultado esperado	Resultado obtenido
Wilmor Arce	Ingresar estratos en un rango mayor a 6.	Muestra: 7	Mensaje error “Número de estratos debe de estar entre 1 y 6”	Se obtuvo como resultado un mensaje de error, ver “Ilustración 34: Prueba 1, Terzaghi”.
Decisión de aprobación del caso de prueba				Aprobado

Tabla 84: Prueba 1, Terzaghi

The screenshot shows the 'Método Terzaghi' software interface. At the top, the title 'TERZAGHI' is displayed. Below the title, there are input fields for 'Código: 021', 'Descripción: Proyecto Catarina', and 'Cliente: ConstructoraSA'. A search icon is visible in the top right corner. The main area contains several input fields: 'Número de estrato' (set to 7), 'Número de estrato', 'Coesión del suelo (KG/M'2)', 'Peso específico (kg/m'3)', 'Ángulo de fricción', and 'Espesor'. On the right side, there are fields for 'Diámetro de zapata (M)', 'Nivel de desplante (M)', and 'Factor de seguridad', along with radio buttons for 'Seleccione tipo de zapata' (Continua, Cuadrada, Regular). At the bottom, there are buttons for 'Restablecer', 'Calcular', 'Guardar', and 'Imprimir'. A validation error message box is overlaid on the screen, stating 'Número de estratos debe estar entre 1 y 6.' with an 'Aceptar' button.

Ilustración 34: Prueba 1, Terzaghi

Prueba 2.

Ejecución del caso de Prueba				
Nombre del Caso de Prueba:	Guardar proyecto con campos vacíos			
Nombre Probador	Paso/Flujo	Valores	Resultado esperado	Resultado obtenido
Wilmor Arce	Dejar campos vacíos	Campos vacíos	Mensaje de error "Completar la información del método Terzaghi"	Se obtuvo como resultado un mensaje de error, ver Ilustración 35: Prueba 2, Terzaghi.
Decisión de aprobación del caso de prueba				Aprobado

Tabla 85: Prueba 2, Terzaghi

TERZAGHI

Código: Descripción: Cliente:

Número de estrato

Número de estrato	Coesión del suelo(KG/M'2)	Peso específico (kg/m'3)	Ángulo de fricción	Espesor
<input type="text" value="1"/>				
<input type="text" value="2"/>				
<input type="text" value="3"/>				
<input type="text" value="4"/>				
<input type="text" value="5"/>				
<input type="text" value="6"/>				

Campos vacíos ✕

Completar la información del método Terzaghi.

Diámetro de zapata(M):

Nivel de desplante(M):

Factor de seguridad:

Seleccione tipo de zapata

Continua

Cuadrada

Regular

Capacidad de carga (Kg/cm²)

Ilustración 35: Prueba 2, Terzaghi

Prueba 3.

Ejecución del caso de Prueba				
Nombre del Caso de Prueba:		Cohesión del suelo		
Nombre Probador	Paso/Flujo	Valores	Resultado esperado	Resultado obtenido
Wilmor Arce	Ingresar cohesión del suelo superior al rango establecido	Muestra:4000	Mensaje de error "Cohesión del suelo debe de estar entre 0 y 3000 Kg/ M ² "	Se obtuvo como resultado un mensaje de error, ver Ilustración 36: Prueba 3, Terzaghi
Decisión de aprobación del caso de prueba				Aprobado

Tabla 86: Prueba 3, Terzaghi

TERZAGHI

Código: 021 Descripción: Proyecto Catarina Cliente: ConstructoraSA

Número de estrato 6

Número de estrato	Coesión del suelo(KG/M ²)	Peso específico (kg/m ³)	Ángulo de fricción	Espesor
1	4000			
2				
3				
4				
5				
6				

Diámetro de zapata(M):

Nivel de desplante(M):

Factor de seguridad:

Seleccione tipo de zapata

Continua

Cuadrada

Regular

Restablecer Calcular

Capacidad de carga (Kg/cm²) Guardar Imprimir

Ilustración 36: Prueba 3, Terzaghi

Prueba 4.

Ejecución del caso de Prueba				
Nombre del Caso de Prueba:		Peso específico		
Nombre Probador	Paso/Flujo	Valores	Resultado esperado	Resultado obtenido
Wilmor Arce	Ingresar peso superior al rango establecido	Muestra:6000	Mensaje de error "Peso específico debe estar entre 0 y 3000 Kg/ M ³ "	Se obtuvo como resultado un mensaje de error, ver Ilustración 37: Prueba 4, Terzaghi
Decisión de aprobación del caso de prueba				Aprobado

Tabla 87: Prueba 4, Terzaghi

The screenshot shows the TERZAGHI software interface. At the top, there is a search bar and a user icon. Below that, there are input fields for 'Código: 021', 'Descripción: Proyecto Catarina', and 'Cliente: ConstructoraSA'. The main area contains a table with columns for 'Número de estrato', 'Coesión del suelo (KG/M²)', 'Peso específico (kg/m³)', 'Ángulo de fricción', and 'Espesor'. The 'Peso específico' field is set to 6000. A yellow error dialog box is overlaid on the table, displaying a warning icon and the text: 'Error: Peso específico debe estar entre 0 y 3000 Kg/M³'. Below the error message is an 'Aceptar' button. To the right of the table, there are input fields for 'Diámetro de zapata (M)', 'Nivel de desplante (M)', and 'Factor de seguridad'. Below these are radio buttons for 'Selección tipo de zapata' with options: 'Continua', 'Cuadrada', and 'Regular'. At the bottom of the interface, there are buttons for 'Restablecer', 'Calcular', 'Guardar', and 'Imprimir'. A 'Capacidad de carga (Kg/cm²)' field is also present at the bottom left.

Ilustración 37: Prueba 4, Terzaghi

Prueba 5.

Ejecución del caso de Prueba				
Nombre del Caso de Prueba:		Ángulo de fricción		
Nombre Probador	Paso/Flujo	Valores	Resultado esperado	Resultado obtenido
Wilmor Arce	Ingresar ángulo de fricción superior al rango establecido	Muestra:120	Mensaje de error "Ángulo de fricción debe de estar entre 0 y 100"	Se obtuvo como resultado un mensaje de error, ver Ilustración 39: Prueba 5, Terzaghi.
Decisión de aprobación del caso de prueba				Aprobado

Ilustración 38: Prueba 5, Terzaghi

The screenshot shows the TERZAGHI software interface. At the top, there is a search bar and a search icon. Below that, there are input fields for 'Código: 021', 'Descripción: Proyecto Catarina', and 'Cliente: ConstructoraSA'. The main area contains a table with columns: 'Número de estrato', 'Coesión del suelo (KG/M'2)', 'Peso específico (kg/m'3)', 'Ángulo de fricción', and 'Espesor'. The 'Número de estrato' is set to 5, and the 'Ángulo de fricción' is set to 120. An error dialog box is open in the center, displaying a warning icon and the message: 'Error: Ángulo de fricción debe estar entre 0 y 100'. Below the table, there are buttons for 'Restablecer' and 'Calcular'. At the bottom, there is a field for 'Capacidad de carga (Kg/cm²)' and buttons for 'Guardar' and 'Imprimir'.

Ilustración 39: Prueba 5, Terzaghi

Prueba 6.

Ejecución del caso de Prueba				
Nombre del Caso de Prueba:		Espesor		
Nombre Probador	Paso/Flujo	Valores	Resultado esperado	Resultado obtenido
Wilmor Arce	Ingresar espesor superior al establecido	Muestra:12	Mensaje de error "Espesor debe de estar entre 0 y 10"	Se obtuvo como resultado un mensaje de error, ver Ilustración 40: Prueba 6, Terzaghi.
Decisión de aprobación del caso de prueba				Aprobado

Tabla 88: Prueba 6, Terzaghi

The screenshot shows the TERZAGHI software interface. At the top, the title 'TERZAGHI' is displayed. Below it, there are input fields for 'Código: 021', 'Descripción: Proyecto Catarina', and 'Cliente: ConstructoraSA'. A search icon is in the top right corner. The main form area contains several input fields: 'Número de estrato' (5), 'Coesión del suelo (KG/M²)', 'Peso específico (kg/m³)', 'Ángulo de fricción', 'Espesor' (12), 'Diámetro de zapata (M):', 'Nivel de desplante (M):', 'Factor de seguridad:', and 'seleccione tipo de zapata' with radio buttons for 'Continua', 'Cuadrada', and 'Regular'. A yellow error dialog box is overlaid on the form, with the text 'Error' and 'Espesor debe estar entre 0 y 10'. At the bottom of the dialog is an 'Aceptar' button. Below the form, there are buttons for 'Restablecer', 'Calcular', 'Guardar', and 'Imprimir'. A 'Capacidad de carga (Kg/cm²)' field is also visible at the bottom left.

Ilustración 40: Prueba 6, Terzaghi

Prueba 7.

Ejecución del caso de Prueba				
Nombre del Caso de Prueba:		Ancho de zapata		
Nombre Probador	Paso/Flujo	Valores	Resultado esperado	Resultado obtenido
Wilmor Arce	Ingresar diámetro de zapata superior al establecido	Muestra:7	Mensaje de error "Ancho de zapata debe estar entre 0 y 5"	Se obtuvo como resultado un mensaje de error, ver. Ilustración 42: Prueba 7, Terzaghi
Decisión de aprobación del caso de prueba				Aprobado

Ilustración 41: Prueba 6, Terzaghi

Método Terzaghi

TERZAGHI

Código: S1 Descripción: Proyecto Catarina Cliente: ConstructoraSA

Número de estrato 6

Número de estrato	Coesión del suelo(KG/M ²)	Peso específico (kg/m ³)	Ángulo de fricción	Espesor	Ancho de zapata(M):
1					7
2					
3					
4					
5					
6					

Restablecer
Calcular

Capacidad de carga (Kg/cm²)
Guardar
Imprimir

Error

Ancho de zapata debe estar entre 0 y 5

Aceptar

Ilustración 42: Prueba 7, Terzaghi

Prueba 8.

Ejecución del caso de Prueba				
Nombre del Caso de Prueba:		Nivel de desplante		
Nombre Probador	Paso/Flujo	Valores	Resultado esperado	Resultado obtenido
Wilmor Arce	Ingresar el nivel de desplante en un rango superior al establecido.	Muestra:25	Mensaje de error "Nivel de desplante debe de estar entre 0 y 5"	Se obtuvo como resultado un mensaje de error, ver. Ilustración 44: Prueba 8, Terzaghi.
Decisión de aprobación del caso de prueba				Aprobado

Ilustración 43: Prueba 8, Terzaghi

TERZAGHI

Código: 021 Descripción: Proyecto Catarina Cliente: ConstructoraSA

Número de estrato: 5

Número de estrato	Coesión del suelo(KG/M ²)	Peso específico (kg/m ³)	Ángulo de fricción
1	0	154	23
2	0	145	14
3	0	145	12
4	0	124	14
5	0	124	12

Diámetro de zapata(M): 2
Nivel de desplante(M): 25

Espeor: 2

Error
Nivel de desplante debe estar entre 0 y 5

Restablecer Calcular

Capacidad de carga (Kg/cm²) Guardar Imprimir

Ilustración 44: Prueba 8, Terzaghi

Prueba 9.

Ejecución del caso de Prueba				
Nombre del Caso de Prueba:		Factor de seguridad		
Nombre Probador	Paso/Flujo	Valores	Resultado esperado	Resultado obtenido
Wilmor Arce	Ingresar el factor de seguridad superior al establecido	Muestra:9	Mensaje de error "Factor de seguridad debe estar entre 0 y 5"	Se obtuvo como resultado un mensaje de error, ver Ilustración 45: Prueba 8, Terzaghi
Decisión de aprobación del caso de prueba				Aprobado

Tabla 89: Prueba 8, Terzaghi

The screenshot shows the TERZAGHI software interface. At the top, the title 'TERZAGHI' is displayed. Below it, there are input fields for 'Código: 021', 'Descripción: Proyecto Catrina', and 'Cliente: ConstructoraSA'. A search icon is in the top right corner. The main area contains a table with columns: 'Número de estrato', 'Coesión del suelo (KG/M'2)', 'Peso específico (kg/m'3)', 'Ángulo de fricción', and 'Espesor'. The table has three rows of data. To the right of the table, there are input fields for 'Diámetro de zapata (M): 2', 'Nivel de desplante (M): 1', and 'Factor de seguridad: 9'. A yellow error dialog box is open in the foreground, displaying a warning icon and the text 'Factor de seguridad debe estar entre 0 y 5'. At the bottom of the dialog is an 'Aceptar' button. Below the table, there is a 'Restablecer' button. At the very bottom of the interface, there is a 'Capacidad de carga (Kg/cm²)' input field, and 'Guardar' and 'Imprimir' buttons.

Ilustración 45: Prueba 8, Terzaghi

Quinto incremento: Módulo SPT

El ensayo de penetración estándar o SPT (Del inglés Standard Penetration Test), es un tipo de prueba de penetración dinámica, empleada para ensayar terrenos en los que se quiere realizar un reconocimiento geotécnico.

Consiste en medir el número de golpes necesario para que se introduzca una determinada profundidad una cuchara (cilíndrica y hueca) muy robusta (diámetro exterior de 51 milímetros e interior de 35 milímetros, lo que supone una relación de áreas superior a 100), que le permite tomar una muestra en su interior, naturalmente alterada. El peso de la masa y la altura de la caída libre, están normalizados, siendo de 63'5 kilopondios y 76 centímetros respectivamente.

Fase de análisis

Entrevistas al personal del área de geotecnia en base al Módulo SPT

1. ¿Cuál es la importancia del **Método SPT** para la capacidad de carga?
2. ¿Cuál es la diferencia entre el método **Terzaghi** y el método **SPT**?
3. ¿Cuál es el número de sondeos establecido para efectuar el método **SPT**?
4. ¿El número de sondeos varía para cada proyecto?
5. ¿Cuál es la profundidad establecida para cada sondeo?
6. ¿Cuál es la relación entre la profundidad del sondeo y la capacidad de carga?
7. ¿Qué relación existe entre la clasificación de suelos y la capacidad de carga del método **SPT**?
8. ¿Por qué la profundidad de cada sondeo empieza en 0.45 Mt?
9. ¿Por qué la profundidad de cada sondeo aumenta en 0.45 Mt?

Levantamiento de requerimientos

El código del requerimiento funcional se lee Requerimiento funcional SPT (RFS)

Número de requerimiento	RFS1
Nombre de requerimiento	Sondeos
Objetivo	Permitir que los usuarios puedan seleccionar número de sondeos
Tipo	<input checked="" type="checkbox"/> Requisito <input type="checkbox"/> Restricción
Fuente del requisito	Responsables del área de Geotecnia
Prioridad del requisito	<input checked="" type="checkbox"/> Alta/Eencial <input type="checkbox"/> Media/Deseado <input type="checkbox"/> Baja/ Opcional
Descripción del requerimiento	El sistema debe permitir el ingreso de sondeos en un rango de 1 y 15. Si el usuario ingresa valores de sondeos fuera del rango establecido el sistema manda un mensaje al usuario, indicando que se ha ingresado sondeos fuera de lo establecido.

Tabla 90: RFS1

Número de requerimiento	RFS2
Nombre de requerimiento	Profundidad del sondeo
Objetivo	Permitir que los usuarios ingresen profundidad del sondeo
Tipo	<input checked="" type="checkbox"/> Requisito <input type="checkbox"/> Restricción
Fuente del requisito	Responsables del área de Geotecnia
Prioridad del requisito	<input checked="" type="checkbox"/> Alta/Eencial <input type="checkbox"/> Media/Deseado <input type="checkbox"/> Baja/ Opcional
Descripción del requerimiento	<p>El sistema no debe permitir que los usuarios ingresen la profundidad del sondeo fuera de lo establecido.</p> <p>Cada sondeo posee una profundidad, la cual puede varias según criterios del usuario.</p> <p>La profundidad del sondeo empieza en 0.45 metros. La profundidad debe ser limitada por el usuario, tomando como límite 15 mts. Si el usuario ingresa la profundidad del sondeo mayor a 15, el sistema le manda un mensaje al usuario, indicando que se ha ingresado el sondeo fuera de lo establecido.</p> <p>La profundidad del sondeo debe estar entre 1 y 15. Si el usuario ingresa una profundidad mayor a lo establecido, el sistema le manda un mensaje de error al usuario.</p>

Tabla 91: RFS2

Número de requerimiento	RFS3
Nombre de requerimiento	Capacidad de carga.
Objetivo	Permitir que el sistema calcule la capacidad de carga
Tipo	<input checked="" type="checkbox"/> Requisito <input type="checkbox"/> Restricción
Fuente del requisito	Responsables del área de Geotecnia
Prioridad del requisito	<input checked="" type="checkbox"/> Alta/Eencial <input type="checkbox"/> Media/Deseado <input type="checkbox"/> Baja/ Opcional
Descripción del requerimiento	El sistema debe mostrar una ventana alternativa donde presente la capacidad de carga cada 0.45 mts.

Tabla 92: RFS3

Número de requerimiento	RFS4
Nombre de requerimiento	Campos vacíos
Objetivo	Permitir que el usuario no deje campos vacíos
Tipo	<input type="checkbox"/> Requisito <input checked="" type="checkbox"/> Restricción
Fuente del requisito	Responsables del área de Geotecnia
Prioridad del requisito	<input checked="" type="checkbox"/> Alta/Eencial <input type="checkbox"/> Media/Deseado <input type="checkbox"/> Baja/ Opcional
Descripción del requerimiento	El sistema no debe permitir que el usuario deje campos vacíos. Cuando el usuario deje campos vacíos el sistema debe de mandar un mensaje de error.

Tabla 93: RFS4

Número de requerimiento	RFS5
Nombre de requerimiento	Números enteros, decimales y positivos
Objetivo	Permitir que el sistema acepte solo números enteros, decimales y positivos.
Tipo	<input checked="" type="checkbox"/> Requisito <input type="checkbox"/> Restricción
Fuente del requisito	Responsables del área de Geotecnia
Prioridad del requisito	<input checked="" type="checkbox"/> Alta/Eencial <input type="checkbox"/> Media/Deseado <input type="checkbox"/> Baja/ Opcional
Descripción del requerimiento	El sistema solo debe permitir el ingreso de números enteros, decimales y positivos. Si el usuario intenta ingresar letras o caracteres especiales el sistema no lo permite y desactiva la escritura.

Tabla 94: RFS5

Número de requerimiento	RFS6
Nombre de requerimiento	Elevación de sondeo
Objetivo	Permitir al usuario el ingreso de la elevación del sondeo de manera correcta.
Tipo	<input checked="" type="checkbox"/> Requisito <input type="checkbox"/> Restricción
Fuente del requisito	Responsables del área de Geotecnia
Prioridad del requisito	<input checked="" type="checkbox"/> Alta/Eencial <input type="checkbox"/> Media/Deseado <input type="checkbox"/> Baja/ Opcional
Descripción del requerimiento	El sistema debe de permitir el ingreso de elevación de sondeo en un rango entre 0 y 2000. Si el usuario ingresa una evaluación del sondeo fuera del rango establecido, el sistema manda un mensaje de error e interrumpe la acción del usuario.

Tabla 95: RFS6

Número de requerimiento	RFS7
Nombre de requerimiento	Corrección de criterios
Objetivo	Permitir al usuario el ingreso los valores de corrección de manera correcta.
Tipo	<input checked="" type="checkbox"/> Requisito <input type="checkbox"/> Restricción
Fuente del requisito	Responsables del área de Geotecnia
Prioridad del requisito	<input checked="" type="checkbox"/> Alta/Eencial <input type="checkbox"/> Media/Deseado <input type="checkbox"/> Baja/ Opcional
Descripción del requerimiento	El sistema debe permitir realizar correcciones en los siguientes criterios: Energía n1 Longitud de barra n2. Toma muestra n3. Diámetro de perforación n4. El valor del rango ingresado para cualquiera de los criterios debe estar entre 0 y 5. Si el usuario ingresa un valor fuera del rango, el sistema manda un mensaje de error e interrumpe la acción del usuario.

Tabla 96: RFS7

Número de requerimiento	RFS8
Nombre de requerimiento	N2, N3
Objetivo	Permitir al usuario el ingreso de los valores N2, N3 de manera correcta.
Tipo	<input checked="" type="checkbox"/> Requisito <input type="checkbox"/> Restricción
Fuente del requisito	Responsables del área de Geotecnia
Prioridad del requisito	<input checked="" type="checkbox"/> Alta/Eencial <input type="checkbox"/> Media/Deseado <input type="checkbox"/> Baja/ Opcional
Descripción del requerimiento	El sistema debe permitir el ingreso de valores en N2 y N3 en un rango entre 0 y 100. Si el usuario ingresa valores fuera del rango establecido el sistema manda un mensaje de error e interrumpe la acción del usuario.

Tabla 97: RFS8

Número de requerimiento	RFS9
Nombre de requerimiento	Peso específico
Objetivo	Permitir al usuario el ingreso del peso específico de manera correcta.
Tipo	<input checked="" type="checkbox"/> Requisito <input type="checkbox"/> Restricción
Fuente del requisito	Responsables del área de Geotecnia
Prioridad del requisito	<input checked="" type="checkbox"/> Alta/Eencial <input type="checkbox"/> Media/Deseado <input type="checkbox"/> Baja/ Opcional
Descripción del requerimiento	El sistema debe permitir el ingreso del peso específico en un rango entre 0 y 3000. Si el usuario ingresa un valor fuera del rango, el sistema manda un mensaje de error e interrumpe la acción del usuario.

Tabla 98: RFS9

Diagrama de actividades

El conjunto de diagramas correspondientes a este módulo Spt es similar al módulo de granulometría, por lo cual no se realizamos diagramas correspondientes a este módulo. Para mayor información revisar diagramas de actividades del módulo granulometría. **Ver Ilustración 54: Base de datos principal.**

Diseño de base de datos para el módulo Spt

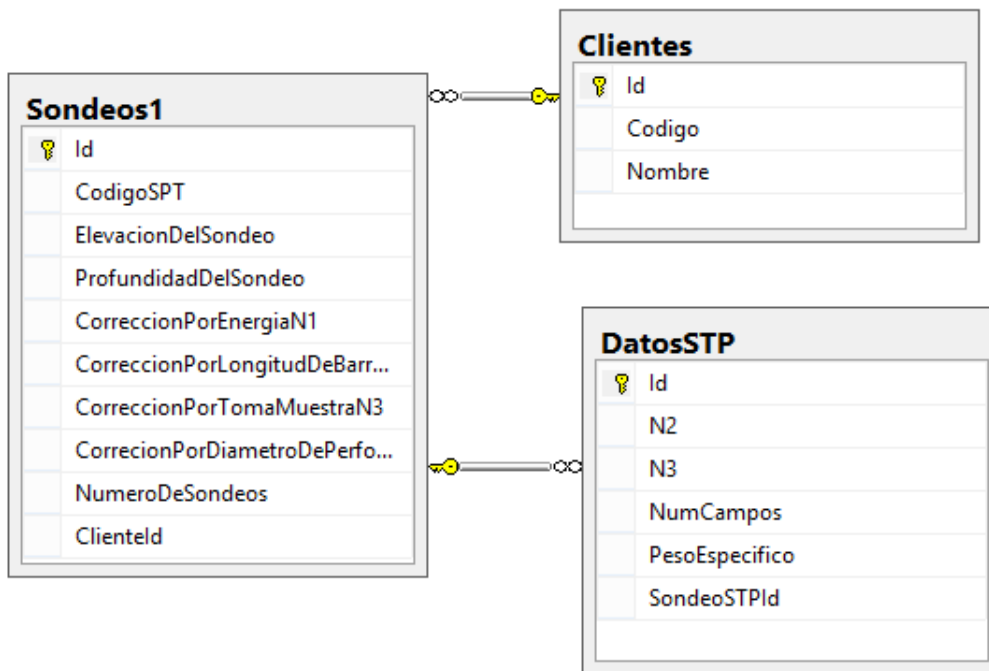


Ilustración 46: Diagrama de base de datos referente al módulo SPT

Fase de diseño

Interfaz principal del módulo Spt

The screenshot shows the 'PRINCIPALSPTFRM' software interface. At the top, there are input fields for 'No de Sondeos' (15), 'Descripcion', and 'Cliente' (ConstructoraSA). Below this is a tabbed interface with tabs for 'Sondeo 1' through 'Sondeo 12'. The main area is divided into two sections. On the left, there are input fields for 'Elevación de sondeo(m): 2', 'Profundidad del Sondeo (m): 15', and a section titled 'Introduzca valores de corrección según su criterio' with fields for 'Correcciones por energía N1: 2', 'Correcciones por longitud de barras N2: 3', 'Correcciones por toma muestras N3: 2', and 'Correcciones por diametro de perforación: 1'. On the right, there is a table with columns: 'Profundidad (m)', 'N2', 'N3', 'Nº de Campos', and 'Peso Especifico (kg/m³)'. The table has 12 rows, with the first row highlighted in blue. At the bottom, there is a 'Código SPT actual: 1' field and three buttons: 'CAPACIDAD DE CARGA', 'GUARDAR', and 'LIMPIAR'.

Profundidad (m)	N2	N3	Nº de Campos	Peso Especifico (kg/m³)
0.45				
0.90				
1.35				
1.80				
2.25				
2.70				
3.15				
3.60				
4.05				
4.50				
4.95				
5.40				

Ilustración 47: Interfaz principal del módulo Spt

Descripción de la interfaz principal del módulo SPT

Primeramente, el usuario ingresa el número de sondeos para el proyecto de SPT. Después que el usuario da ENTER el sistema genera automáticamente el número de sondeos ingresados por el usuario. El usuario empieza a llenar los campos correspondientes para cada sondeo.

En el apartado cliente, el usuario puede agregar o seleccionar un cliente existente en la base de datos.

Columna profundidad: esta columna se llena automáticamente por el sistema, empezando con una profundidad del 0.45 hasta la profundidad ingresada por el usuario.

Columna N2: esta columna es llenada por el usuario con las restricciones de que los valores ingresados estén en el rango entre 0 y 100.

Columna N3: esta columna es llenada por el usuario con las restricciones de que los valores ingresados estén en rango entre 0 y 100gr.

Columna N° de campos: esta columna se llena automáticamente con la suma de los valores de las filas de N2 y N3 respectivamente.

Columna Peso específico: esta columna es llenada por el usuario con las restricciones de que los valores ingresados estén en el rango entre 0 y 3000.

Botón capacidad de carga: Después que el usuario haya ingresado todos los campos correctamente debe pulsar el botón **capacidad de carga** y el sistema automáticamente abrirá una ventana donde se presenta la capacidad de carga en cada 0.45 mts.

Botón Guardar: después que el usuario haya realizado esta serie de procesos correctamente, debe pulsar el botón **Guardar** para que el sistema mande a guardar el proyecto a la base de datos.

Botón imprimir: sirve para realizar un reporte con los resultados de capacidad de carga en cada 0.45 Mts de profundidad.

Fase de desarrollo

Para poder desarrollar este módulo, fue necesario utilizar fórmulas matemáticas complejas, las cuales debieron ser implementadas en el lenguaje de programación para poder realizar cada una de las funciones con las cuales cuenta este módulo.

Correcciones del número de golpes.

$$N_{corr} = N_{cam} C_n \eta_1 \eta_2 \eta_3 \eta_4$$

Dónde:

N_{cor} : Número de golpes corregidos

N_{ca} : Número de golpes de campo

C : Factor de confinamiento

η_1 : Factor de relación de energía del martillo

η_2 : Factor por longitud de las barras de perforación

η_3 : Factor por toma muestras

η_4 : Factor por el diámetro de la perforación

Corrección por confinamiento (C_n)

$$C_n = \frac{2}{1 + Pa}$$

$$Pa = \frac{\gamma h}{P_{atm}}$$

Donde:

Pa : Presión de confinamiento (Kg/cm²)

γ : Peso específico del suelo (Kg/m³)

h : Profundidad de análisis (m)

P_{atm} : Presión atmosférica (1 Kg/cm²)

Corrección por energía (η_1)

$$N_{corr} = N_{cam} \left(\frac{ER}{ER_s} \right)$$

Fase de pruebas

Prueba 1.

Ejecución del caso de Prueba				
Nombre del Caso de Prueba:		Número de sondeos		
Nombre Probador	Paso/Flujo	Valores	Resultado esperado	Resultado obtenido
Wilmor Arce	Ingresar número de sondeos con valor superior a 15	Muestra:17	Mensaje de error “Número de sondeos debe estar entre 1 y 15”	Se obtuvo como resultado un mensaje de error, ver Ilustración 48: Prueba 1, SPT.
Decisión de aprobación del caso de prueba				Aprobado

Tabla 99: Prueba 1, SPT

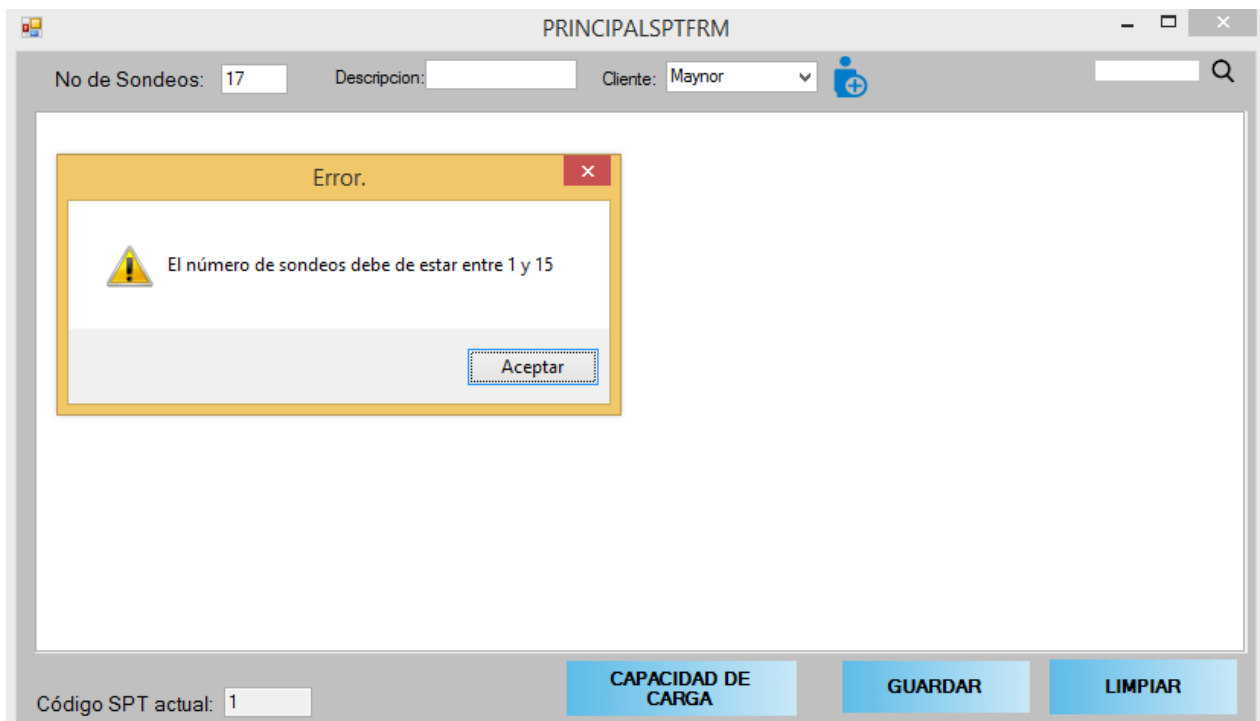


Ilustración 48: Prueba 1, SPT

Prueba 2.

Ejecución del caso de Prueba				
Nombre del Caso de Prueba:	Profundidad del sondeo			
Nombre Probador	Paso/Flujo	Valores	Resultado esperado	Resultado obtenido
Wilmor Arce	Ingresar profundidad del sondeo con valor superior a 15.	Muestra:17	Mensaje de error "Profundidad del sondeo debe estar entre 1 y 15"	Se obtuvo como resultado un mensaje de error, ver Tabla 102: Prueba 2, SPT.
Decisión de aprobación del caso de prueba				Aprobado

Tabla 100: Prueba 2, SPT

The screenshot shows the PRINCIPALSPTFRM application window. At the top, there are input fields for 'No de Sondeos: 3', 'Descripcion:', and 'Cliente: Maynor'. Below this, there are tabs for 'Sondeo 1', 'Sondeo 2', and 'Sondeo 3'. The main area contains input fields for 'Elevación de sondeo(m): 34' and 'Profundidad del Sondeo (m): 17'. A text prompt says 'Introduzca valores de corrección según su criterio'. Below this are four input fields for corrections: 'Correcciones por energía N1:', 'Correcciones por longitud de barras N2:', 'Correcciones por toma muestras N3:', and 'Correcciones por diametro de perforación:'. A table is visible with columns: 'Profundidad (m)', 'N2', 'N3', 'Nº de Campos', and 'Peso Especifico (kg/m³)'. The table has two rows: one with '0.45' and another with '0.90'. An error dialog box is overlaid on the table, with a yellow warning icon and the text 'Error. La profundidad debe de estar entre 0.45 y 15 m'. An 'Aceptar' button is at the bottom of the dialog. At the bottom of the application window, there is a 'Código SPT actual: 1' field and three buttons: 'CAPACIDAD DE CARGA', 'GUARDAR', and 'LIMPIAR'.

Tabla 101: Prueba 2, SPT

Prueba 3.

Ejecución del caso de Prueba				
Nombre del Caso de Prueba:		Calcular con campos vacíos		
Nombre Probador	Paso/Flujo	Valores	Resultado esperado	Resultado obtenido
Wilmor Arce	Dejar campos vacíos	Campos vacíos	Mensaje de error "Completar la información de Spt"	Se obtuvo como resultado un mensaje de error, ver Ilustración 49: Prueba 3, SPT.
Decisión de aprobación del caso de prueba				Aprobado

Tabla 102: Prueba 3, SPT

The screenshot shows the PRINCIPALSPTFRM software interface. At the top, there are fields for 'No de Sondeos' (3), 'Descripción', and 'Cliente' (Maynor). Below this, there are tabs for 'Sondeo 1', 'Sondeo 2', and 'Sondeo 3'. The main area contains input fields for 'Elevación de sondeo(m): 34' and 'Profundidad del Sondeo (m): 2'. A table with columns 'Profundidad (m)', 'N2', 'N3', 'Nº de Campos', and 'Peso Especifico (kg/m³)' is visible, with the first row at 0.45m depth highlighted. A yellow error dialog box is overlaid on the table, stating 'Hay Campos Vacíos o Datos incorrectos' and 'Debe completar o revisar los datos ingresados'. At the bottom, there are buttons for 'CAPACIDAD DE CARGA', 'GUARDAR', and 'LIMPIAR', along with a 'Código SPT actual: 1' field.

Ilustración 49: Prueba 3, SPT

Prueba 4.

Ejecución del caso de Prueba				
Nombre del Caso de Prueba:		Elevación del sondeo		
Nombre Probador	Paso/Flujo	Valores	Resultado esperado	Resultado obtenido
Wilmor Arce	Ingresar elevación del sondeo con valor superior a 2000	Muestra:3000	Mensaje de error "Elevación del sondeo debe ser mayor a 2000"	Se obtuvo como resultado un mensaje de error, ver imagen ().
Decisión de aprobación del caso de prueba				Aprobado

Tabla 103: Prueba 4, SPT

The screenshot shows the PRINCIPALSPTFRM application window. At the top, there are fields for 'No de Sondeos: 2', 'Descripcion: Proyecto Catarina', and 'Cliente: Maynor'. Below this, there are tabs for 'Sondeo 1' and 'Sondeo 2'. The main area contains a table with columns: 'Profundidad (m)', 'N2', 'N3', 'Nº de Campos', and 'Peso Especifico (kg/m³)'. An 'Error' dialog box is open in the foreground, displaying a warning icon and the message: 'Elevación de sondeo debe ser mayor que cero y menor que 2000'. Below the dialog, there are input fields for 'Correcciones por toma muestras N3:' and 'Correcciones por diametro de perforación:'. At the bottom, there is a 'Código SPT actual: 1' field and three buttons: 'CAPACIDAD DE CARGA', 'GUARDAR', and 'LIMPIAR'.

Prueba 5.

Ejecución del caso de Prueba				
Nombre del Caso de Prueba:	Corrección por n1, n2, n3, n4			
Nombre Probador	Paso/Flujo	Valores	Resultado esperado	Resultado obtenido
Wilmor Arce	Ingresar corrección por n1, n2, n3, n4.	Muestra n1: 1 Muestra n2: 3 Muestra n3: 2 Muestra n4: 8	Mensaje de error "Corrección por n1, n2, n3, n4" debe ser menor que 5.	Se obtuvo como resultado un mensaje de error, ver Ilustración 50: Prueba 5, SPT.
Decisión de aprobación del caso de prueba				Aprobado

Tabla 104: Prueba 5, SPT

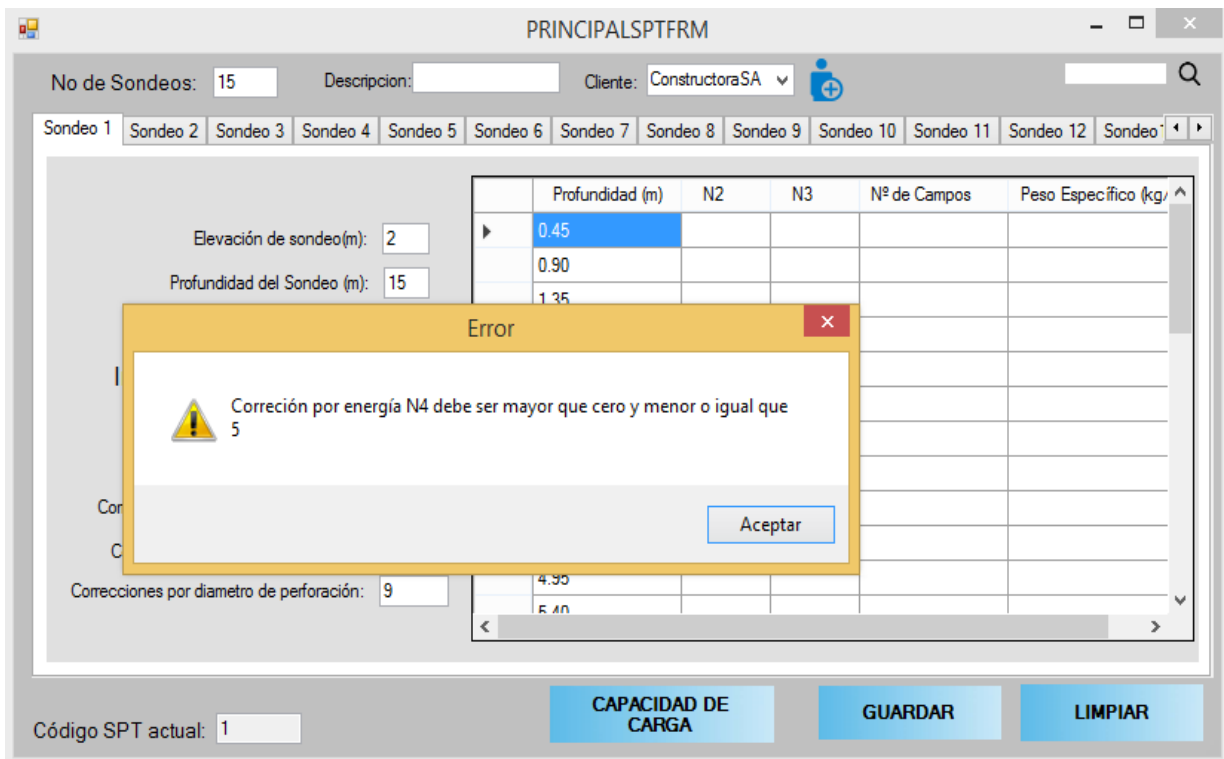


Ilustración 50: Prueba 5, SPT

Prueba 6.

Ejecución del caso de Prueba				
Nombre del Caso de Prueba:	N2, N3			
Nombre Probador	Paso/Flujo	Valores	Resultado esperado	Resultado obtenido
Wilmor Arce	Ingresar N2, N3.	Muestra N1:234 Muestra N2:231	Mensaje de error "Los valores de N2, N3 deben ser menor que cero y menor o igual que 100".	Se obtuvo como resultado un mensaje de error, ver Ilustración 51: Prueba 6, SPT.
Decisión de aprobación del caso de prueba				Aprobado

Tabla 105: Prueba 6, SPT

PRINCIPALSPTFRM

No de Sondeos: 15 Descripción: Cliente: ConstructoraSA

Sondeo 1	Sondeo 2	Sondeo 3	Sondeo 4	Sondeo 5	Sondeo 6	Sondeo 7	Sondeo 8	Sondeo 9	Sondeo 10	Sondeo 11	Sondeo 12	Sondeo 13

Elevación de sondeo(m):

Profundidad del Sondeo (m):

Introduzca valores de corrección según su criterio

Correcciones por energía N1:

Correcciones por longitud de barras N2:

Correcciones por toma muestras N3:

Correcciones por diametro de perforación:

Profundidad (m)	N2	N3	Nº de Campos	Peso Especifico (kg)
0.45	234			
4.50				
4.95				
5.40				

Error

⚠ N2 debe de ser mayor que 0 y menor o igual que 100

Código SPT actual:

CAPACIDAD DE CARGA
GUARDAR
LIMPIAR

Ilustración 51: Prueba 6, SPT

Prueba 7.

PRINCIPALSPTFRM

No de Sondeos: 15 Descripción: Cliente: ConstructoraSA

Sondeo 1 Sondeo 2 Sondeo 3 Sondeo 4 Sondeo 5 Sondeo 6 Sondeo 7 Sondeo 8 Sondeo 9 Sondeo 10 Sondeo 11 Sondeo 12 Sondeo 13

Elevación de sondeo(m): 2
Profundidad del Sondeo (m): 15

Introduzca valores de corrección según su criterio

Correcciones por energía N1: 1
Correcciones por longitud de barras N2: 3
Correcciones por toma muestras N3: 2
Correcciones por diametro de perforación: 4

Profundidad (m)	N2	N3	Nº de Campos	Peso Especifico (kg)
0.45		231	0	
4.50			0	
4.95			0	
5.40			0	

Error

! N3 debe de ser mayor que 0 y menor o igual que 100

Aceptar

Código SPT actual: 1

CAPACIDAD DE CARGA GUARDAR LIMPIAR

Ilustración 52: Prueba 7, SPT

Prueba 8.

Ejecución del caso de Prueba

Ejecución del caso de Prueba				
Nombre del Caso de Prueba:		Peso específico		
Nombre Probador	Paso/Flujo	Valores	Resultado esperado	Resultado obtenido
Wilmor Arce	Ingresar peso específico con valor superior a 3000	Muestra:4567	Mensaje de error "El peso específico debe ser mayor que cero y menor o igual a 3000".	Se obtuvo como resultado un mensaje de error, ver Ilustración 53: Prueba 8, SPT
Decisión de aprobación del caso de prueba				Aprobado

Tabla 106: Prueba 8, SPT

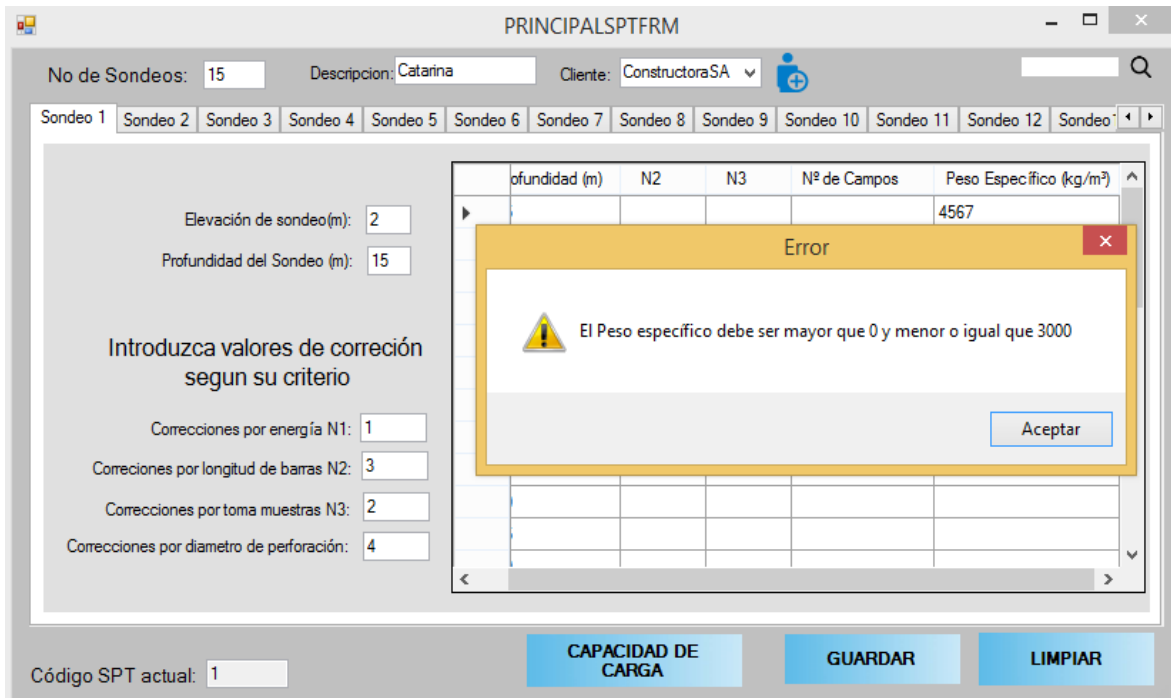


Ilustración 53: Prueba 8, SPT

Base de datos principal

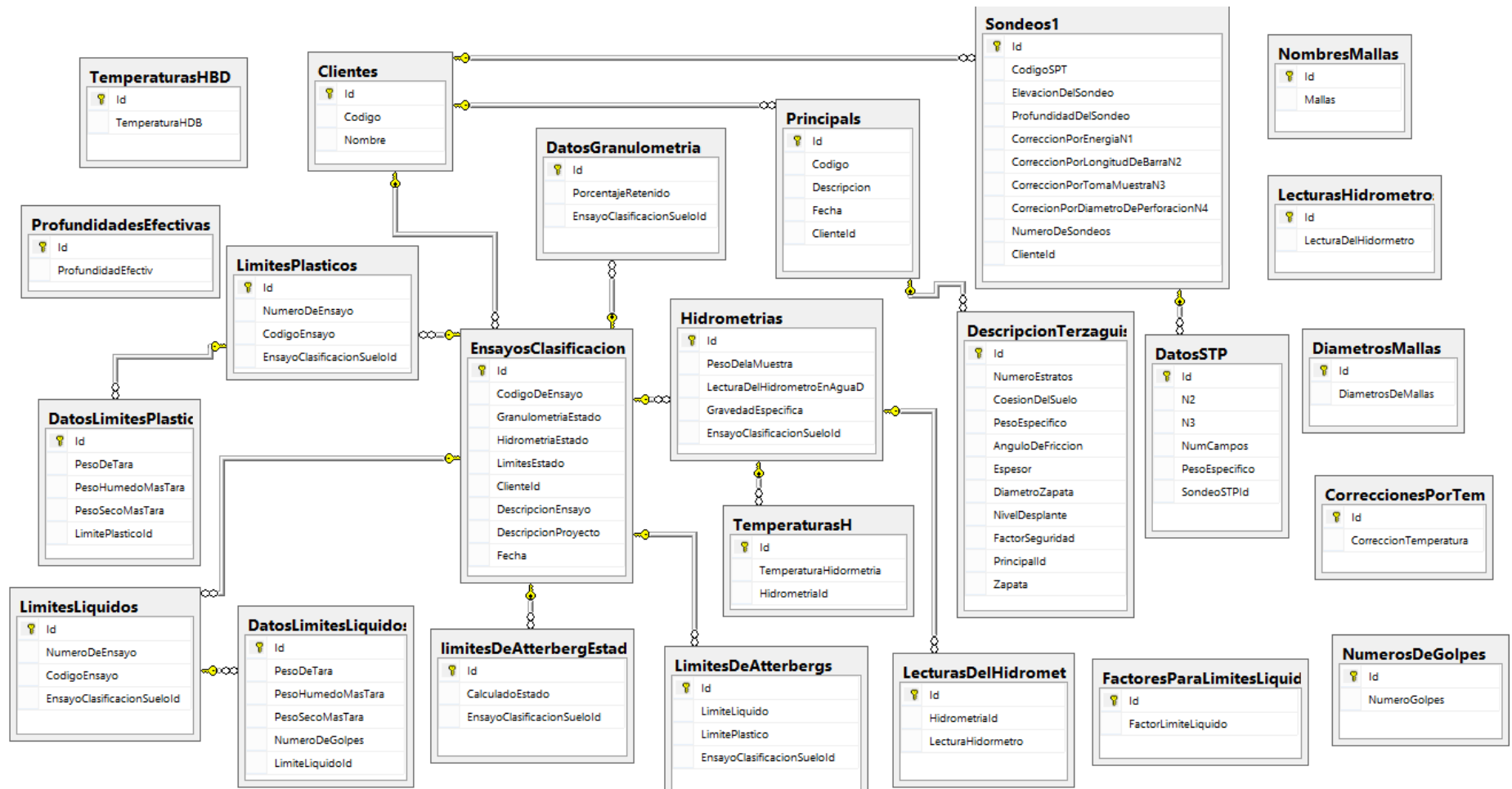


Ilustración 54: Base de datos principal

IX. EVALUACIÓN DEL SISTEMA CGCS SEGÚN CRITERIOS PLANTEADOS POR EL MODELO MCCALL

CGCS fue evaluado según el modelo McCall, el cual se centra en el producto final identificando atributos claves, desde el punto de vista del usuario.

Este modelo plantea diferentes aspectos para la evaluación de un software, sin embargo, para evaluar la calidad de este nos centraremos en los siguientes factores:

1. Facilidad de uso
2. Facilidad de pruebas
3. Fiabilidad

Factor	Ponderación de factor	Calificación ponderada	Criterios	Justificación del criterio	Calificación	Justificación de la nota
Facilidad de uso	40%	40%	Facilidad de operación	Se necesita este criterio para la operación del sistema	100%	Formularios fáciles de usar
			Facilidad de comunicación	Se necesita para ver si las entradas y salidas son asimilables	100%	Las entradas del sistema no son complejas
			Facilidad de aprendizaje	Para valorar la facilidad de aprendizaje del software	100%	El sistema cuenta con interfaces instructivas

Fiabilidad	40 %	40%	Precisión	Para valorar la precisión de los resultados	100%	El sistema permite realizar cálculos precisos
			Modularidad	Se utiliza para evaluar que los atributos del software se descompongan en elementos diferentes.	100%	El sistema cuenta con módulos independientes
Facilidad de prueba	20%	17.6%	Simplicidad	Se utiliza para valorar si las funciones son fáciles de entender	90%	Las funciones con las cuales cuenta el sistema son comprensibles para el usuario.
			Auto descripción	Se utiliza para comprender si el software tiene auto descripción en todos sus procesos.	86%	El sistema es capaz de guiar al usuario
Total	100%	97.6%				
Valoración de Aceptabilidad (Mayor o igual a 80%)						

Con el objetivo de medir la aceptación del sistema se realizaron encuestas dirigidas al personal que labora en el área de geotecnia, basándose en los estándares que plantea el modelo McCall.

La información obtenida de dicho instrumento sirvió para la elaboración de la evaluación del sistema según tabla anterior, el valor de aceptación definido para evaluación de dicho software es del 80%. Los resultados de dicha tabla indica un grado de aceptación ponderable del 97.6%, esto indica que el valor de evaluación es superior al valor de aceptación definido, por lo tanto, el software goza de un alto grado de aceptación por nuestros clientes.

Encuesta para medir criterios planteados por el modelo McCall.



UNIVERSIDAD
NACIONAL
AUTÓNOMA DE
NICARAGUA,
MANAGUA
UNAN - MANAGUA

Facultad de ciencias e ingeniería

UNAN-Managua

Encuesta dirigida a los usuarios del sistema CGCS en el CIGEO UNAN-Managua, con el objetivo de medir criterios planteados por el modelo McCall.

Instrucciones: A continuación, usted encontrará un conjunto de ítems, marque solo una alternativa según considere conveniente.

1. ¿Los formularios con los que cuenta el sistema son fáciles de usar?
100% 90% 80%
2. ¿Las entradas del sistema son fáciles de entender?
100% 90% 80%
3. ¿El sistema cuenta con interfaces instructivas?
100% 90% 80%
4. ¿El sistema permite realizar cálculos precisos?
100% 90% 80%
5. ¿El sistema cuenta con módulos independientes?
100% 90 % 80 %
6. ¿Las funciones con las que cuenta el sistema son fáciles de entender?
100% 90% 80 %
7. ¿El sistema es capaz de guiar al usuario?
100% 90% 80%

X. ENCUESTA SAZTIFACCIÓN REALIZADA AL PERSONAL DEL ÁREA DE GEOTECNIA



UNIVERSIDAD
NACIONAL
AUTÓNOMA DE
NICARAGUA,
MANAGUA
UNAN - MANAGUA

Instrucciones: A continuación, usted encontrará un conjunto de ítems relacionados al sistema CGCS propiedad del instituto de geología y geofísica IGG-CIGEO UNAN-Managua. Marque solo una alternativa según considere conveniente.



1. ¿Qué tan satisfecho/a está con la confiabilidad del software?
 - Muy satisfecho
 - Satisfecho
 - Algo satisfecho
 - Insatisfecho

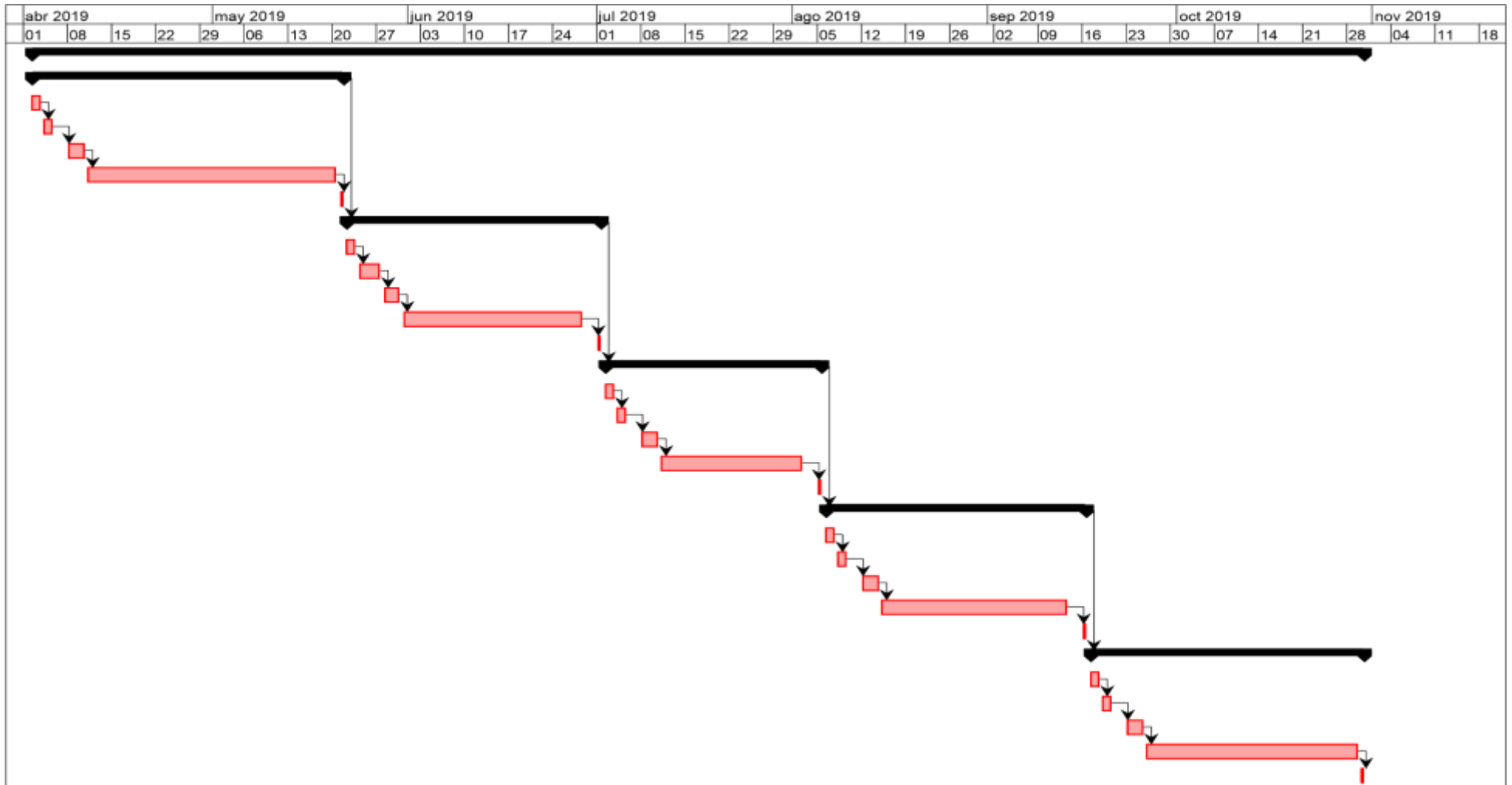
2. ¿Qué tan satisfecho/a está con la apariencia del software?
 - Muy satisfecho
 - Satisfecho
 - Algo satisfecho
 - Insatisfecho

3. ¿Cuáles de las siguientes palabras utilizaría para describir el sistema?
 - Confiable
 - De alta calidad
 - Útil
 - Insatisfecho

- De mala calidad
4. ¿Cree que este sistema satisface las necesidades del área de Geotecnia?
- Si
- No
- Un poco
5. ¿En cuanto a funciones cree que el sistema es?
- Completo
- Aceptable
- Incompleto
6. ¿Qué tan receptivo ha sido el equipo de trabajo ante sus preguntas o inquietudes acerca del sistema?
- Muy receptivo
- Receptivo
- No muy receptivo
7. ¿Cómo considera el nivel de profesionalismo del equipo?
- Altamente profesional
- Moderadamente profesional

XI. CRONOGRAMA

		Nombre	Duracion	Inicio	Terminado	Predecesores
1		<input type="checkbox"/> Software para la caracterización geotécni..	152 days	2/04/19 9:00	30/10/19 19:00	
2		<input type="checkbox"/> Módulo 1: Granulometría	36 days	2/04/19 9:00	21/05/19 19:00	
3		Requerimientos	2 days	2/04/19 9:00	3/04/19 19:00	
4		Diseño de base de datos	2 days	4/04/19 9:00	5/04/19 19:00	3
5		Diseño de interfaces	3 days	8/04/19 9:00	10/04/19 19:00	4
6		Codificación	28 days	11/04/19 9:00	20/05/19 19:00	5
7		Pruebas	1 day	21/05/19 9:00	21/05/19 19:00	6
8		<input type="checkbox"/> Módulo 2: Hidrometría	29 days	22/05/19 9:00	1/07/19 19:00	2
9		Requerimientos	2 days	22/05/19 9:00	23/05/19 19:00	
10		Diseño de base de datos	2 days	24/05/19 9:00	27/05/19 19:00	9
11		Diseño de interfaces	3 days	28/05/19 9:00	30/05/19 19:00	10
12		Codificación	21 days	31/05/19 9:00	28/06/19 19:00	11
13		Pruebas	1 day	1/07/19 9:00	1/07/19 19:00	12
14		<input type="checkbox"/> Módulo 3: Límites de Atterberg	25 days	2/07/19 9:00	5/08/19 19:00	8
15		Requerimientos	2 days	2/07/19 9:00	3/07/19 19:00	
16		Diseño de base de datos	2 days	4/07/19 9:00	5/07/19 19:00	15
17		Diseño de interfaces	3 days	8/07/19 9:00	10/07/19 19:00	16
18		Codificación	17 days	11/07/19 9:00	2/08/19 19:00	17
19		Pruebas	1 day	5/08/19 9:00	5/08/19 19:00	18
20		<input type="checkbox"/> Módulo 4: Terzaghi	30 days	6/08/19 9:00	16/09/19 19:00	14
21		Requerimientos	2 days	6/08/19 9:00	7/08/19 19:00	
22		Diseño de base de datos	2 days	8/08/19 9:00	9/08/19 19:00	21
23		Diseño de interfaces	3 days	12/08/19 9:00	14/08/19 19:00	22
24		Codificación	22 days	15/08/19 9:00	13/09/19 19:00	23
25		Pruebas	1 day	16/09/19 9:00	16/09/19 19:00	24
26		<input type="checkbox"/> Módulo 4: Prueba SPT	32 days	17/09/19 9:00	30/10/19 19:00	20
27		Requerimientos	2 days	17/09/19 9:00	18/09/19 19:00	
28		Diseño de base de datos	2 days	19/09/19 9:00	20/09/19 19:00	27
29		Diseño de interfaces	3 days	23/09/19 9:00	25/09/19 19:00	28
30		Codificación	24 days	26/09/19 9:00	29/10/19 19:00	29
31		Pruebas	1 day	30/10/19 9:00	30/10/19 19:00	30



XII. PRESUPUESTO

El plazo estimado para el desarrollo de este proyecto es de 7 meses.

Costos de recursos del proyecto

Recursos del proyecto					
Autores		Sistema para el Instituto de Geología y Geofísica IGG- CIGEO UNAN-Managua, durante el segundo semestre del año 2018.			
✓ Kener Abel Salinas					
Sequeira					
✓ Maynor Francisco					
Lanzas Gadea					
✓ Iloe José Bustos					
Calderón					
Concepto	Tipo de recurso	Descripción	Costo por Mes	Cantidad	Costo total
Comunicación	Servicio	Servicio de internet, llamadas telefónicas.	\$30	7	\$210
Transporte	Gastos indirectos	Gastos de movilización hacia el lugar de desarrollo del proyecto.	\$3	7	\$21
Equipos de hardware					
Computadoras	Hardware	Lenovo IdeaPad 330-15IKB Intel Core i3 (8va Gen) 8130U / 2.2GHz / 4 MB RAM 8 GB DDR4 SDRAM 2133 MHz (1 x 4 GB + 4 GB (soldered)) Maximo 12GB		3	\$ 1956.39

		1TB HDD SATA 6Gb/s / 5400 rpm Precio = \$652,13			
Impresoras	Hardware	Impresora HP DeskJet GT5820 – Multifuncional – 4 Bot. 70ml – WIFI Precio = \$230,55		1	\$230,55
Software					
Visual Studio Community visual 2015	Software	Visual Studio Community 2015	\$ -	0	\$ -
SQL SERVER	Software	SQL SERVER	\$5	7	\$35
SUBTOTAL			920.68		\$2417.94

Costo de recursos humanos

Recursos humanos				
Personal	Cargo	Salario mensual	Cantidad de meses trabajados	Salarios totales
Kener Abel Salinas Sequeira	Analista, programador, diseñador	\$600	7	\$4,200
Maynor Francisco Lanzas Gadea	Analista, programador	\$500	7	\$3,500

Iloe José Bustos Calderón	Analista, programador	\$500	7	\$3,500
Subtotal		\$1600	7	\$11,200

Costos totales

Subtotales de Costos de recursos del proyecto	\$2417.94
Subtotales de recursos humanos	\$11,200
% imprevistos	\$681.94
Estimación total del proyecto	\$14,299.88

XIII. BIBLIOGRAFÍA

- Alarcón, J. M. (2005). Los mejores cursos online de programación. *CampusMVP*.
- Alarcón, V. F. (2010). *Desarrollo de Sistemas de Información: Una Metodología Basada en el Modelado*. Barcelona, España: Edición UPC. pp. 69-89. España: : Cengage Learning.
- BOCCHINO, W. (1975). *Sistemas de informacion para la administracion,tecnicas e instrumentos*. mexico: trillas.
- Cabello, M. V. (2010). *Introduccion a las Bases de Datos relacionales*. Editorial Visión Libros .
- Calvo, N. d. (11 jun. 2015). *Gestión y control de los sistemas de Información*. Editorial Elearning, S.L.
- Ceballos, J. (2013). *Enciclopedia de Microsoft Visual C# 4ta edición*. Madrid: RA-MA.
- Cobo, A. (2006). *Diseño y programación de bases de datos*. Editorial Visión Libros.
- Conen Karen, Daniel Enrique Lara. (2000). *Sistemas de Informacion para negocios: un enfoque para la toma de decisiones*. mexico.
- Daniel Cohen Karen- Mc Graw Hill . (1997). *Sistema de información para la toma de decisiones*.
- DataCentrix. (14 octubre 2015). ¿Qué importancia tienen las bases de datos a nivel empresarial? *DataCentrix*.
- Fernández, B. F. (2015). *¿Por qué los sistemas de información son esenciales?* *Format Select Grupo Empresarial*. (2000). madrid.
- Fuente, F. G. (2004). *Sistemas de infamación en la sociedad del conocimiento* . Madrid: Esic editorial.
- John, G. (1981). *Teoria General de Sistemas* . mexico: Prentice-hall segunda edicion.
- Jr, R. M. (2000). *Sistemas de informacion* . mexico: prentice-hall.
- Kendall, K. E. (2011). *Análisis y Diseño de Sistemas Actava Edición*. México: Pearson Education.
- Landeau, R. (2007). *Elaboración de trabajos de investigación : a propósito de la falla tectónica de la Revolución Bolivariana*. Editorial Alfa.

- Martínez, R. N. (1 feb. 2017). *El Proceso de Desarrollo de Software: 2ª Edición*. IT Campus Academy.
- Morales, R. (2006). *Análisis de sistemas y la ingeniería de software*. Madrid: Editorial Universidad estatal de distancia.
- MUÑOZ, E. M. (2013). *Fundamentos de investigación - Un enfoque por competencias 2a edición* . Alfaomega Grupo Editor, 6 ago. .
- Pérez, B. E. (1997). *Evaluación económica de los sistemas de infarmación* . Universidad de Sevilla.
- Pérez, C. M. (2007). *Administración y Análisis de Bases de Datos*. México, D.F: Alfaomega Ra-ma.
- Pressman, R. S. (2010). *INGENIERIA DEL SOFTWARE UN ENFOQUE PRACTICO*. España: McGraw-Hill Interamericana de España S.L., 2010.
- Razos, C. M. (2006). *Auditoria en sistemas computacionales* . Mexico: Pearson.
- Ricardo, C. M. (2004). *Bases de datos* . Mexico .
- Rivera, F. L. (2008). *Base de datos relacionales Teoria y Practica*. ITM.
- Robert, M. (1988). *sistemas de informacion administrativa*. Lima: Ob. Cit.
- Sampieri, R. H. (2010). *Metodología de la investigación 5ta Edición*. México D.F.: McGraw-Hill.
- Sampieri, R. H. (2014). *Metodología de la Investigación 6ta Edición*. México D.F.: McGraw-Hill.
- Silberschatz, A. (2002). *Fundamentos de Bases de Datos*. Madrid: McGRAW-HIL.
- Sommerville, I. (2005 - 687). *Ingeniería del software*. Pearson Educación.
- Sumoza, B. F. (2015). *Importancia de los sistemas de información en las empresas*.

XIV. WEB GRAFÍA

Alvarez, R. (01 de enero de 2011). *Desarrollo web*. Obtenido de desarrollo web:
<http://www.desarolloweb.com/262.php.htm>

Aner Sistemas Informáticos S.L. (09 de Septiembre de 2017). *EncuestaTick*.
Obtenido de EncuestaTick: <https://www.portaldeencuestas.com/que-es-una-encuesta.php>

System, S. (01 de septiembre de 2011). *sparx system*. Obtenido de sparx system:
<http://www.sparxsystem.com/ea.html>

Perez, J. F. (Octubre de 2014). *es.slideshare.net*. Obtenido de
<https://es.slideshare.net/KimyJessahel/ensayo-modelo-de-mccall>

INEC. (19 de diciembre de 2010). Obtenido de INEC:
www.inec.gob.ni/mecovi/sisesimn/III.definicom%20%del%20Sistema.pdf

Ibarra. (03 de octubre de 2006). *Conceptos de bases de datos*. Obtenido de
Conceptos de bases de datos:
<http://felip3.tripod.com/dbmsysusfunciones.html>

Guerrero. (23 de Agosto de 2008). *Curso de SQL*. Obtenido de Curso de SQL:
<http://www.wiener.edu.pe/manuales/4to-ciclo/BASE-DE-DATOS-3/Sql.pdf>

XV. CONCLUSIONES

Después de realizar varias visitas, aplicar entrevistas, realizar análisis de documentos, se logró conocer detalladamente cada uno de los procesos que se llevan a cabo en el área de geotecnia, lo cual nos permitió determinar las necesidades del área y determinar los requerimientos del sistema.

Con todos los requerimientos planteados en cada uno de los encuentros que tuvimos con los responsables del área de geotecnia, se fueron desarrollando los módulos del sistema, construyendo así un producto por incrementos ya funcionales que fueron siendo entregados a los responsables del área de geotecnia. Finalmente se desarrollaron todos los módulos para este sistema y fue entregado con grandes éxitos y alto nivel de aceptación por parte del CIGEO.

Una vez culminada la automatización de todos estos procesos de clasificación de suelos, era necesario evaluar el sistema, para ello se aplicó el Modelo de calidad del software McCall; el cual nos indica un grado de satisfacción del 97.6 % de parte del usuario. Dicho valor fue obtenido como producto de las encuestas que se aplicaron al cliente. dicha valoración nos permite verificar que el sistema era fácil de manejar, arroja cálculos exactos y sus interfaces son atractivas al usuario.

Con el sistema terminado se verificó la hipótesis planteada para este proyecto. Para esto los responsables del área de geotecnia realizaron un proyecto de clasificación de suelos, comparando el método anterior que utilizaban y el método actual con el sistema CGCS. En este proceso se pudo identificar que el sistema es mucho más eficiente, los cálculos son más precisos y el tiempo de realización de un proyecto es mucho más rápido, encontrando una diferencia de 4 horas para el método anterior y 20 minutos para el sistema CGCS. Dicha hipótesis se considera verdadera ya que los procesos actuales de clasificación de suelos son más ágiles en comparación a los anteriores. Estas aproximaciones de tiempo se realizaron con un usuario de poca experticia en el área de geotecnia.

XVI. RECOMENDACIONES

- Incorporar en el futuro nuevos módulos que complementen el sistema.
- Realizar mantenimiento constante a la base de datos.
- El usuario del sistema debe evitar hacer uso innecesario de la Aplicación; como dejar la Aplicación en ejecución cuando no la está utilizando, se deberá de cerrar sesión una vez terminado el trabajo.
- Dar capacitaciones continuas a nuevos usuarios.
- Informar al equipo de desarrollo en caso de alguna anomalía o inconformidad relacionada con el correcto funcionamiento del sistema.
- Para una correcta instalación y funcionamiento del CGCS los equipos deben contar con (ReportViewer, NET Framework 4.5).

XVII. ANEXOS











