



UNIVERSIDAD DE ORIENTE
NÚCLEO DE SUCRE
ESCUELA DE CIENCIAS
DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICAS
PROGRAMA DE LA LICENCIATURA EN INFORMÁTICA

SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA LA GESTIÓN Y ANÁLISIS DE
SISMOGRAMAS HISTÓRICOS DE LA REGIÓN NORORIENTAL DE LA RED
SISMOLÓGICA DEL CENTRO DE SISMOLOGÍA DE LA UNIVERSIDAD DE
ORIENTE
(Modalidad: Pasantía de Grado)

STEPHANIE DEL CARMEN CONTRERAS FIGUEROA

TRABAJO DE GRADO PRESENTADO COMO REQUISITO PARCIAL PARA
OPTAR AL TÍTULO DE LICENCIADA EN INFORMÁTICA

CUMANÁ, 2013

SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA LA GESTIÓN Y ANÁLISIS DE
SISMOGRAMAS HISTÓRICOS DE LA REGIÓN NORORIENTAL DE LA RED
SISMOLOGICA DEL CENTRO DE SISMOLOGÍA DE LA UNIVERSIDAD DE
ORIENTE

APROBADO POR:



Prof. Carmelys Rodríguez
Asesora Académica

Licdo. Francisco Álvarez
Asesor Industrial



Prof. Eugenio Betancourt
Jurado

Prof. Jaime Avendaño
Jurado

DEDICATORIA

A mis abuelos, los mejores ejemplos de trabajo y perseverancia que alguien pueda tener. Gracias por amarme y cuidarme siempre. Este trabajo es para ustedes.

A mamá, gracias por tenerme paciencia y confiar en mis capacidades especialmente cuando a mí se me hace difícil.

A papá, gracias por hacerme quien soy, por motivarme y esperar siempre grandes cosas de mí.

A mi hermanito, mi amor, mi regalo más grande, gracias por entenderme y apoyarme incondicionalmente.

A mi ahijado, por llenarme de alegría y contagiarme sus inmensas ganas de vivir.

A tía Raquel, gracias por creer en mí.

A tía Gloria, gracias por tanto cariño.

Y finalmente a quienes aman a su país tanto como yo.

AGRADECIMIENTO

Al personal del Centro de Sismología de la Universidad de Oriente, gracias a todos por su confianza y colaboración...

Al profesor Jaime Avendaño por guiarme, presionarme y respaldarme durante el desarrollo de este proyecto, gracias por brindarme esta gran oportunidad.

Al licenciado Francisco Álvarez por encaminarme en esta etapa de aprendizaje y desarrollo, gracias por su amistad, confianza y continua motivación.

Al profesor Francisco Bonive por asesorarme cuando creí que no podía lograrlo. Gracias por su orientación y recomendaciones.

Al señor Jesús Contreras por iniciarme en el análisis de sismogramas y por el tiempo prestado para el desarrollo de esta investigación.

Al profesor Américo Montilla por su disposición a aclarar mis dudas.

A la profesora Carmelys Rodríguez por animarse a participar en este proyecto, por enfocarse en los detalles, exigirme, y enseñarme el valor de la paciencia. Papá tenía razón.

A los profesores José Sifontes y José Lockiby, gracias por su dedicación, motivación y sensatez.

A la licenciada Janetee Castillo, por ofrecerme su amistad y colaboración en todo momento.

A Veruskca Gómez, Carmen Gómez y María Mays por escucharme y alentarme
cuando más lo necesité.

ÍNDICE

	Pág.
DEDICATORIA	III
AGRADECIMIENTO	IV
LISTA DE TABLAS	IX
LISTA DE FIGURAS	X
LISTA DE ABREVIATURAS	XI
RESUMEN.....	XIII
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I. PRESENTACIÓN.....	6
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	6
JUSTIFICACIÓN.....	7
ALCANCE Y LIMITACIONES	7
Alcance	8
Limitaciones	8
CAPÍTULO II. MARCO DE REFERENCIA.....	9
MARCO TEÓRICO	9
Antecedentes de la organización.....	9
Antecedentes de la investigación.....	10
Área de estudio	10
Lenguajes de programación	10
<i>Python</i>	12
Bibliotecas.....	12
Bases de datos	12
Sistemas de información	13
Área de investigación	13
Sismología.....	13
Ondas principales y secundarias	14
MARCO METODOLÓGICO	14
Metodología de la Investigación.....	14
Forma de investigación	14
Tipo de investigación	15
Diseño de la investigación	15
Técnicas para la recolección de datos	15
Metodología del área aplicada	15
Modelado de negocio	16
Requerimientos	16
Análisis y diseño	16
Implementación.....	16

Pruebas	17
CAPÍTULO III. DESARROLLO	18
MODELADO DE NEGOCIO	18
REQUERIMIENTOS	22
ANÁLISIS Y DISEÑO	23
Diseño de base de datos	29
Diseño de interfaz	30
IMPLEMENTACIÓN	32
Despliegue	37
PRUEBAS	39
Pruebas de unidad	39
Pruebas de caja blanca	39
Prueba de caja negra.....	40
Pruebas de integración.....	43
Pruebas de validación	44
Pruebas del sistema.....	45
Usabilidad	45
Seguridad	49
Portabilidad	50
CONCLUSIONES	51
RECOMENDACIONES	52
BIBLIOGRAFÍA	53
APÉNDICES.....	56

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Requerimientos del sistema.	22
Tabla 2. Elementos del menú metafórico.....	34
Tabla 3. Elementos de la barra de herramientas de <i>Matplotlib</i>	34
Tabla 4. Metáforas implementadas en los controles.	35
Tabla 5. Pruebas de validación funcionalidad/requerimientos.	44

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Modelado de flujo de negocio.	19
Figura 2. Modelado de dominio. Descripción del ambiente de negocio.....	21
Figura 3. Diagrama de casos de uso general.	23
Figura 4. Diagrama de caso de uso analizar sismograma.	24
Figura 5. Diagrama de actividades general.	25
Figura 6. Esquema de sismograma.....	26
Figura 7. Modelo físico de base de datos.....	29
Figura 8. Distribución del ambiente de trabajo.....	31
Figura 9. Captura de pantalla inicial del sistema.	33
Figura 10. Recomendación en menú metafórico.....	33
Figura 11. Ejemplo de mensaje con diversas opciones.....	36
Figura 12. Ejemplo de mensaje de alerta al usuario.....	36
Figura 13. Diagrama de despliegue de SISAN CSUDO.....	38
Figura 14. Controles para analizar sismogramas.	40
Figura 15. Interfaz para administrar usuarios.	41
Figura 16. Interfaz para administrar estaciones sismológicas.....	41
Figura 17. Interfaz para administrar componentes de estaciones.	42
Figura 18. Interfaz para administrar sismogramas.....	42
Figura 19. Interfaz para administrar eventos.....	43
Figura 20. Satisfacción general.....	45
Figura 21. Usabilidad.....	45
Figura 22. Funcionalidad.	46
Figura 23. Velocidad.....	46
Figura 24. Disponibilidad.	46
Figura 25. Navegabilidad.....	47
Figura 26. Uso de metáforas.....	47
Figura 27. Representación conceptual.	47
Figura 28. Apariencia.....	48
Figura 29. Perfiles.....	48
Figura 30. Dominio.....	48
Figura 31. Control de acceso.....	49
Figura 32. Prueba <i>Gnome</i>	50
Figura 33. Prueba <i>KDE</i>	50

LISTA DE ABREVIATURAS

CSUDO: Centro de Sismología Universidad de Oriente.

CAMV: Estación Campeare, componente vertical.

CARU: Estación Caripito.

CATA: Estación Catuaro Arriba.

CNTI: Centro Nacional de Tecnologías de Información.

CUM: Estación Cumaná.

COAV: Estación Cumanacoa, componente vertical.

MAN: Estación Manicuaire.

MeRinde: Metodología de la Red Nacional de Integración y Desarrollo De Software Libre.

SAFE: Estación Los Altos de Santa Fe.

SISAN CSUDO: Sistema de Información para el Análisis de Sismogramas Analógicos del Centro de Sismología de la Universidad de Oriente

RESUMEN

Se desarrollo un sistema de información para el análisis de sismogramas analógicos de la red sismológica del Centro de Sismología de la Universidad de Oriente, utilizando la Metodología de la Red Nacional de Integración y Desarrollo De Software Libre (MeRinde), (Marrero et al., 2007) desarrollada en el Centro Nacional de Tecnologías de Información (CNTI). La implementación de la fase de modelado de negocio permitió comprender el funcionamiento de la organización a través del modelado de dominio, luego en la fase de requerimientos se recopilaron las solicitudes del Centro, y posteriormente, durante el modelado de análisis se estudiaron las características de los sismogramas, determinando la existencia de una relación lineal entre los pixeles y las horas transcurridas en el registro, obteniendo un método para calcular la hora correspondiente a cualquier punto sobre el área de registro del sismograma; luego a través del modelado de diseño se desarrolló la interfaz del sistema tomando en consideración los principios de usabilidad definidos por Nielsen (1994), finalmente en la fase de implementación, se programaron las instrucciones provenientes del modelado de análisis implementando *Python* como lenguaje de programación, *Matplotlib* para el manejo de imágenes de alta calidad, *MySQL* como gestor de base de datos y *WxPython* como biblioteca libre multiplataforma para el desarrollo de interfaces, todo esto con el objetivo de desarrollar una herramienta para el rescate del registro histórico de la actividad sísmica de la región a través de una aplicación usable, práctica, precisa y confiable, que permita realizar el análisis básico de sismogramas analógicos de manera eficaz y eficiente.

Palabras claves: Sismogramas analógicos, Software Libre, *Python*, *Matplotlib*, *WxPython*.

INTRODUCCIÓN

La teoría tectónica de placas es la base para el entendimiento de la estructura de la litosfera. El movimiento en direcciones opuestas de las placas que conforman la corteza terrestre permite que estas interactúen entre sí, provocando vibraciones en el terreno relacionadas con la liberación de energía y la reorganización de los materiales de la corteza terrestre (Schubert, 1984). Tales vibraciones se conocen como sismos y son el objeto de estudio de la sismología.

La actividad sísmica de la región nororiental de Venezuela se encuentra estrechamente asociada a la interacción entre las placas tectónicas del Caribe y de América del Sur (Schubert, 1984). En el país, los terremotos son de origen tectónico y debido a que la ocurrencia de la mayoría de ellos están concentrados en los bordes de las placas (Buforn y Udías, 2009), esta región es conocida como la mayor región de alto riesgo sísmico del país.

El Centro de Sismología de la Universidad de Oriente (CSUDO), tiene la responsabilidad de registrar, analizar y la actividad sísmica de la región nororiental de Venezuela, con ese fin ha instalado una red sismológica que cuenta con un sistema de registro analógico y un sistema de registro digital. Las estaciones de dicha red son nombradas de acuerdo a su ubicación: Cumaná (CUM), Cumanacoa (COAV), Manicuare (MAN), Campeare (CAMV), Catuaro Arriba (CATA), Los Altos de Santa Fe (SAFE), Caripito (CARU).

El sistema de registro analógico de las ondas sísmicas está compuesto por un tambor que gira periódicamente sobre el cual se coloca un pliego de papel termo-sensitivo de aproximadamente noventa centímetros de largo, y una aguja térmica que registra el movimiento del suelo y las señales de tiempo. El gráfico resultante se denomina sismograma y contiene el registro de veinticuatro horas de actividad (Bolt, 1981).

Cada pliego de papel se rotula colocando la hora de inicio y la hora en la que termina el registro, el nombre de la estación, la componente, y el nombre del analista.

Los sismogramas son utilizados por científicos (sismólogos) para estudiar los terremotos y para mejorar la comprensión del interior de la tierra. El típico registro de un sismo es una preciada fuente de información. El tiempo de propagación de las ondas se encuentra relacionado con las propiedades físicas del medio que atraviesan, esto ha hecho posible hacer deducciones sobre la estructura y composición de nuestro planeta. Los cambios drásticos en las velocidades de las ondas han revelado que la Tierra tiene una estructura interna en capas, siendo las principales: la corteza, el manto y el núcleo; a su vez, las pequeñas diferencias entre los tiempos de propagación hizo posible determinar una estratificación dentro de la propia corteza (Foster, 1973).

Las principales ondas generadas por los sismos pueden clasificarse en ondas longitudinales y ondas transversales. Las ondas longitudinales, denominadas primarias (“P”) son aquellas en las que las partículas del medio se desplazan en la dirección de la propagación generando compresiones y dilataciones en el terreno (Bolt, 1981). Mientras que en las ondas secundarias (“S”), llamadas ondas transversales, de corte o cizalla las partículas se desplazan perpendicularmente a la propagación ocasionando deformaciones en el suelo. El punto en el interior de la corteza terrestre donde tienen origen estas vibraciones, se conoce como hipocentro o foco, y la zona superficial donde emerge el movimiento del terreno, se conoce como epicentro, es el lugar donde el fenómeno registra mayor intensidad.

El registro de las ondas P y S son fundamentales para la localización el epicentro de un sismo. Siendo que la velocidad de propagación de las ondas S es menor que la de las ondas P, la diferencia en el tiempo de llegada entre dichas ondas es proporcional a la distancia que separa la estación del punto en que ocurrió el evento. De esta manera los sismólogos han desarrollado un método práctico para estimar distancias para

fuentes regionales (Udías y Mézcua, 1986). Este se basa en multiplicar la velocidad a la que viaja la onda por el intervalo t_{s-p} , obteniendo así al radio de la circunferencia alrededor de la estación. Siendo la velocidad una variable dependiente del modelo de corteza terrestre de la región.

Una vez obtenida la traza de cada estación, esta puede reflejar algunos problemas como el espesor de la aguja registradora y el exceso de calor; los cuales unidos logran en ocasiones quemar el papel y el trazo consigue superar la mínima unidad de tiempo del sismograma. A esto se une el exceso de vibraciones registradas por algunas estaciones, generadas por perturbaciones locales y movimientos naturales de la Tierra (Bolt, 1981), las cuales son percibidas como ruido y complican la identificación de sismos reales.

El estudio de un evento sísmico comienza con la distinción de las estaciones que lo registraron, para cada una de las cuales el analista debe determinar las horas de llegada de las ondas producidas por el sismo, tomando como guía las señales correspondientes a cada minuto, a cada hora y a cada día (00:00). Se ubica la marca de las 00:00 y a partir de allí se sube o baja en el sismograma en busca del evento, una vez ubicada la hora se procede a localizar el minuto y luego con una regla graduada en milímetros se determinan los segundos de llegada.

El proceso de determinación del epicentro y seguidamente del hipocentro se realiza en principio a partir del registro de las ondas P y S. Una vez detectada la hora de llegada de cada una, se determina la distancia desde cada estación al epicentro a través de curvas camino-tiempo, las cuales permiten pasar de intervalos t_{s-p} a distancias recorridas por las ondas (Udías y Mézcua, 1986). Estas distancias representarán los radios de las circunferencias alrededor de las estaciones que registran el sismo. El estudio de múltiples (mínimo tres) estaciones permitirá mayor exactitud en la ubicación del evento. Por esta razón la colocación de las estaciones se planifica estratégicamente para facilitar la localización mediante triangulación.

Paralelamente a sus actividades cotidianas, más allá de la determinación de la ubicación de eventos sísmicos sentidos en la región, el CSUDO se ha desarrollado durante años a través estudios realizados en el ámbito de distintas líneas de investigación, entre ellas se encuentran: sismicidad histórica, sismología teórica, microzonificación sísmica, caracterización de las propiedades del suelo, caracterización sísmica, riesgo geológico, vulnerabilidad funcional, vulnerabilidad y riesgo de estructuras.

La importancia del análisis de sismogramas radica en la variedad de estudios que permite realizar, entre ellos se encuentran: dromocrónicas locales y regionales, estudio profundo del interior de la Tierra, dispersión de energía, estructura cortical, trazas de falla, mecanismos focales, estudio de suelo, zonificación y microzonificación sísmica. Para los cuales, generalmente, se utiliza sísmica de refracción, conociendo previamente la ubicación y profundidad del evento sísmico generado mediante explosivos con el fin de estudiar el viaje de las ondas a través de la corteza terrestre. Por esta razón se requiere precisión en la determinación de la hora de llegada de las ondas estudiadas.

Este trabajo permitió generar un sistema de información para recuperar, almacenar, preservar, analizar y/o corregir los sismogramas analógicos históricos de la red sismológica de la región nororiental del Centro de Sismología de la Universidad de Oriente, evitando que se pierda la información registrada y garantizando que este valioso recurso siga a disposición de investigadores en áreas de ciencias de la tierra tales como: geofísica, geodinámica y geología.

En el capítulo I se plantea el problema presentado por el Centro de Sismología de la Universidad de Oriente, junto con la descripción del sistema propuesto, la exposición de su importancia, alcance y limitaciones. El capítulo II es un constructo teórico y metodológico además una revisión exhaustiva de los antecedentes de la organización y la investigación con el objetivo de comprender el ámbito en el que se desarrolló este

proyecto. En el capítulo III se describe el proceso de desarrollo del sistema mediante la exposición de los productos de las fases de la metodología como: modelado de flujo de negocio, modelado de dominio, requerimientos, casos de uso, diseño de interfaz y capturas de pantalla.

CAPÍTULO I. PRESENTACIÓN

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El CSUDO es el organismo que tiene la responsabilidad de registrar y estudiar los eventos sísmicos en la región, y aunque actualmente utiliza el sistema de registro digital para analizar las formas de ondas de los sismos que ocurren diariamente, este Centro, se ha encargado de recopilar los sismogramas analógicos registrados, contando con ejemplares que datan desde 1995 hasta el presente, con la finalidad de consolidar un recurso que permita extender el estudio de la sismicidad histórica de la región.

A pesar de este esfuerzo no se pudo realizar una inversión para garantizar la conservación del material registrado. Este fue almacenado sin considerar la naturaleza del papel, ya que, siendo termo sensible, ha debido aislarse de manera que los cambios de temperatura, iluminación y humedad no alteraran su estado original. Por otra parte, la continua manipulación por parte de los analistas, sismólogos y público en general ha contaminado irremediablemente este registro produciendo su depreciación a tal grado que ha sufrido decoloración y desvanecimiento de las ondas registradas.

Es por esto que resulta indispensable la implementación de un sistema de información que permita preservar el material registrado y realizar un análisis básico de estos sismogramas brindando practicidad, precisión y confiabilidad. La implementación de una herramienta con estas características resulta fundamental para el estudio de sismogramas históricos ocurridos en la región, siendo este un importante fragmento de su sismicidad histórica, indispensable para estudios posteriores en el área de la geofísica y geología.

JUSTIFICACIÓN

La determinación y ajuste de un modelo de corteza terrestre, y el estudio del peligro sísmico de una región requiere un análisis detallado de las características de los sismos históricos registrados, así como del sistema de fallas activas en la región. Para tal fin CSUDO cuenta con un catálogo de sismogramas históricos sentidos en la región, registrados en papel desde 1995 hasta el presente. Sin embargo el paso del tiempo y las condiciones de almacenamiento han conseguido que el soporte de los sismogramas se deteriore, perdiendo la calidad de la información reflejada, y dificultando o imposibilitando que se realice un análisis correctivo posterior sobre este mismo material. Por otra parte la naturaleza del papel termo sensible permite que el espesor de la aguja y el exceso de calor quemem el papel impidiendo digitalizar el trazo y realizar una aplicación que analice automáticamente los registros. Esto hace indispensable la experiencia del analista para reconocer los patrones de los eventos sísmicos.

Por esta razón, se propuso diseñar el Sistema de Información de Análisis de Sismogramas Analógicos (SISAN) que permitiera almacenar los sismogramas (fotografiados o escaneados), y realizar o corregir el análisis básico de las ondas p y s, el cual consiste en determinar la hora de llegada de estas ondas en el sismograma, transformando las coordenadas píxeles de las imágenes a unidades de tiempo (día, mes, año, hora, minuto y segundo), a través de la implementación de una aplicación dirigida al personal del Departamento de Registro y Análisis del Centro de Sismología de la Universidad de Oriente; para así consolidar y preservar un catálogo de sismos confiable, indispensable en el establecimiento de una base de conocimientos para estudios posteriores, que a su vez garantice la interacción con otros centros de investigación sismológica.

ALCANCE Y LIMITACIONES

Alcance

Este trabajo consistió en desarrollar un sistema que permite leer sismogramas analógicos (escaneados o fotografiados) y realizar un análisis básico de las ondas P y S el cual consiste en determinar la hora de llegada de estas ondas en el sismograma, transformando las coordenadas píxeles de las imágenes a unidades de tiempo (día, mes, año, hora, minuto y segundo), indispensable para obtener el epicentro de los eventos sísmicos.

Limitaciones

Entre las principales limitaciones que influyeron en el desarrollo de este proyecto se encontraron el estado del material a analizar. La naturaleza del papel termo sensible permite que el espesor de la aguja y el exceso de calor quemar el papel impidiendo digitalizar el trazo y realizar una aplicación que analice automáticamente los registros; Haciendo indispensable la experiencia del analista para reconocer los patrones de los eventos sísmicos.

CAPÍTULO II. MARCO DE REFERENCIA

MARCO TEÓRICO

Antecedentes de la organización

El CSUDO es el organismo encargado de registrar y estudiar la actividad sísmica de la región nororiental de Venezuela, así como también es responsable de realizar y asesorar investigaciones en el campo las ciencias de la Tierra como son la geofísica, sismología y geología, al mismo tiempo también realiza estudios en ámbito de la prevención y mitigación de desastres. Fue fundado mediante la resolución del Consejo Universitario CU N° 009-87, el 19 de mayo de 1987 y pertenece a las dependencias del Vicerrectorado Académico. Este Centro inició sus actividades con sólo 2 (dos) estaciones sismológicas cuyo registro era únicamente analógico.

En 1995, CSUDO aun no contaba con suficientes estaciones sismológicas para cubrir la región, su registro era únicamente analógico, y su estudio se realizaba manualmente, por lo que resultaba difícil realizar un análisis completo de todos los sismos sentidos en la región. En muchos casos se realizaba el estudio, pero los errores eran elevados ($rms > 0.30$ correspondiente al error medio cuadrático); obteniendo resultados censurables por su inexactitud. Debido a que carecían de una base de datos, los datos iban directo del análisis a un boletín sismológico mensual, que constaba de los eventos sentidos, las distancias a las estaciones que lo registraron, hora de llegada de las ondas P y S, y su localización (latitud, longitud y profundidad).

Posteriormente, a partir del año 1999 comienzan a implementar SEISAN (Havskov, Ottemöller y Universidad de Bergen, 1998), una herramienta de análisis de terremotos, con una base de datos propia tipo archivo (denominada UDO), cuya entrada son los registros de un conjunto de estaciones digitales. Luego en el año 2000 se desarrolló el Sistema Integrado de Información Sismológica (SIIS) (Figueroa y Álvarez, 2000), compuesto de una base de datos relacional homónima, diseñada en

SQL, la cual se alimenta de los primeros boletines sismológicos y de la base de datos UDO.

Actualmente, CSUDO cuenta con 11 estaciones de registro digital y 7 de registro analógico que le permiten monitorear la región continuamente. Al mismo tiempo, se encuentra realizando un esfuerzo para preservar el registro en papel de sismogramas sentidos en la región, desde 1995 hasta el presente, el cual representa un valioso fragmento de la sismicidad histórica.

Antecedentes de la investigación

Aún cuando el CSUDO ha realizado innumerables esfuerzos para adquirir tecnología de punta para estudio de eventos sísmicos, a través de una investigación preliminar se determinó que no existía un sistema de información que permitiera realizar un análisis sísmico a partir de imágenes procedentes de un sistema de registro analógico. Estos procedimientos eran realizados manualmente por analistas del CSUDO. No se consiguió en ninguna institución a nivel nacional e internacional una herramienta que satisficiera las necesidades de este Centro. Próximamente estos procesos estarán siendo asistidos por la herramienta desarrollada, brindando exactitud y practicidad.

Área de estudio

Este trabajo se encuentra inmerso en el área de sistemas de información gerencial.

Lenguajes de programación

Los lenguajes de programación son lenguajes artificiales que constan de una colección de reglas semánticas y sintácticas que permiten indicarle al computador la ejecución de un conjunto de instrucciones específicas que permitirán solucionar determinado problema.

Estos lenguajes pueden clasificarse según el nivel en el que trabajen, existen lenguajes máquina, lenguajes de bajo nivel (ensamblador, un ejemplo: *Assembler*) y lenguajes de alto nivel (lenguaje natural, por ejemplo: *Python* y *Java*). Los lenguajes de programación de alto nivel pueden ser compilados o interpretados. El compilador toma todas las instrucciones del código fuente y genera un código objeto en lenguaje máquina para su posterior ejecución. Mientras que el intérprete traduce cada instrucción al momento de la ejecución del programa.

De igual manera los lenguajes de alto nivel también pueden clasificarse según el paradigma de programación, estos pueden ser: lógicos, imperativos, funcionales, estructurados, orientada a aspectos, orientados a eventos (definidos por el programador y detonados por el usuario), orientada a componentes, orientados a objetos (clases, relaciones y métodos), entre otros. Para el desarrollo de esta herramienta se utilizaron los paradigmas de programación orientados a objetos y a eventos.

Entre los aspectos principales de los lenguajes orientados a objetos se encuentra la clasificación y abstracción de objetos de la realidad declarando atributos que le permitan relacionarse e interactuar. Las características fundamentales de este paradigma son el polimorfismo (propiedad en la que los parámetros enviados a un método definirán el comportamiento del mismo) y la herencia (donde un objeto de una clase puede adquirir las características y comportamientos de otros).

Mediante la abstracción es posible el aislamiento objetos y procesos para diseñar sistemas que permitan diseñar una solución bajo condiciones específicas estudiadas previamente. El proceso de análisis de imágenes por computadora o procesamiento digital de imágenes permite la extracción de grandes volúmenes de información proveniente de una gran variedad de sensores, entre ellos, los sismógrafos.

Python

Python es un lenguaje de programación interpretado, de alto nivel. Fue desarrollado por Guido van Rossum a finales de la década de los ochentas, es multiparadigma, (permitiendo orientación a objetos y a eventos), es multiplataforma y posee licencia de código abierto. *Python* apuesta a la legibilidad y transparencia del código, permite herencia múltiple y polimorfismo, elimina el uso de llaves gracias a su indentación obligatoria y adicionalmente permite la interacción con un amplio repertorio de bibliotecas libres.

Bibliotecas

Las bibliotecas son colecciones de código o conjunto de subprogramas que reúnen el trabajo de uno o más programadores el cual se compone de clases, métodos, propiedades y recursos que pueden implementarse en otros programas. A continuación se describen las principales librerías que fueron utilizadas para la construcción del sistema.

Matplotlib es una biblioteca proveniente de *Matlab* que permite la generación y manipulación de imágenes de alta calidad (resolución con respecto a la cantidad de píxeles) a partir de arreglos. Soportando formato de archivo de imagen como *jpg* y *png*, cuya mínima unidad de color homogéneo es el píxel. Mientras. *Wx* es una biblioteca libre y multiplataforma para el desarrollo de interfaces gráficas. En ese sentido *WxPython* es la biblioteca que permite la implementación de *Wx* en *Python*.

Bases de datos

Las bases de datos son estructuras que permiten el almacenamiento sistemático de información organizada. Las bases de datos relacionales permiten establecer relaciones entre diferentes entidades, garantizando diferentes vías de acceso a los datos y facilitando el proceso de inferencias. Existen diferentes sistemas de gestión de

base de datos relacionales entre ellos se encuentran: PostgreSQL, *MySQL*, sistema multiplataforma, multihilo y multiusuario para la administración de bases de datos.

Sistemas de información

Los sistemas de información son un conjunto de elementos organizados con el fin de capturar, procesar y almacenar datos para proporcionar información al usuario. En la actualidad los sistemas de información juegan un papel fundamental a nivel empresarial, participando de manera activa en los diferentes niveles de la organización.

Entre los diversos tipos de sistemas de información podemos encontrar: sistemas de información transaccionales, sistemas de automatización de oficinas, sistemas de información gerencial, sistemas de información ejecutiva, sistemas de apoyo a la toma de decisiones y sistemas expertos.

Los sistemas de información gerencial constan de un conjunto de elementos organizados e interrelacionados con el fin de captar, procesar, preservar y distribuir información. Este proyecto de investigación se encuentra inmerso en el área de sistemas de información gerencial porque sostiene la relación que surge entre las personas y las computadoras (Kendall y Kendall, 2005), utilizando una base de datos compartida para que todo el personal del CSUDO pueda tener acceso a la información.

Área de investigación

Sismología

La sismología es la rama de la geofísica que estudia los terremotos. Las velocidades de las ondas generadas por estos eventos dependen de las características del medio de

desplazamiento, lo que permite estudiar la estructura de la corteza terrestre. Entre las principales ondas sísmicas se encuentran las ondas P y las ondas S (Foster, 1973).

Ondas principales y secundarias

Las ondas primarias (“P”), son aquellas en las que las partículas del medio se desplazan en la dirección de la propagación, generando compresiones y dilataciones en el terreno. Mientras que en las ondas secundarias (“S”), llamadas ondas de corte o cizalla, las partículas se desplazan perpendicularmente a la propagación, ocasionando deformaciones en el suelo (Bolt, 1981).

Siendo que el ajuste de un modelo de corteza terrestre y el estudio del peligro sísmico demandan el análisis de las características de los sismos históricos, los centros de investigación sismológica tales como el CSUDO, estudian la actividad sísmica de la región mediante el registro de sismogramas. Por esta razón y con el objetivo de prolongar la utilidad de estos registros y de garantizar su disponibilidad para futuras investigaciones en el área, se desarrolló una herramienta para recuperar, preservar y analizar los sismogramas históricos de la región nororiental de la red sismológica del Centro de Sismología de la Universidad de Oriente.

MARCO METODOLÓGICO

Metodología de la Investigación

Para la desarrollo de esta investigación se empleó el proceso de la investigación científica de Tamayo y Tamayo (2009) como marco metodológico de referencia.

Forma de investigación

Siendo que el objetivo de este trabajo de investigación fue desarrollar una herramienta para la gestión y análisis de sismogramas históricos de la región nororiental de la red sismológica del Centro de Sismología de la Universidad de

Oriente. Esta investigación se considera aplicada porque utilizó los conocimientos teóricos adquiridos previamente para solucionar problemas concretos, en circunstancias y características concretas, persiguiendo fines directos e inmediatos (Tamayo y Tamayo, 2009).

Tipo de investigación

El tipo de investigación es descriptiva, porque incluye la identificación, interpretación y análisis de los procedimientos involucrados (Tamayo y Tamayo, 2009), necesarios para comprender las actividades y los procesos internos del CSUDO para así garantizar una correcta interpretación de su funcionamiento, asegurando el diseño de una solución adecuada a la problemática planteada por el Centro.

Diseño de la investigación

El diseño de la investigación fue de campo debido a que los datos se recogieron directamente de la realidad (Tamayo y Tamayo, 2009), estableciendo comunicación directa con los integrantes de CSUDO, lo que permitió conocer la naturaleza del problema y generar un sistema de información que se adaptara a sus necesidades y satisficiera sus expectativas.

Técnicas para la recolección de datos

En el desarrollo de esta investigación se utilizaron las siguientes técnicas: observación directa, entrevistas, estudio y análisis de sismogramas físicos, revisión de boletines sísmicos, consulta a las bases de datos del Centro, referencias bibliográficas y consultas en Internet; con el objetivo de recopilar información necesaria.

Metodología del área aplicada

Para el desarrollo de este sistema se empleó la Metodología de la Red Nacional de Integración y Desarrollo De Software Libre (MeRinde), desarrollada por Marrero et

al, en el Centro Nacional de Tecnologías de Información, en el año 2007. La cual se describirá a continuación:

Modelado de negocio

El desarrollo de esta disciplina permitió lograr la familiarización con la organización donde se va a implantar el sistema. Los principales objetivos de esta fase fueron entender el funcionamiento de la institución, el problema presentado, y el alcance del proyecto, para así asegurar que el producto resultará adecuado a las necesidades de los usuarios. El producto de esta fase fue el modelado de negocio del Centro donde se describen los elementos que lo conforman y sus relaciones.

Requerimientos

Esta disciplina tuvo como objetivo el estudio de las necesidades de la organización, para especificar cuáles serán las funciones que realizará el sistema, y su forma de ejecución. Garantizando su facilidad de uso, robustez, productividad y eficiencia. Cumpliendo al mismo tiempo con las leyes, reglamentos y estándares de la organización.

Análisis y diseño

El desarrollo de esta disciplina tuvo como función principal desarrollar la arquitectura del sistema, tomando en cuenta los requerimientos funcionales y no funcionales detallados en la fase anterior, para modelar componentes específicos que den solución a la problemática planteada por la organización. Esta fase comprendió el desarrollo de los casos de uso que describirán la interacción de los usuarios con el sistema.

Implementación

Durante el desarrollo de esta fase se codificaron los distintos componentes modelados en la fase anterior, según el orden de prioridad definida por el desarrollador.

Posteriormente se realizaron pruebas modulares para finalmente integrar los subsistemas generados logrando así la conformación de un producto integral.

Pruebas

La fase de pruebas permitió evaluar la calidad del producto de software desarrollado, examinando si cumplía con los requerimientos de funcionalidad, usabilidad y precisión en base a los cuales fue diseñado. Estas fueron las siguientes: pruebas de sistema, de caja negra y de integración. El CSUDO se encargará de realizar las pruebas posteriores a su implantación.

CAPÍTULO III. DESARROLLO

A continuación se describen las fases de la Metodología de la Red Nacional de Integración y Desarrollo De Software Libre (MeRinde) (Marrero et al, 2007) definida por el Centro Nacional de Tecnologías de Información (CNTI), que fueron implementadas para el desarrollo de sistema.

MODELADO DE NEGOCIO

Esta disciplina permitió definir a quien va dirigida la aplicación, determinando que los principales usuarios de este sistema son los miembros del Área de Registro y Análisis del Centro de Sismología, aun cuando este sistema representará un gran aporte para todo el Centro y para cualquier organización de investigación sismológica.

El Modelado de Negocio consta de un grupo de diagramas que buscan comprender el contexto y funcionamiento del negocio, con el fin de lograr la familiarización del desarrollador con los elementos del problema. Uno de los diagramas fundamentales es el Flujo de Negocio donde se detalla el proceso de negocio y las entidades involucrados en su desarrollo (eventos, información, objetivo y actores); posteriormente el Modelado de Dominio, describe los elementos (clases) que participan en el negocio y cómo interactúan (relaciones). Es importante destacar que las clases definidas en este modelo no son necesariamente las clases de implementación.

El Centro de Sismología está conformado por diferentes áreas, estas son: Registro y Análisis, Investigación y, Prevención y Mitigación. El área de investigación cuenta con las siguientes líneas de investigación: Sismicidad Histórica, Sismología Teórica, Microzonificación Sísmica, Caracterización de las Propiedades del Suelo, Caracterización Sísmica, Riesgo Geológico, Vulnerabilidad Funcional, Vulnerabilidad y Riesgo de Estructuras.

La esencia de este sistema radica en la comprensión del funcionamiento del Área de Registro y Análisis y en su importancia en el Área de Investigación. El área de Registro y Análisis se encarga de monitorear la región a través de las diferentes estaciones instaladas y mantenidas por el Centro, registrando y analizando su actividad sísmica. El producto obtenido por esta área pasa a ser insumo del área de investigación, la cual utilizará diferentes cortes de esta data para profundizar en las diferentes líneas de investigación que lidera (ver Figura 1).

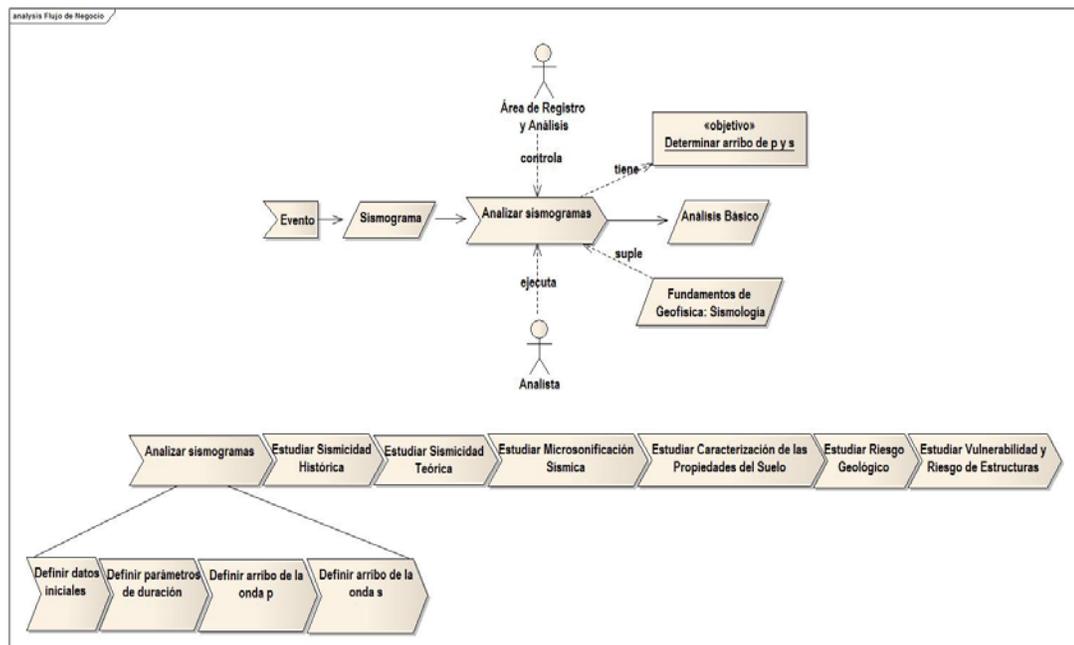


Figura 1. Modelado de flujo de negocio.

Siendo el estudio de la Sismicidad Histórica de la región, el punto de partida para lograr una mejor comprensión de la realidad actual, aplicando los principios y fundamentos de la Sismicidad Teórica, ambas líneas resultan de vital importancia para el Centro. Por otra parte la Microzonificación Sísmica se encarga del estudio del comportamiento del suelo ante la ocurrencia de eventos sísmicos locales, los cuales suelen ser inducidos aplicando Sísmica de Refracción.

Las líneas Caracterización de las Propiedades del Suelo, Caracterización Sísmica y Riesgo Geológico, guardan cierta relación. La caracterización sísmica permite realizar los estudios necesarios para determinar la naturaleza del terreno previo al inicio de cualquier construcción o asentamiento, mientras que Riesgo Geológico estudia los factores que pueden traducirse en peligro potencial para los seres humanos, utilizando para este análisis mapas de pendientes, de precipitaciones y geomorfológicos conformando un mapa de amenazas.

En el ámbito de vulnerabilidad de las estructuras existentes se encuentran las líneas Vulnerabilidad Funcional y Vulnerabilidad y Riesgo de Estructuras, las cuales juntas se encargan de determinar la distribución de los espacios y elementos de la comunidad en función de la población, tomando en consideración las características de construcción de las estructuras. Estas líneas son fundamentales para el área de Prevención y Mitigación de Desastres.

El Área de Registro y Análisis depende de un sistema de registro, el cual se alimenta de la red sismológica instalada y mantenida por CSUDO, conformada por un conjunto de estaciones sismológicas telemétricas, éstas están compuestas por sismómetros, pilares sismométricos, antenas transmisoras, etc. Esta red posee una topología en estrella, cuyo nodo central ubicado en la sede, consta de una computadora, reloj y antenas receptoras. Es aquí donde se recibe la data de todas las estaciones.

El Centro cuenta con dos sistemas de registro (analógico y digital). Debido a la naturaleza de esta investigación, sólo se describirá el primero. El sistema de registro analógico consta de un sismógrafo que registra en papel las ondas resultantes de la actividad sísmica de la región, posteriormente los analistas realizan el estudio de las ondas P y S pertenecientes a eventos sísmicos registrados en los sismogramas (ver Figura 2).

Existe una diversidad de estudios que pueden ser realizados a partir del estudio de sismogramas (registro de actividad sísmica), entre ellos se encuentra: estudio de dromocrónicas (curvas camino-tiempo) locales y regionales, estudio profundo del interior de la Tierra: manto y núcleo, dispersión de energía, estructura cortical (estructura de la corteza terrestre), traza de falla o fallamiento, mecanismos focales (estudio de la naturaleza de la falla que originó el evento, estudio de suelo, zonificación y microzonificación sísmica.

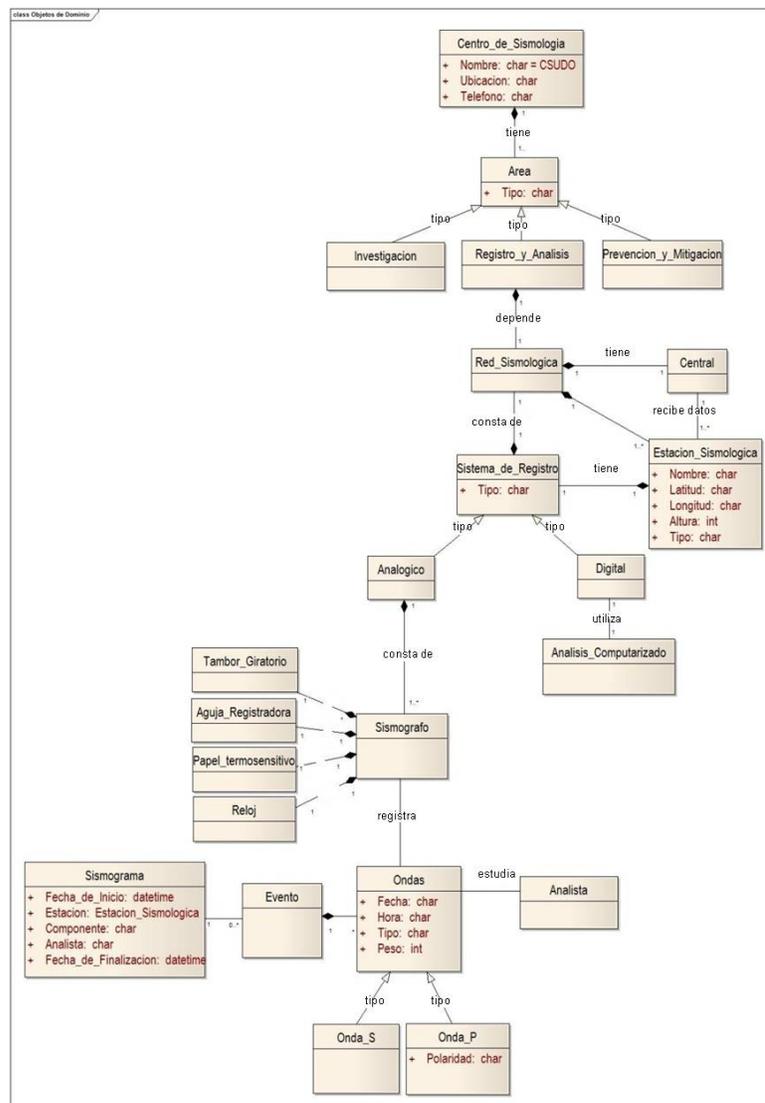


Figura 2. Modelado de dominio. Descripción del ambiente de negocio.

REQUERIMIENTOS

En esta disciplina se determinaron los requisitos que debía cumplir la aplicación para satisfacer las necesidades del Centro (Ver Tabla 1).

Tabla 1. Requerimientos del sistema.

Requerimiento	Tipo
El sistema permitirá cargar archivos de imagen.	Funcional
El sistema permitirá obtener las coordenadas de los píxeles de la imagen.	Funcional
El sistema permitirá suministrar los datos del sismograma a analizar: estación, fecha y hora inicial.	Funcional
El sistema permitirá determinar la relación entre píxeles y horas, minutos y segundos.	Funcional
Una vez determinados los valores iniciales del sismograma, y los parámetros de duración, el sistema determinará la fecha y hora del pixel seleccionado por el usuario.	Funcional
El sistema permitirá guardar los datos del sismograma en la base de datos.	Funcional
El sistema permitirá guardar los datos del evento (llegada de la onda P y onda S) en la base de datos.	Funcional
El sistema permitirá agregar un comentario al análisis de ser necesario.	Funcional
El sistema permitirá implementar funciones a través de métodos abreviados de teclado.	No funcional
El sistema proporcionará una interfaz que minimice la cantidad de datos ingresados manualmente, mediante el uso de menús desplegables que permitan seleccionar entre un grupo finito de opciones válidas.	No funcional
El sistema debe ser desarrollado utilizando <i>Python</i> como lenguaje de programación.	No funcional

El sistema debe ser desarrollado utilizando únicamente herramientas No funcional libres.

ANÁLISIS Y DISEÑO

El desarrollo de esta disciplina consistió en el modelado del sistema y diseño de las funciones que permitirán resolver el problema planteado.

El modelado de análisis permitió desarrollar el siguiente diagrama de casos de uso, en el cual se describen las funciones que puede realizar el usuario (ver Figura 3).

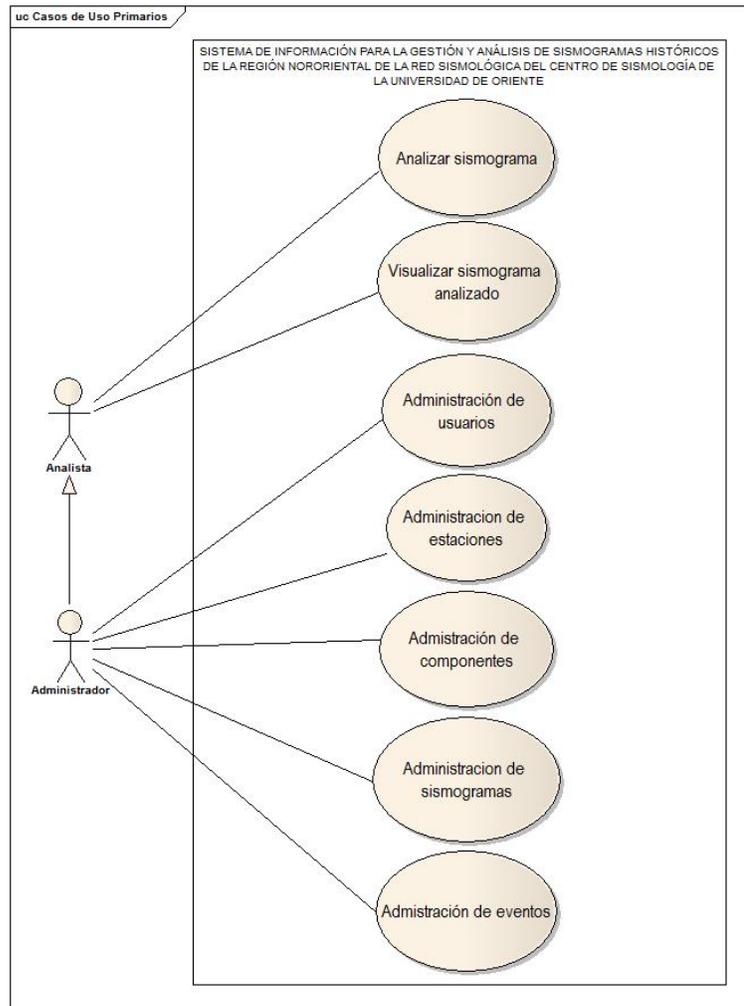


Figura 3. Diagrama de casos de uso general.

La siguiente imagen describe el caso de uso compuesto “Analizar sismograma” (ver Figura 4).

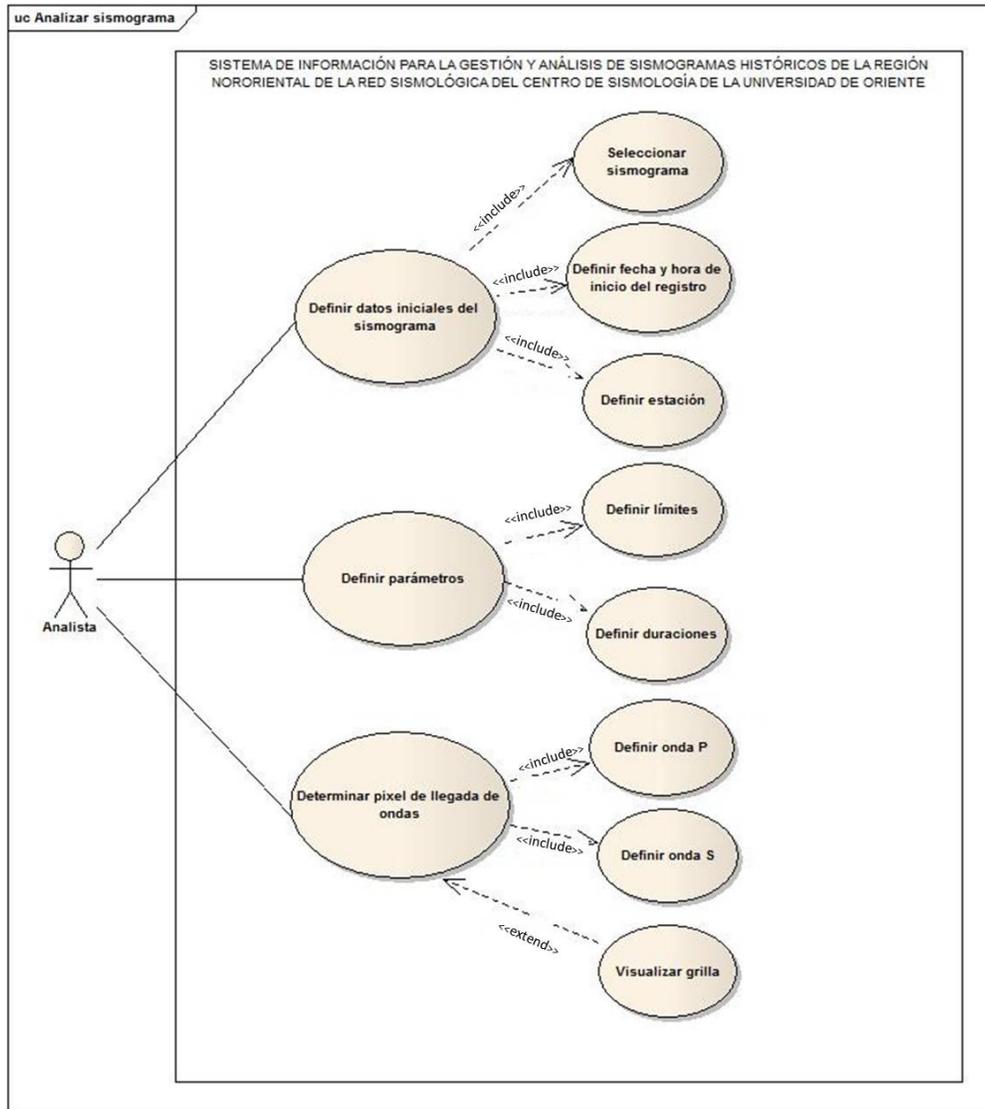


Figura 4. Diagrama de caso de uso analizar sismograma.

El principal requerimiento de esta aplicación es brindar un mecanismo para determinar las horas de llegada de las ondas de un evento de manera automática, a través de la determinación de los valores iniciales del sismograma. Para esto, una vez seleccionada la imagen, el usuario debe suministrar la estación, fecha y hora de inicio

del sismograma, los límites y las duraciones en la gráfica. El diagrama de actividades ilustra los pasos para realizar analizar un sismograma (ver Figura 5).

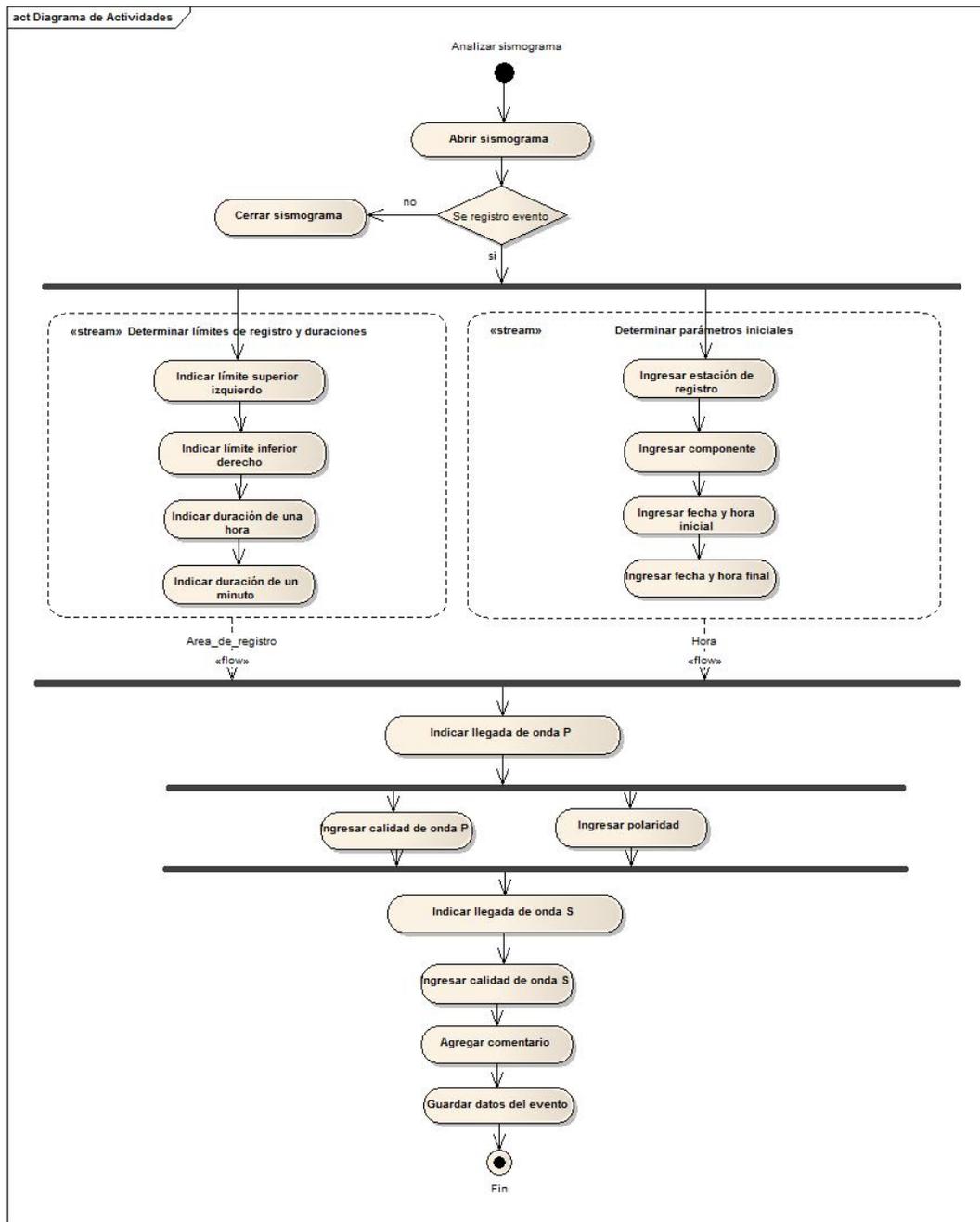


Figura 5. Diagrama de actividades general.

La lectura y visualización de imágenes se realizó mediante la implementación de *Matplotlib*, una herramienta libre y multiplataforma basada en *Matlab*, desarrollada para la generación y manipulación de imágenes de alta calidad en un ambiente interactivo. A través de *Matplotlib* se define la región donde se despliega la imagen analizar, de esta manera es posible capturar las coordenadas en píxeles sobre las cuales se posiciona el cursor.

Tomando en cuenta que los sismogramas poseen un margen variable, en el cual no se grafica, se hizo necesario permitir al usuario determinar el área de registro del sismograma, esto implica señalar el límite superior izquierdo y el límite inferior derecho de la gráfica.



Figura 6. Esquema de sismograma.

El sistema determinará, la cantidad de líneas en el sismograma considerando el número de píxeles en el eje Y del área de registro del sismograma y dividiéndolo entre la cantidad de píxeles correspondientes a una hora. Esta es la ecuación aplicada:

$$n_{líneas} = \frac{l_y - l_{ly}}{d_{lhoray}}$$

Donde **lfy** es la coordenada **Y** del límite inferior derecho, **liy** es la coordenada **Y** del límite superior izquierdo y **difhoray**, es la cantidad de pixeles correspondientes a una hora.

Los sismogramas están provistos de líneas de registros y de señales del reloj cada hora y cada minuto; tales señales serán empleadas por los analistas para indicarle al sistema las duraciones de horas y minutos en la gráfica, para esto, el usuario debe posicionarse en el primer minuto y capturar, así mismo con el siguiente inmediato; mientras que para las horas, el analista tomará como guía la señal de una hora y seguidamente suministrará ubicación de la hora siguiente inmediata.

Datetime es una librería que permite la manipulación y conversión de formatos de hora, utilizados para poder desplazarse a través del tiempo en el sismograma. En el caso de los minutos, el sistema no considera la variación en el eje Y, debido a que sólo necesita el desplazamiento en el eje X. En el caso de las horas, el sistema no considera la variación en el eje X del cursor, debido a que solo necesita el desplazamiento en el eje Y.

Para determinar la duración de horas, minutos y segundos, el sistema calcula la distancia entre puntos. Para obtener la cantidad de pixeles correspondientes a una hora, se aplica la siguiente ecuación:

$$d_{ifhoray} = \text{pixyf} - \text{pixyi}$$

Donde **pixyf** es la coordenada Y del pixel final, mientras que **pixyi** es la coordenada Y del pixel inicial.

Para los minutos se tiene que **pixxi** es la coordenada **X** del pixel inicial y **pixxf** es la coordenada **X** del pixel final, entonces la cantidad de pixeles correspondientes a un minuto viene dada por la siguiente ecuación:

$$difminutox = pixxf - pixxi$$

Donde **pixxf** es la coordenada **X** del pixel final, mientras que **pixxi** es la coordenada **X** del pixel inicial.

Una vez configurados los valores iniciales, SISAN es capaz de determinar la hora correspondiente a cualquier píxel de la imagen seleccionada. Cuando el cursor se encuentra en el área de registro, la hora actual corresponde a la sumatoria de la hora inicial más la diferencia de tiempo correspondiente al punto en que se encuentre el cursor. El tiempo en el sismograma varía de manera distinta con respecto a cada componente del plano.

En el eje **Y** la hora varía con respecto a cada línea del sismograma, para calcularla tal variación, se le suma a la hora inicial el producto del número de la línea referenciada por la cantidad de minutos correspondientes a una línea de la estación estudiada. Sin embargo, como el arribo de cualquiera de las ondas puede ocurrir entre 2 (dos) líneas, la hora siempre corresponderá a la línea inmediatamente superior.

$$hora = (horainicial + deltatiempo(\text{minutos} = linea * factor))$$

Luego en el eje **X** se tiene que a medida que aumentan los píxeles de la imagen aumentará también el tiempo. A la hora previamente calculada se le sumará el producto de la división de un minuto (60 segundos) entre el número de píxeles que corresponden a esta unidad de tiempo y multiplicándolo por el valor de la variación de posición en el eje **X**, la coordenada X del pixel actual. Esto es:

$$correccion = \left(\frac{60}{difminutox} \right) * (pixx - lix)$$

Donde **difminutox** es la cantidad de píxeles correspondientes a un minuto, **pixx** es la coordenada **X** del pixel actual y **lix** es la coordenada **X** del límite superior izquierdo.

Luego la hora, sobre la que se encuentra el apuntador es:

`hora+= deltatiempo(segundos = correccion)`

Diseño de base de datos

Una vez realizado el análisis los datos deberán almacenarse en la base de datos. La base de datos de SISAN CSUDO con las siguientes tablas: estación, componente, sismograma, evento, usuario, e historial. La tabla estación cuenta con el identificador de la estación y el nombre de la misma, la tabla componentes, posee el conjunto de componentes de las estaciones registradas (ver Figura 7).

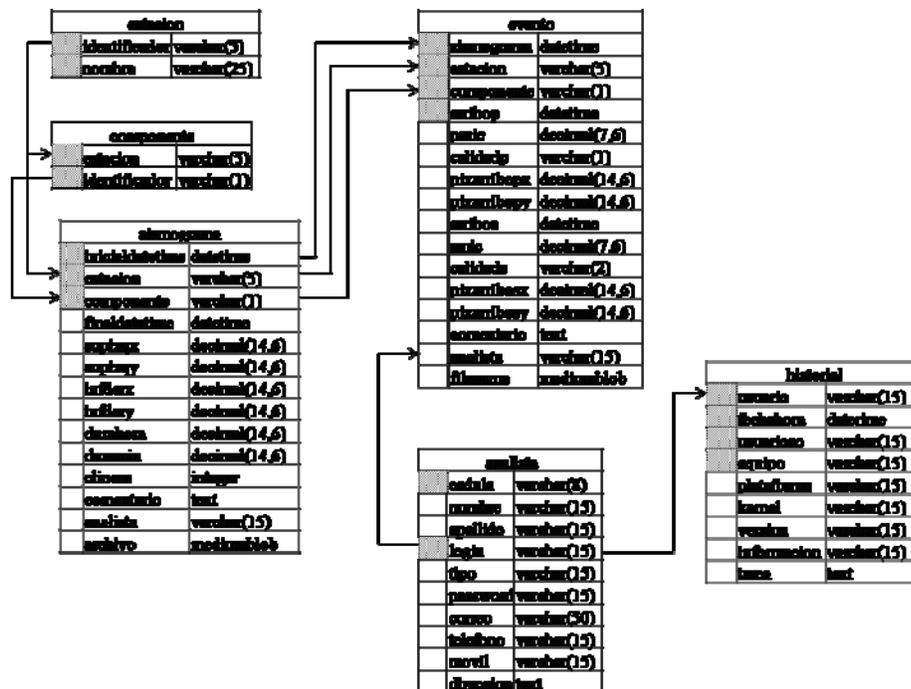


Figura 7. Modelo físico de base de datos.

La tabla sismograma guarda la hora de inicio del sismograma (inicialdatetime), la estación, componente que lo registraron y la hora en la que terminó el registro, también resguarda las coordenadas (x,y) píxel del límite superior izquierdo (supizqx y

supizqy) y límite inferior derecho (infderx e infdery) del sismograma., el promedio de duración de hora (durahora) y minuto (duramin) en píxeles, la cantidad de líneas (clineas) presentes en el sismograma, el comentario del analista, la identificación del usuario y el archivo de la imagen correspondiente al sismograma.

La tabla eventos registra el identificador del sismograma, la estación, el componente de registro junto con la hora de arribo de la onda p de los eventos, también contienen la calidad de la onda p, las coordenadas del pixel de arribo de la onda p (pixarribopx y pixarribopy respectivamente), la hora de arribo de la onda s, su calidad y las coordenadas del pixel de arribo de la onda s (pixarribosx y pixarribosy respectivamente), junto con el comentario, e identificación del usuario que analizó el evento junto con el archivo correspondiente.

La tabla usuario posee los datos de los usuarios, almacenando la cédula, nombre, apellido, nombre de usuario, tipo, clave, correo, teléfono, móvil y dirección. Por otra parte la tabla historial almacenará el historial de los usuarios, realizando una entrada al iniciar y cerrar sesión guardando el nombre de usuario, la fecha/hora de la entrada o salida del sistema, usuario del sistema operativo, el equipo, plataforma, kernel, versión, información y tarea ejecutada.

Diseño de interfaz

Para el diseño de la interfaz del sistema se utilizó *WxPython*, librería libre y multiplataforma, para el desarrollo de interfaces gráficas de usuario.

Se diseño de una herramienta que dispusiera una región central donde se cargará la imagen del sismograma analizar. Un panel lateral izquierdo donde se configurarán los parámetros iniciales del registro y un panel derecho donde se desplegarán los resultados del análisis (ver Figura 8).

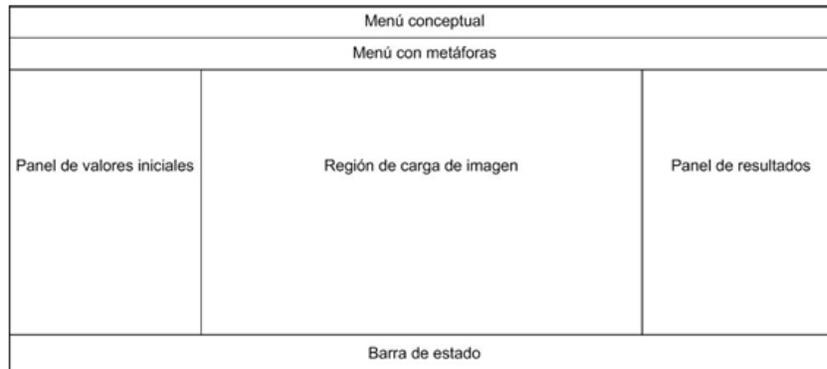


Figura 8. Distribución del ambiente de trabajo.

Se programaron 2 (dos) tipos de menú, uno conceptual y otro implementado a través de metáforas. La distribución del ambiente de trabajo se realizó otorgando el mayor espacio posible al área de visualización de sismogramas, permitiendo al analista desplazarse fácilmente a través de la imagen.

En el panel lateral izquierdo, se configuran los parámetros iniciales del sismograma, para tal fin se ubicaron los siguientes controles: límites superior izquierdo, límite inferior derecho, duración de minutos y duración de horas en la gráfica. En el panel derecho se muestran los controles para determinar la estación, fecha inicial, hora inicial, fecha final, hora final, se despliegan las horas calculadas y las características de las ondas estudiadas.

Para realizar la configuración de fechas (fecha inicial y fecha final) se utilizó una herramienta de la librería *Wx*, denominada *wx.DatePickerCtrl* la cual despliega una metáfora de calendario que permite seleccionar la fecha. La configuración de las horas (hora inicial y hora final del registro) se realiza a través de un control perteneciente a la librería *Wx* denominado *wx.TimeCtrl*, para validar que la hora ingresada por el usuario se encuentre en el formato correcto.

A través de *Wx* se programó el cursor para que, cuando se encuentre en el área de registro, este funcione como una mira, prolongando líneas perpendiculares a los ejes de la imagen, lo que permite mejor ubicación, brindando mayor comodidad y precisión al analista.

Matplotlib permite manipular la imagen de tal forma que el usuario pueda ampliar la imagen a diferentes niveles con el fin de ubicar las ondas registradas, teniendo la opción de navegar entre ellos. Esto es, ir al nivel de acercamiento previo o posterior, y, por supuesto, al inicial.

IMPLEMENTACIÓN

El sistema fue desarrollado utilizando *GNU/Linux Ubuntu 10.10* como sistema operativo, sin embargo fue construido implementando herramientas libres multiplataforma, manejando escasos recursos garantizando su posible utilización en cualquier equipo bajo circunstancias especiales, por la naturaleza de la organización.

La aplicación se codificó utilizando *Python 2.7* como lenguaje de programación, implementando la *Matplotlib* como herramienta de manipulación de imágenes de alta calidad en un ambiente interactivo, y *WxPython* para crear diseñar una interfaz gráfica usable que incorpore menús intuitivos que se implementen de manera práctica.

Para garantizar la facilidad de aprendizaje se diseñó una aplicación induzca un proceso intuitivo para analizar sismogramas analógicos ágilmente a través del computador, mediante de un sistema consistente sin ambigüedades. Reduciendo el tiempo de aprendizaje y adaptación de los nuevos usuarios, necesario para el uso productivo de la aplicación.

La siguiente imagen ilustra la apariencia inicial del sistema. El usuario solo tendrá acceso a la aplicación una vez el sistema haya verificado sus datos, en el caso de que

el usuario no posea las credenciales necesarias para acceder, siempre podrá cancelar saliendo automáticamente de la aplicación.

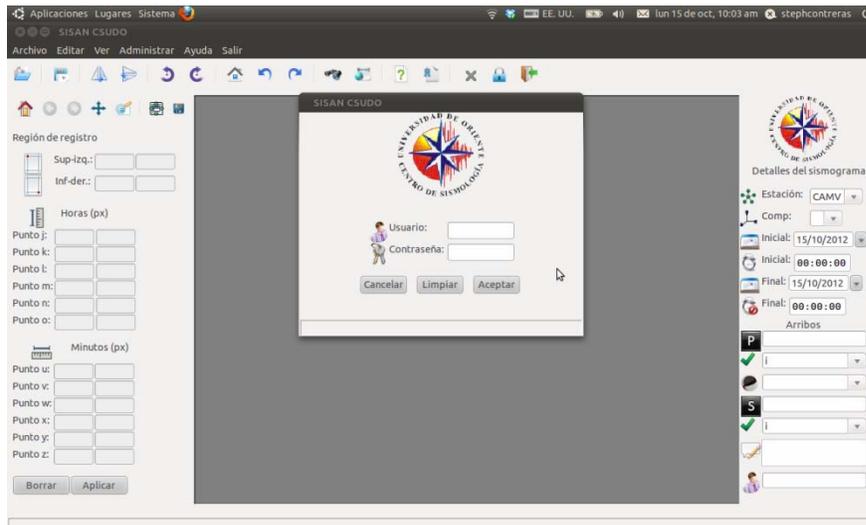


Figura 9. Captura de pantalla inicial del sistema.

Con la finalidad de desarrollar un sistema flexible proporcionándole al usuario diferentes vías para llegar al mismo objetivo, se desarrollaron 2 (dos) menús de herramientas, uno conceptual y uno metafórico, además se implementó la barra de herramientas de *Matplotlib*, de esta manera el usuario podrá elegir entre el texto y las imágenes, adicionalmente la opción seleccionada desplegará un *tooltip* (recomendación o consejo) en el caso del menú metafórico (ver Figura 10). La descripción del menú metafórico implementado se encuentra en la tabla 2.



Figura 10. Recomendación en menú metafórico.

Tabla 2. Elementos del menú metafórico.

Metáfora	Función
	Abrir sismogramas.
	Guardar datos de sismograma.
	Voltear de izquierda a derecha.
	Voltear de arriba abajo.
	Girar 90° en el sentido contrario a las agujas del reloj.
	Girar 90° en el sentido de las agujas del reloj.
	Volver a la imagen inicial.
	Ir al aumento previo.
	Ir al aumento siguiente.
	Buscar sismograma.
	Buscar en base de datos alternativa.
	Ver manual.
	Ver créditos.
	Cerrar imagen.
	Cerrar sesión.
	Salir del sistema.

Los elementos de la barra de herramientas de *Matplotlib* se describen en la tabla a continuación (ver Tabla 3).

Tabla 3. Elementos de la barra de herramientas de *Matplotlib*.

Metáfora	Función
	Ver imagen con acercamiento inicial.
	Ver acercamiento anterior.
	Ver acercamiento siguiente.
	Navegar en la imagen.
	Realizar acercamiento en región.
	Ver valores de la imagen.
	Guardar una copia de la imagen.

Con la finalidad de reducir la carga cognitiva del usuario se diseñaron controles compuestos por metáforas y texto de manera que el usuario no tenga que recordar sino reconocer. En la siguiente tabla se describen las metáforas implementadas en los controles de la aplicación.

Tabla 4. Metáforas implementadas en los controles.

Metáfora	Nombre	Descripción
	Estación	Estaciones instaladas.
	Componente	Componentes presentes en la estación.
	Fecha inicial	Fecha de inicio del sismograma.
	Hora inicial	Hora de inicio del registro.
	Fecha final	Fecha de finalización del sismograma.
	Hora final	Hora de finalización del registro.
	Hora de arribo onda P	Hora de arribo de la onda P calculada por el sistema.
	Calidad	Calidad de la onda P, evaluación de la confiabilidad de la medida.
	Hora de arribo onda S	Hora de arribo de la onda S calculada por el sistema.
	Calidad	Calidad de la onda S, evaluación de la confiabilidad de la medida.
	Comentario	Comentario del analista.
	Analista	Usuario que inicio sesión.

En el ámbito de la recuperabilidad se implementaron distintas opciones en los diálogos del sistema, otorgándole siempre el control de la aplicación al usuario, proporcionándole la posibilidad de revertir sus acciones o corregir posibles errores (ver Figura 11). De igual manera, se diseñaron diferentes mensajes de alerta para informarle al usuario cualquier irregularidad (ver Figura 12).

SISAN CSUDO



Usuario:

Contraseña:

Cancelar Limpia Aceptar

Figura 11. Ejemplo de mensaje con diversas opciones.

Insuficiencia de datos



Necesita configurar la hora de inicio del sismograma

Aceptar

Figura 12. Ejemplo de mensaje de alerta al usuario.

Despliegue

Finalmente se muestra el diagrama de despliegue, en el cual se describen los nodos y artefactos que conforman la herramienta, donde *Matplotlib*, *PIL*, *Numpy*, *WxPython*, *Datetime*, *Os* y *MySQLDB* son las librerías que se emplearon para formular la solución (ver Figura 13).

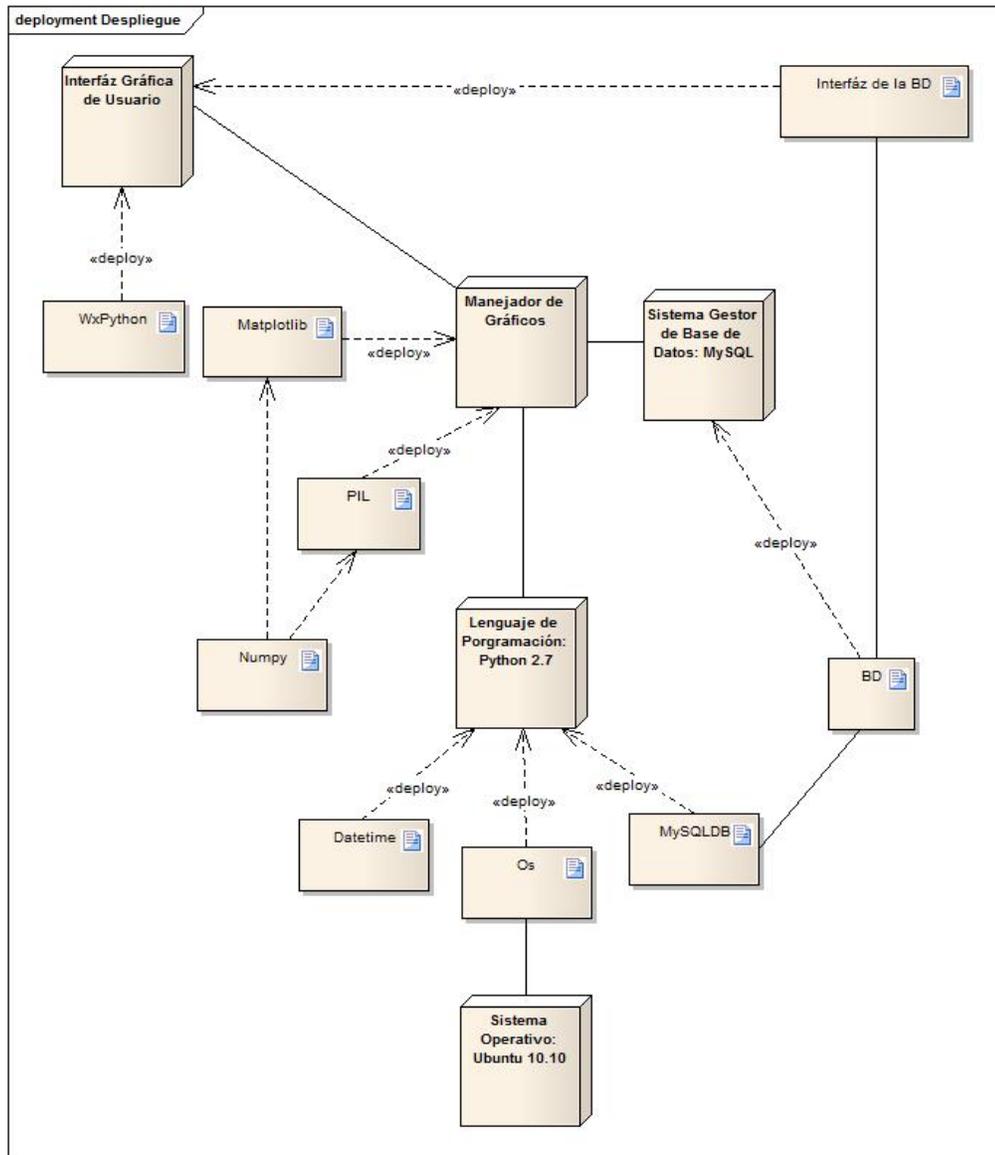


Figura 13. Diagrama de despliegue de SISISAN CSUDO.

PRUEBAS

Se realizaron pruebas a SISAN CSUDO bajo ambiente *GNU/Linux Ubuntu 10.10*, utilizando una resolución de pantalla de 1280x800. Entre ellas se encuentran: pruebas de unidad mediante la verificación de caja blanca (código) y de caja negra (interfaz), integración (sistema completo), validación (funcionalidad/requerimientos), pruebas de sistema (usabilidad, seguridad, y portabilidad).

Pruebas de unidad

Pruebas de caja blanca

Durante las pruebas de unidad se realizaron pruebas de caja blanca que permitieron realizar las correcciones necesarias a nivel de código para garantizar su correcto funcionamiento. Se analizaron independientemente cada uno de los siguientes módulos:

1. Inicio sesión.
2. Analizar sismograma.
3. Administrar usuarios.
4. Administrar estaciones.
5. Administrar componentes
6. Administrar sismogramas.
7. Administrar eventos.
8. Manual.

9. Créditos.

10. Salir.

Prueba de caja negra

Seguidamente durante las pruebas de caja negra se analizaron cada uno de los módulos, comprobando que la interfaz de estos funcionara correctamente. Para el módulo analizar sismograma se probó la interacción con los siguientes controles (ver Figura 14).

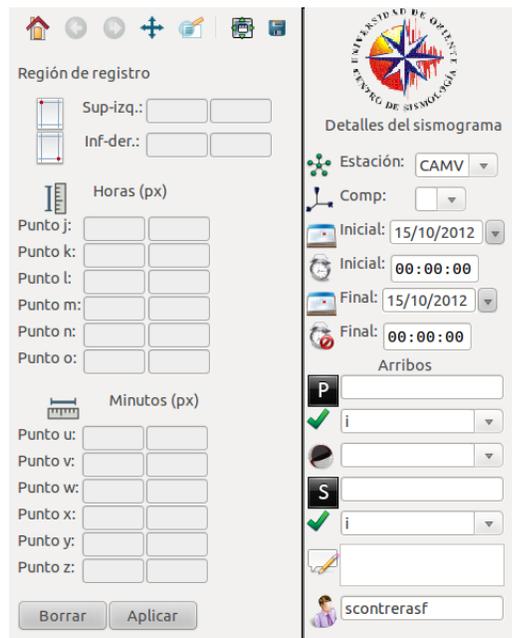


Figura 14. Controles para analizar sismogramas.

El módulo administrar usuarios despliega el siguiente menú (ver Figura 15), para el cual se corroboró el correcto funcionamiento de las opciones: crear usuario, listar usuarios, modificar usuario y eliminar usuario.



Figura 15. Interfaz para administrar usuarios.

Para el módulo administrar estaciones (ver Figura 16) se desarrolló el siguiente menú el cual cuenta con las opciones: crear estación, listar estaciones, modificar estación y eliminar estación, los cuales operaran correctamente.



Figura 16. Interfaz para administrar estaciones sismológicas.

Para administrar componentes se creó el siguiente menú (ver Figura 17), para el cual se probaron las opciones: crear componente, listar componentes y eliminar componente.

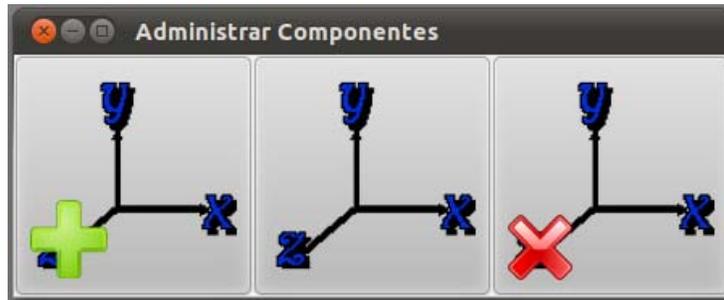


Figura 17. Interfaz para administrar componentes de estaciones.

Para el módulo administrar sismogramas (ver Figura 18), se examinaron las opciones: listar los sismogramas y eliminar sismograma, corroborando su correcto funcionamiento.



Figura 18. Interfaz para administrar sismogramas.

A continuación se muestra el menú administrar eventos (ver Figura 19), para el cual se inspeccionaron las opciones: listar eventos y eliminar evento.



Figura 19. Interfaz para administrar eventos.

Pruebas de integración

Mediante esta prueba se ratificó que todos los componentes del sistema trabajan correctamente.

Pruebas de validación

La siguiente tabla muestra las pruebas de validación donde se evaluó que el sistema cumpliera los requisitos plantados por el CSUDO.

Tabla 5. Pruebas de validación funcionalidad/requerimientos.

Requerimiento	Logrado
El sistema permitirá cargar archivos de imagen.	Si
El sistema permitirá obtener las coordenadas de los píxeles de la imagen.	Si
El sistema permitirá suministrar los datos del sismograma a analizar: estación, fecha y hora inicial.	Si
El sistema permitirá determinar la relación entre píxeles y horas, minutos y segundos.	Si
Una vez determinados los valores iniciales del sismograma, y los parámetros de duración, el sistema determinará la fecha y hora del pixel seleccionado por el usuario.	Si
El sistema permitirá guardar los datos del sismograma en la base de datos.	Si
El sistema permitirá guardar los datos del evento (llegada de la onda P y onda S) en la base de datos.	Si
El sistema permitirá agregar un comentario al análisis de ser necesario.	Si
El sistema permitirá implementar funciones a través de métodos abreviados de teclado.	Si
El sistema proporcionará una interfaz que minimice la cantidad de datos ingresados manualmente, mediante el uso de menús desplegables que permitan seleccionar entre un grupo finito de opciones válidas.	Si
El sistema debe ser desarrollado utilizando <i>Python</i> como lenguaje de programación.	Si
El sistema debe ser desarrollado utilizando únicamente herramientas libres.	Si

Pruebas del sistema

Usabilidad

Con el propósito de garantizar la entrega de una herramienta que cumpliera con los requerimientos de la organización y con los principios de usabilidad planteados por Nielsen (1994), se realizó una encuesta a 7 (siete) miembros del Centro entre los que destacan investigadores y analistas, a continuación se muestran los resultados.

Satisfacción general: ¿Cuán satisfecho se encuentra usted con SISAN como herramienta de análisis de sismogramas mediante el computador?

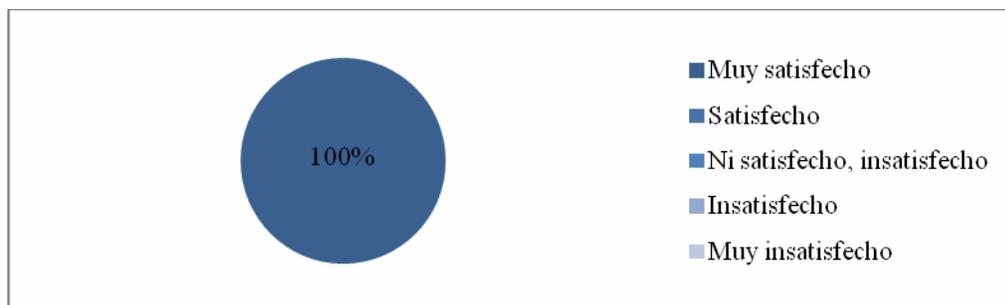


Figura 20. Satisfacción general.

Usabilidad: Con respecto a la forma en la que el programa permite realizar las tareas solicitadas: ¿Usted consideraría que...?

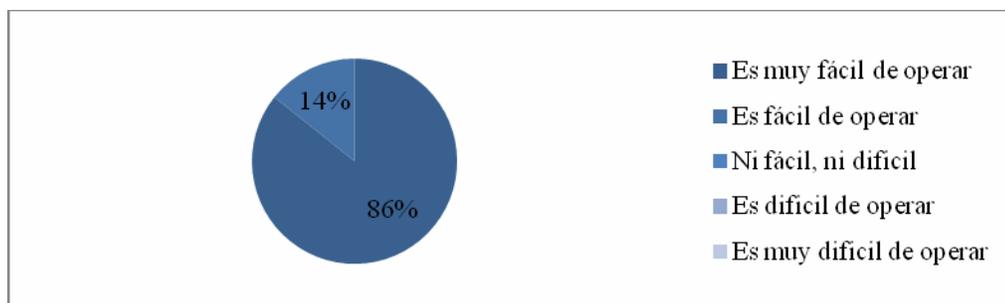


Figura 21. Usabilidad.

Funcionalidad: En cuanto al funcionamiento general de la herramienta: ¿Usted diría que es?

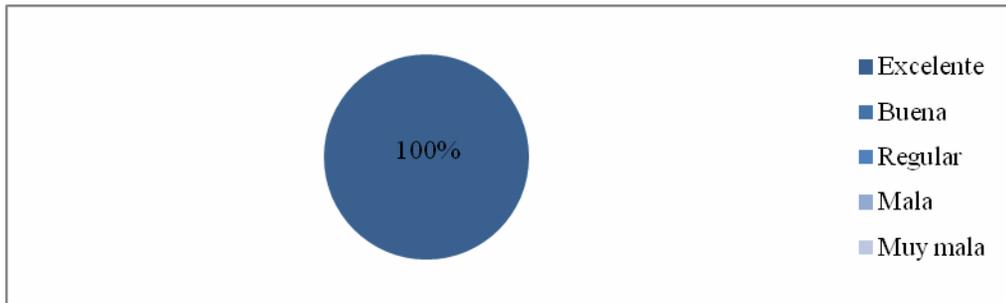


Figura 22. Funcionalidad.

Velocidad: Con relación al tiempo de respuesta: ¿Cómo evalúa la velocidad de la herramienta?

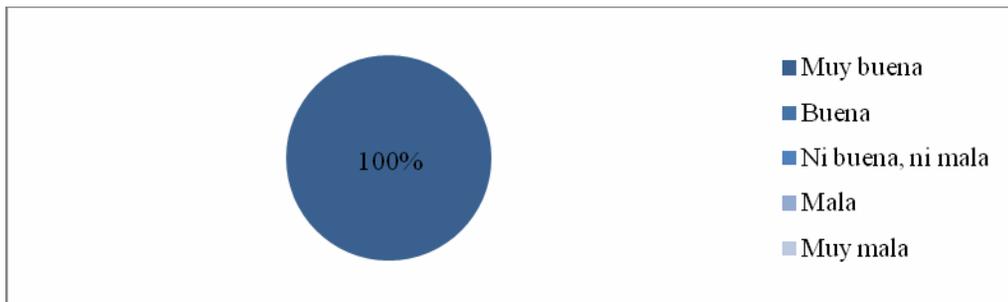


Figura 23. Velocidad.

Disponibilidad: Con respecto a fallas o interrupciones: ¿Cómo evalúa la estabilidad de la herramienta?

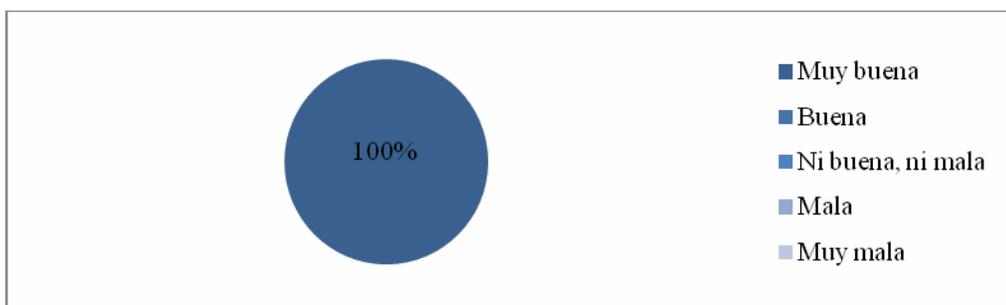


Figura 24. Disponibilidad.

Navegabilidad: Con respecto a la estructura y organización: ¿Usted diría que la navegación por las distintas funciones del sistema es...?

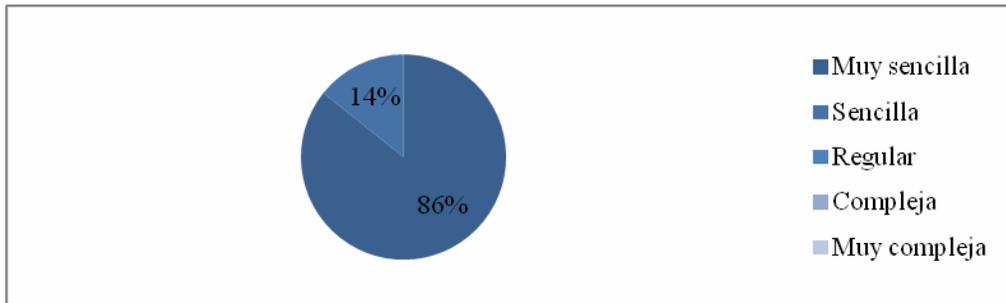


Figura 25. Navegabilidad.

Metáforas: ¿Diría usted que el uso de metáforas fue efectivo?

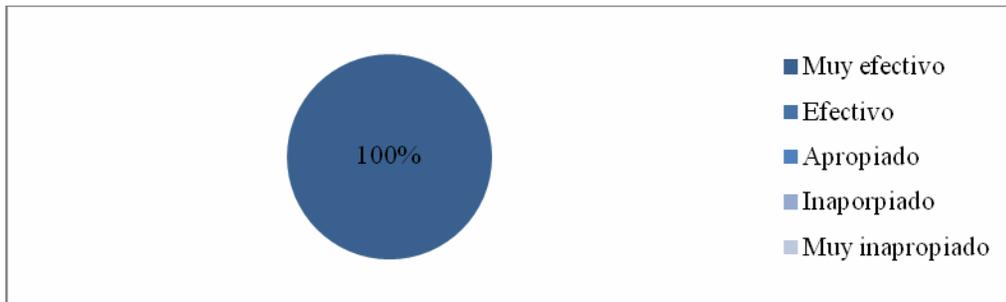


Figura 26. Uso de metáforas.

Representación conceptual: ¿Considera usted que la utilización de nombres fue...?

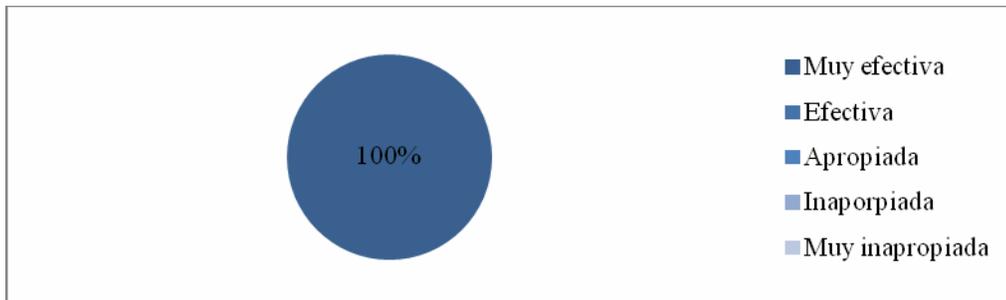


Figura 27. Representación conceptual.

Apariencia: Con respecto al diseño de la herramienta: ¿Puede decir que la interfaz es?

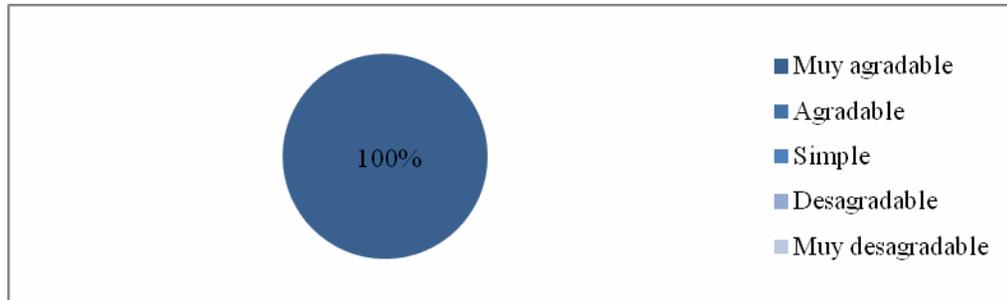


Figura 28. Apariencia.

Perfiles: ¿Considera usted que la herramienta se adapta a los perfiles de usuario?

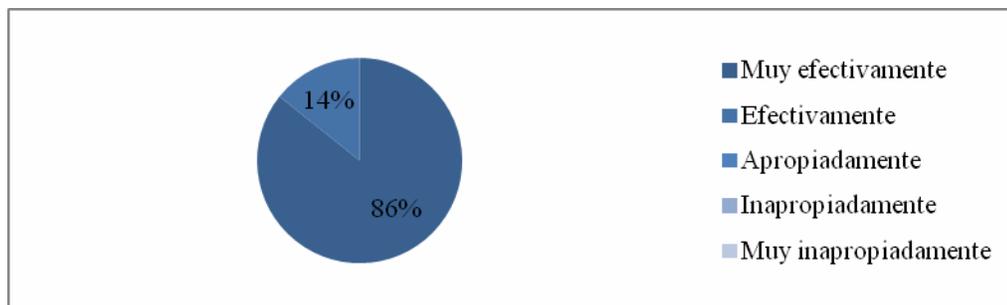


Figura 29. Perfiles.

Dominio: ¿Considera usted que necesitará ayuda para manejar este programa?

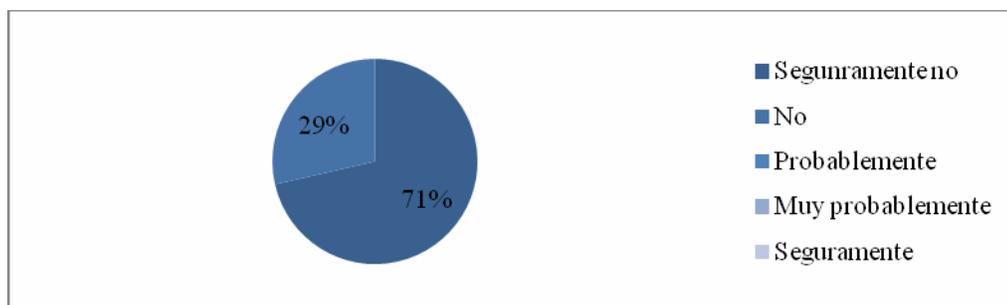


Figura 30. Dominio.

A partir de los resultados de la encuesta, se observa que aún cuando los niveles de satisfacción varían entre los distintos aspectos evaluados, el índice general de

aceptación es muy bueno, encontrándose por encima del 70% en todos los ámbitos puestos en consideración. El puntaje más bajo se obtuvo en el área de dominio, donde se le consultó al usuario si consideraba que necesitaría algún tipo de capacitación, sin embargo la opción “Seguramente no” consiguió el 71% lo que equivale a 5/7 usuarios. Mientras que en los renglones de funcionalidad, velocidad, disponibilidad, uso de metáforas, representación conceptual y apariencia, las opciones “Excelente”, “Muy buena”, “Muy efectivo(a)” y “Muy agradable” alcanzaron el puntaje más alto, con el 100% de los participantes.

Seguridad

Para restringir el acceso al sistema se codificó un módulo de inicio de sesión que solo permite el acceso al personal autorizado (ver figura 31).



Figura 31. Control de acceso.

Portabilidad

Para concluir con el proceso de pruebas se ejecutó el sistema desde 2 (dos) entornos diferentes *Gnome* y *KDE*, ambos bajo *GNU/Linux Ubuntu 10.10*, a continuación se muestran los resultados (ver figura 32 y 33).

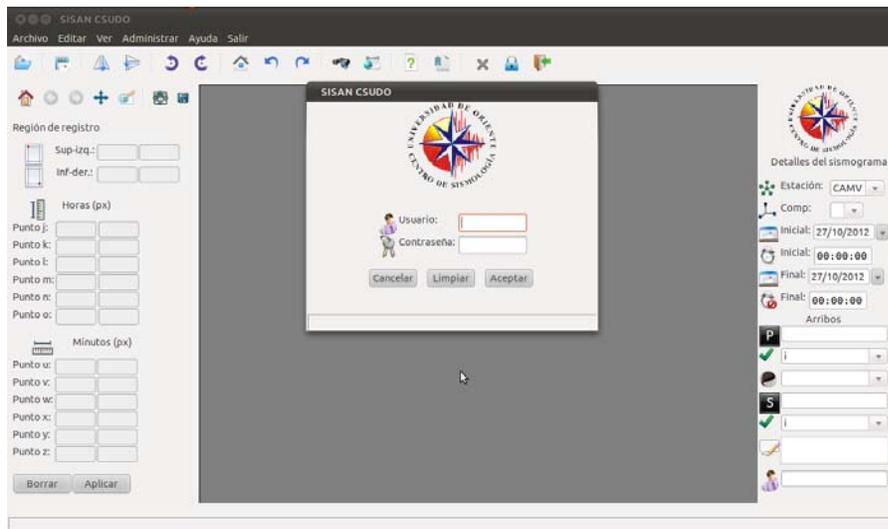


Figura 32. Prueba *Gnome*.

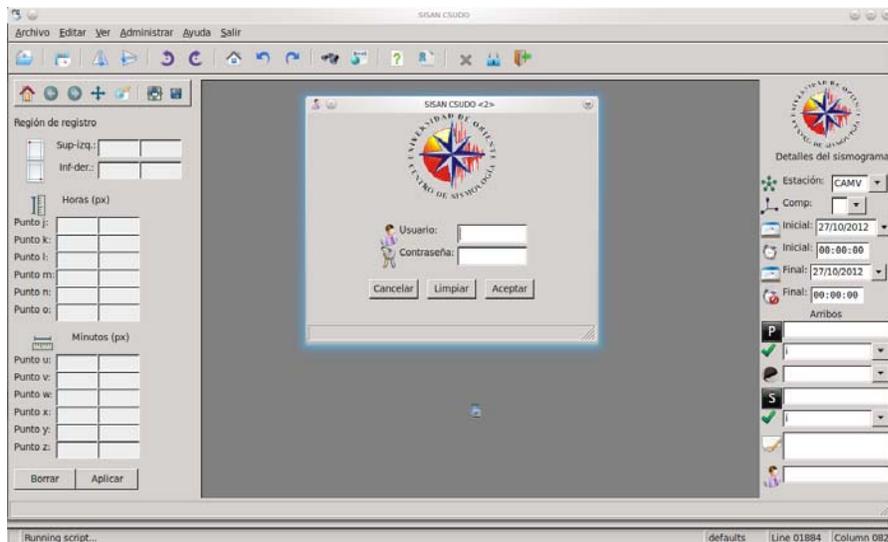


Figura 33. Prueba *KDE*.

CONCLUSIONES

La implementación e incorporación de sistemas de información que permitan realizar tareas complejas y rutinarias a través de interfaces usables y accesibles garantizan un alto grado de precisión y confiabilidad, al asistir labores que pueden arrojar errores humanos que pueden resultar catastróficos para la investigación.

La implementación de MeRinde como marco de desarrollo simplificó el proceso de modelado de negocio y captura de requerimientos, fases fundamentales para garantizar el desarrollo de una herramienta funcional que cumpliera con las necesidades del CSUDO.

SISAN CSUDO presenta una interfaz usable y accesible para usuarios con experiencia en el análisis de sismogramas. La implementación de esta herramienta hace posible la obtención de lecturas de horas de arribo de las ondas P y S de manera instantánea, realizando los cálculos que anteriormente efectuaba el analista.

La utilización de SISAN como herramienta de análisis de sismogramas analógicos brinda resultados con precisión en el orden de los microsegundos (1×10^{-6} s). Lo que asegura un mínimo margen de error en las lecturas, para consolidar una base de datos confiable sobre la cual realizar investigaciones sismológicas posteriores.

SISAN cumple con todos los requerimientos planteados inicialmente por el Centro de Sismología de la Universidad de Oriente.

RECOMENDACIONES

Continuar promoviendo el desarrollo de aplicaciones libres, en busca de lograr crecimiento e independencia tecnológica, mediante la implementación de sistemas propios que resuelvan problemas propios, desarrollados considerando las características particulares de las organizaciones.

Escanear o fotografiar sistemáticamente los sismogramas que datan desde 1995 hasta el presente, capturando imágenes de alta calidad con el fin de que estos puedan ser analizados utilizando la herramienta desarrollada.

Aún cuando el sistema está provisto de una interfaz completamente usable, accesible y funcional se exhorta al usuario a explorar el manual, para familiarizarse con el orden de los procedimientos propios del área de análisis sísmológico. Al cual también podrá acudir si se presentan dudas durante la ejecución del programa.

Continuar estudios que permitan adaptar, mejorar y corregir, el modelo de estructura cortical de nuestra región con el fin de contar con un patrón de velocidades de las capas a través de las cuales viajan las ondas sísmicas.

BIBLIOGRAFÍA

Arias, F. 2006. El proyecto de investigación. Quinta edición. Editorial Espíteme. Venezuela.

Beaupertuy, L. 2006. Análisis histórico de la sismicidad y de los riesgos geológicos de la Ciudad de Cumaná, Venezuela. Centro de Sismología. Vicerrectorado Académico. Universidad de Oriente. Cumaná.

Bolt, B. 1981. Terremotos. Serie Reverté Ciencias y Sociedad. Editorial Reverte S.A. España.

Booch, G., Rumbaugh J. y Jacobson, I. 2006. El lenguaje unificado de modelado. Segunda edición. Editorial Pearson Addison Wesley. Madrid España.

Buform E. y Udías A. 2009. El foco sísmico. El mecanismo de los terremotos. En: Terremotos: Cuando la Tierra Tiembla. Volumen 10 de Colección Divulgación (Consejo Superior de Investigaciones Científicas). Ugalde A. Edición ilustrada. Editorial CSIC. España. Págs. 45-53.

Centro de Sismología de la Universidad de Oriente, 1997. Boletín sismológico nororiental. Cumaná, Venezuela, año 3, N° 3.

Contreras, R. 2003. La estructura cortical de la cuenca del Golfo de Cariaco, mediante el análisis sísmico de refracción de las replicas del sismo de Cariaco. Trabajo de pregrado. Departamento de Física. Universidad de Oriente. Cumaná.

Espíndola, J. y Jiménez, Z.1994. Terremotos y ondas sísmicas: una breve introducción. Volumen 1. Cuadernos del Instituto de Geofísica. Segunda edición. Instituto de Geofísica. Universidad Nacional Autónoma de México. México.

Fernández, V. 2006. Desarrollo de sistemas de información. Una metodología basada en el modelado. Ediciones UPC. España.

Figueroa R. Álvarez F. 2000. Sistema integrado de información sismológica. Universidad de Oriente, Cumaná, Venezuela.

Foster R. 1973. Geología. Editorial Labor, S.A. Barcelona, España.

Kendall, K. y Kendall J. 2005. Análisis y diseño de sistemas. Sexta edición. Editorial Pearson. México.

Kimmel, P. 2007. Manual de UML. Guía de aprendizaje. Editorial Mc. Graw Hill Professional. México.

Langtangen, H. 2009. *A primer on scientific programming with python. Texts in computational science and engineering.* Volume 6. Springer-Verlag. Berlin, Germany.

Larman, C. 2003. *UML y patrones.* Una introducción al análisis y diseño orientado a objetos y al proceso unificado. Segunda edición. Editorial Pearson Prentice Hall. Madrid, España.

Malavé, C. 1999. *Determinación de una relación de magnitud local usando la duración de la señal sísmica.* Trabajo de pregrado. Departamento de Física. Universidad de Oriente. Cumaná.

Malavé, L. 2003. *El trabajo de investigación.* Colegio Universitario “José Lorenzo Pérez Rodríguez”. Venezuela.

Malaver, A., Barreiro M. 1997. *El terremoto de Cariaco del 9 de julio de 1997.* Universidad Católica Andrés Bello. Facultad de Ingeniería. Escuela de Ingeniería Civil. Departamento de Estructuras. Caracas.

Marrero C., Muro F., Rivero H., Sánchez J., Santos K., Pessagno L., Pereira O. Centro Nacional de Tecnologías de Información. 2007. “Metodología de la Red Nacional De Integración y Desarrollo De Software Libre (MeRinde)”. “MeRinde”. <http://merinde.net/index.php?option=com_remository&Itemid=312> (12/08/2011).

Nielsen J. 1994. *Usability Engineering.* Serie Morgan Kaufmann en *Interactive Technologies*. Segunda Edición Ilustrada. Editorial Academic Press. Estados Unidos de América.

Ortíz, F. 2008. *Diccionario de metodología de la investigación científica.* Segunda edición. Editorial Limusa. México.

Palme, C. y Altéz, R. 2004. “La sismología histórica de Venezuela”. “Repositorio Institucional de la Universidad de Los Andes”. <<http://www.saber.ula.ve/simple-search?query=La+sismolog%C3%ADa+hist%C3%B3rica+de+Venezuela&submit=Ir>> (12/08/2011).

Pennington, W. Dept. of Geological Engineering and Sciences. Michigan Technological University. Houghton, MI. 2007. “How do I locate that earthquake's epicenter?”. <<http://www.geo.mtu.edu/UPSeis/locating.html>> (12/08/2011).

Pennington, W. Dept. of Geological Engineering and Sciences. Michigan Technological University. Houghton, MI. 2007. “How do I read a seismogram?”. <<http://www.geo.mtu.edu/UPSeis/reading.html>> (12/08/2011).

Precord, C. 2010. *WxPython 2.8. Application development cookbook*. Editorial Packt Publishing. Birmingham, Mumbai.

Rappin N. y Dunn R. 2006. *WxPython in action*. Manning. Greenwich.

Schubert, C. 1984. *Los terremotos en Venezuela y su origen*. Cuadernos Lagoven. Editorial Lagoven, S.A. Caracas.

Smith, P. 1975. *Temas de Geofísica*. Editorial Reverté, S.A. España.

Sommerville, I. 2005. *Ingeniería de software*. Séptima edición. Editorial Pearson. México.

Tamayo y Tamayo, M. 2009. *El proceso de la investigación científica*. Quinta edición. Editorial Limusa. México.

Tosi, S. *Matplotlib for Python Developers. Build remarkable publications quality plots the easy way*. Editorial Packt Publishing. Birmingham, Mummbai, 2009.

Udías A. y Mézcua J. 1986. *Fundamentos de Geofísica*. Editorial Alhambra, S.A. España.

Ugalde, A. 2009. *Terremotos: cuando la Tierra tiembla*. Edición ilustrada. Editorial CSIC. España.

Vaingast, S. 2009. *Beginning Python visualization crafting visual transformation scripts*. Apress. United States of America.

APÉNDICES

APÉNDICE A



Registro de Riesgos

SISAN CSUDO: <Sistema de información para la gestión y análisis de sismogramas históricos de la región nororiental de la red sismológica del Centro de Sismología de la Universidad de Oriente. >

Líder del Proyecto: Stephanie Contreras.

REGISTRO DE RIESGOS

Tabla A. 1

Descripción del Riesgo						
Clasificador	Id.	Descripción del Riesgo	Descripción del Impacto	Prob.	Impacto	Prioridad
Características del cliente	R001	Carencia de información suministrada por el cliente.	Catastrófico	50%	1	1
Impacto en el negocio.	R002	Los requisitos no han sido entendidos completamente.	Crítico	50%	2	1
Tamaño del producto.	R003	Problemas con la determinación de la magnitud del proyecto.	Crítico	50%	2	1
Definición del proceso.	R004	Perdida accidental de la información del producto.	Crítico	25%	2	2
Riesgo del proyecto.	R005	Accidente en el lugar de trabajo.	Crítico	50%	2	2
Entorno de desarrollo.	R006	Problemas para implantar el sistema.	Leve	25%	3	2
Características del cliente.	R007	Los usuarios finales se resisten al sistema.	Leve	50%	3	2
Dominio de herramientas	R008	Falta de entrenamiento con respecto a las herramientas.	Crítico	25%	2	1

(*) Estos riesgos fueron evaluados considerando los factores de riesgo: desempeño, soporte, costo y calendarización. Las probabilidades y valores de impacto han sido estimadas sugestivamente considerando la naturaleza del proyecto.



Registro de Riesgos

SISAN CSUDO: <Sistema de información para la gestión y análisis de sismogramas históricos de la región nororiental de la red sismológica del Centro de Sismología de la Universidad de Oriente. >

Líder del Proyecto: Stephanie Contreras.

Tabla A. 2

Acciones Preventivas			
Clasificador	Id.	Acciones preventivas	Fecha programada
Características del cliente	R001	Realizar reuniones con el personal calificado para lograr realizar un Modelado del negocio y elaborar la visión del sistema.	26/03/2012
Impacto en el negocio.	R002	Realizar una investigación exhaustiva de los conceptos del dominio del negocio.	26/03/2012
Tamaño del producto.	R003	Delimitar la magnitud del proyecto, y los requerimientos del negocio.	26/03/2012
Definición del proceso.	R004	Realizar respaldos periódicos preventivos, que permitan regresar a la última versión funcional del sistema antes del inconveniente de pérdida de datos.	26/03/2012
Riesgo del proyecto.	R005	Tomar las medidas necesarias de seguridad e higiene laboral para reducir el impacto de desastres naturales. Realizar una aplicación que utilice componentes estándar que permitan su implementación en equipos con características básicas.	26/03/2012
Entorno de desarrollo.	R006	Estudiar las características y requerimientos de los componentes implementados, realizar las pruebas de compatibilidad correspondientes.	26/03/2012
Características del cliente.	R007	Mantener comunicación directa con los afectados por el problema para recopilar todos sus requerimientos y brindar solución a sus inquietudes.	26/03/2012
Dominio de herramientas.	R008	Estudiar las herramientas de desarrollo alternativas para el desarrollo del proyecto, considerando sus ventajas y métodos de implementación.	



Registro de Riesgos

SISAN CSUDO: <Sistema de información para la gestión y análisis de sismogramas históricos de la región nororiental de la red sismológica del Centro de Sismología de la Universidad de Oriente. >

Líder del Proyecto: Stephanie Contreras.

Tabla A. 3

Acciones de Contingencia				
Clasificador	Id.	Acciones de Contingencia	Fecha de ocurrencia	Estado del riesgo
Características del cliente	R001	Solicitar formalmente la asesoría al personal calificado para lograr realizar un modelado del negocio y elaborar la visión del sistema.	Fecha de entrega.	No se ha presentado.
Impacto en el negocio.	R002	Realizar una investigación exhaustiva de los conceptos del dominio del negocio.	Fecha de entrega.	No se ha presentado.
Tamaño del producto.	R003	Estudiar las herramientas de desarrollo ideales para el desarrollo del proyecto, considerando sus ventajas y métodos de implementación.	Fecha de entrega.	No se ha presentado.
Definición del proceso.	R004	Volver a la última versión respaldada y continuar con el desarrollo de la aplicación.	Fecha de entrega.	No se ha presentado.
Riesgo del proyecto.	R005	Tomar las medidas necesarias de seguridad e higiene laboral para reducir el impacto de desastres naturales.	Fecha de entrega.	No se ha presentado.
Entorno de desarrollo.	R006	Analizar el problema presentado, realizar consultas bibliográficas y solicitar la asesoría necesaria.	Fecha de entrega.	No se ha presentado.
Características del cliente.	R007	Realizar presentación del sistema desarrollado donde se expongan sus características y funcionalidades. Realizar jornadas de capacitación de ser necesarias.	Fecha de entrega.	No se ha presentado.
Dominio de	R008	Utilizar herramientas de	Fecha de	No se ha

herramientas. desarrollo alternativas para el entrega. presentado.
desarrollo del proyecto.

APÉNDICE B



Visión del Sistema

SISAN CSUDO: <Sistema de información para la gestión y análisis de sismogramas históricos de la región nororiental de la red sismológica del Centro de Sismología de la Universidad de Oriente. >

Líder del Proyecto: Stephanie Contreras.

VISIÓN DEL SISTEMA

1. Introducción

1.1 Alcance

Este proyecto comprende el planteamiento del problema y su impacto, la solución planteada y principales requerimientos del sistema a desarrollar.

1.2 Documentos relacionados

Especificación de requerimientos.

2. Aspectos del Problema

2.1 Definición del Problema

2.1.1 El problema

El CSUDO en su función de registrar y analizar la actividad sísmica de la región cuenta con un registro analógico de sismogramas desde 1995 hasta la fecha, pero debido a las condiciones de almacenamiento, continua manipulación, condiciones ambientales y material de soporte, dicho recurso se ha venido deteriorando de manera que en poco tiempo la información que este Centro intentó preservar dejará de estar disponible para investigaciones futuras.

2.12 Del impacto

Una de las principales consecuencias de no aplicar una acción correctiva que permita preservar o prolongar la vida útil de los sismogramas registrados en papel, sería la pérdida definitiva de este recurso, lo que equivaldría a un abismo en el ámbito de la sismicidad histórica de nuestra región desarticulando cualquier investigación que se desee realizar en la región en el campo de geofísica.

2.13 De los afectados

Los principales afectados/involucrados/interesados son los analistas del Centro quienes al momento de estudiar los sismogramas analógicos deben realizar un proceso además de manual, tedioso, calculando la llegada de las ondas mediante el empleo de reglas graduadas y tablas, obteniendo medidas imprecisas e invirtiendo el tiempo en tareas rutinarias que bien pudieran ser realizadas por un computador. Por otra parte los investigadores del Centro necesitan los resultados de estos análisis como insumo para sus estudios y al mismo tiempo cualquier Centro de Sismología alrededor del mundo se puede servir de esta información para investigar determinados eventos sísmicos y estudiar la estructura de la corteza en diferentes regiones a nivel global.

2.14 De la solución

Este trabajo pretende generar un sistema de información para recuperar, almacenar, preservar, analizar y/o corregir los sismogramas analógicos históricos de la red sismológica de la región nororiental del Centro de Sismología de la Universidad de Oriente, evitando que se pierda la información registrada y garantizando que este valioso recurso siga a disposición de investigadores en áreas de ciencias de la tierra tales como: geofísica, geodinámica y geología.

2.2 Postura del sistema

2.2.1 Identificación del Segmento del Mercado

Los sistemas de información son un conjunto de elementos organizados con el fin de capturar, procesar y almacenar datos para proporcionar información al usuario. Actualmente los sistemas de información juegan un papel fundamental a nivel empresarial, participando de manera activa en los diferentes niveles de la organización.

Entre los diversos tipos podemos encontrar: sistemas de información transaccionales, sistemas de automatización de oficinas, sistemas de información gerencial, sistemas de información ejecutiva, sistemas de apoyo a la toma de decisiones y sistemas expertos.

Los sistemas de información gerencial constan de un conjunto de elementos organizados e interrelacionados con el fin de captar, procesar, preservar y distribuir información. Este proyecto de investigación se encuentra inmerso en el área de sistemas de información gerencial porque sostiene la relación que surge entre las personas y las computadoras (Kendall y Kendall, 2005), utilizando una base de datos compartida para que todo el personal del Centro de Sismología de la Universidad de Oriente puedan tener acceso a la información.

Los sistemas de información de apoyo a la toma de decisiones constan de un conjunto de reglas y procedimientos de procedimientos que permiten el correcto procesamiento de los datos, proporcionando al usuario la información necesaria para tomar la decisión adecuada.

Este proyecto de investigación se ubicará en el área de sistemas de información para el apoyo a la toma de decisiones, porque dependen de una

base de datos para obtener información pero la decisión final será responsabilidad del encargado (Kendall y Kendall, 2005). Debido a que combinará las capacidades del computador con la base de conocimientos de los analistas del Centro de Sismología para facilitar el proceso de toma de decisiones.

2.2.2 Público Objetivo

El público objetivo para quien se desarrollará esta aplicación es el Centro de Sismología de la Universidad de Oriente, más específicamente para sus analistas, sin descartar las posibilidades de exportar esta aplicación a otros centros de investigación sismología.

2.2.4 Competidores

En el ámbito de la sismología, aun cuando existe una variedad de aplicaciones de análisis sismológico, estas se limitan al estudio de señales de ondas digitales obtenidas en tiempo real, sin brindar oportunidades para el análisis de sismogramas analógicos históricos que se hayan registrado durante años antes de la implementación de sistemas de registro digitales. Es por esto que se puede decir que SISAN es una aplicación que no posee competidores actualmente en el mercado y representa una innovación en las técnicas de análisis sísmico, la cual estará a completa disposición del Centro de Sismología de la Universidad de Oriente y del País brindando capacidades únicas de análisis que pudiera convertirse en un producto de exportación a otros centros de investigación sismológica.

2.2.5 Características del Sistema

El desarrollo de este sistema pretende brindar precisión, practicidad, sencillez y eficiencia, poniendo a disposición de este Centro una herramienta

de análisis sísmico propia, adaptada a sus necesidades, que les permitirá explotar al máximo los registros de la actividad sísmica de nuestra región a través de una herramienta única y vanguardista.

2.3 Ventajas del Negocio

El CSUDO invertirá en el desarrollo de este proyecto debido a la necesidad e interés de contar con una aplicación que permita preservar los sismogramas históricos de nuestra región y disponer de una herramienta a través de la cual analizar tales registros en cualquier momento de manera ágil, sencilla y obteniendo resultados precisos y confiables.

3. El sistema

3.1 Aspectos del Sistema

En función del cumplimiento del decreto 3390, que impulsa la producción endógena de bienes y servicios informáticos, promueve que la tecnología esté al alcance de todos, fomentando la interoperabilidad entre los sistemas desarrollados en la nación, fortaleciendo la soberanía, independencia y transferencia tecnológica; es un requisito fundamental que el sistema se desarrolle bajo estándares abiertos empleando las herramientas de Software Libre.

El desarrollo de SISAN se plantea en el marco de la necesidad de contar con un sistema de información macro que integre un repositorio institucional, herramientas de análisis de sismogramas analógicos y digitales, “monitoreo” de estaciones sismológicas en tiempo real y localización geográfica de eventos sísmicos, para garantizar la adaptación, interoperabilidad, disponibilidad, autonomía e independencia tanto del Centro como de la Universidad de Oriente.

3.4 Instalación

Uno de los principales requerimientos de instalación es que el sistema se desarrolle utilizando Software Libre ya que se implantaría sobre Sistemas Operativos tipo Unix y además se necesita que el código continúe abierto permitiendo la implementación de nuevas características y facilitar su interacción con otras aplicaciones desarrolladas en el Centro. Adicionalmente se planteó como requisito que el sistema a desarrollar fuera multiplataforma para que pudiera instalarse en cualquier equipo independientemente de su arquitectura.

3.5 Costos y precios

Los costos generados por este proyecto se reducirán a horas de conexión a internet, horas de programación y transporte, debido a que se emplearán herramientas de desarrollo y codificación de Software Libre como *Ubuntu*, *Python*, *Stani's Python Editor*, *Matplotlib*, *WxPython*.

4. Cualidades del Sistema

Este sistema pondrá a disposición del analista la capacidad de cálculo y niveles de precisión necesarias para un análisis óptimo de sismogramas analógicos. Al mismo tiempo la herramienta ofrecerá una interfaz usable e intuitiva que facilitará el análisis de un gran número de sismogramas analógicos de manera práctica y eficiente.

5. Limitaciones

Entre las principales limitaciones que influyeron en el desarrollo de este proyecto se encontraron el estado del material a analizar. La naturaleza del papel termo sensitivo permite que el espesor de la aguja y el exceso de calor quemem el papel impidiendo digitalizar del trazo y realizar una aplicación que analice automáticamente los registros; Haciendo indispensable la experiencia del analista para reconocer los patrones de los eventos sísmicos.

6. Descripciones de los involucrados

6.1 Perfil de los usuarios

Tabla B. 1

Nombre:	Analista
Tipo:	Técnico
Descripción:	Personal del Área de Registro y Análisis del Centro de Sismología, encargado de estudiar los eventos sísmicos registrados.
Actividades:	El usuario será capaz de realizar un análisis básico de sismogramas a través de la herramienta.
Criterios de Éxito:	El sistema proporcionará mayor comodidad, precisión, practicidad y eficiencia al proceso de análisis de sismogramas analógicos.

Tabla B. 2

Nombre:	Investigador
Tipo:	Licenciado
Descripción:	Personal del Área de Investigación del Centro de Sismología.
Actividades:	El usuario será capaz de realizar un análisis básico de sismogramas a través de la herramienta.
Criterios de Éxito:	El sistema proporcionará mayor comodidad, precisión, practicidad y eficiencia al proceso de análisis de sismogramas analógicos.

7. Otros requerimientos

7.1 Hardware

Procesador Intel Core™ 2 Duo 2 GHZ.

Memoria RAM 2 Gb.

Disco duro 100 Gb.

Unidad de CD/DVD RW.

Monitor.

Impresora.

Cámara fotográfica digital de 12mp.

7.2 Software

Sistema operativo *GNU/Linux Ubuntu 10.10* como plataforma de soporte para la aplicación.

Python 2.6, como lenguaje de programación para la construcción de la aplicación.

Matplotlib versión 0.993

WxPython versión 2.8.11

MySQL 5.1, sistema de gestión de bases de datos.

APÉNDICE C



Especificación de Requerimientos del Software

SISAN CSUDO: <Sistema de información para la gestión y análisis de sismogramas históricos de la región nororiental de la red sismológica del Centro de Sismología de la Universidad de Oriente. >

Líder del Proyecto: Stephanie Contreras.

ESPECIFICACIÓN DE REQUERIMIENTOS DEL SOFTWARE

1 Introducción

1.1 Alcance

Este documento comprende la descripción de la interacción del usuario con el sistema, mediante la especificación de requerimientos del software y los diagramas de casos de uso.

2. Casos de Uso

2.1 Resumen y actores:

Los casos de uso son la representación grafica de los requerimientos funcionales y en algunos casos los requerimientos no funcionales del sistema, sobre la cual se muestra cómo será la interacción de los actores con el sistema desarrollado.

Tabla C. 1

Código	Caso de Uso	Actores participantes
CU1.00	Analizar sismograma	Analista
CU2.00	Visualizar sismograma analizado	Analista
CU3.00	Administrar usuarios	Administrador
CU4.00	Administrar estaciones	Administrador
CU5.00	Administrar componentes	Administrador
CU6.00	Administrar sismogramas	Administrador
CU5.00	Administrar eventos	Administrador

2.2 Diagrama:

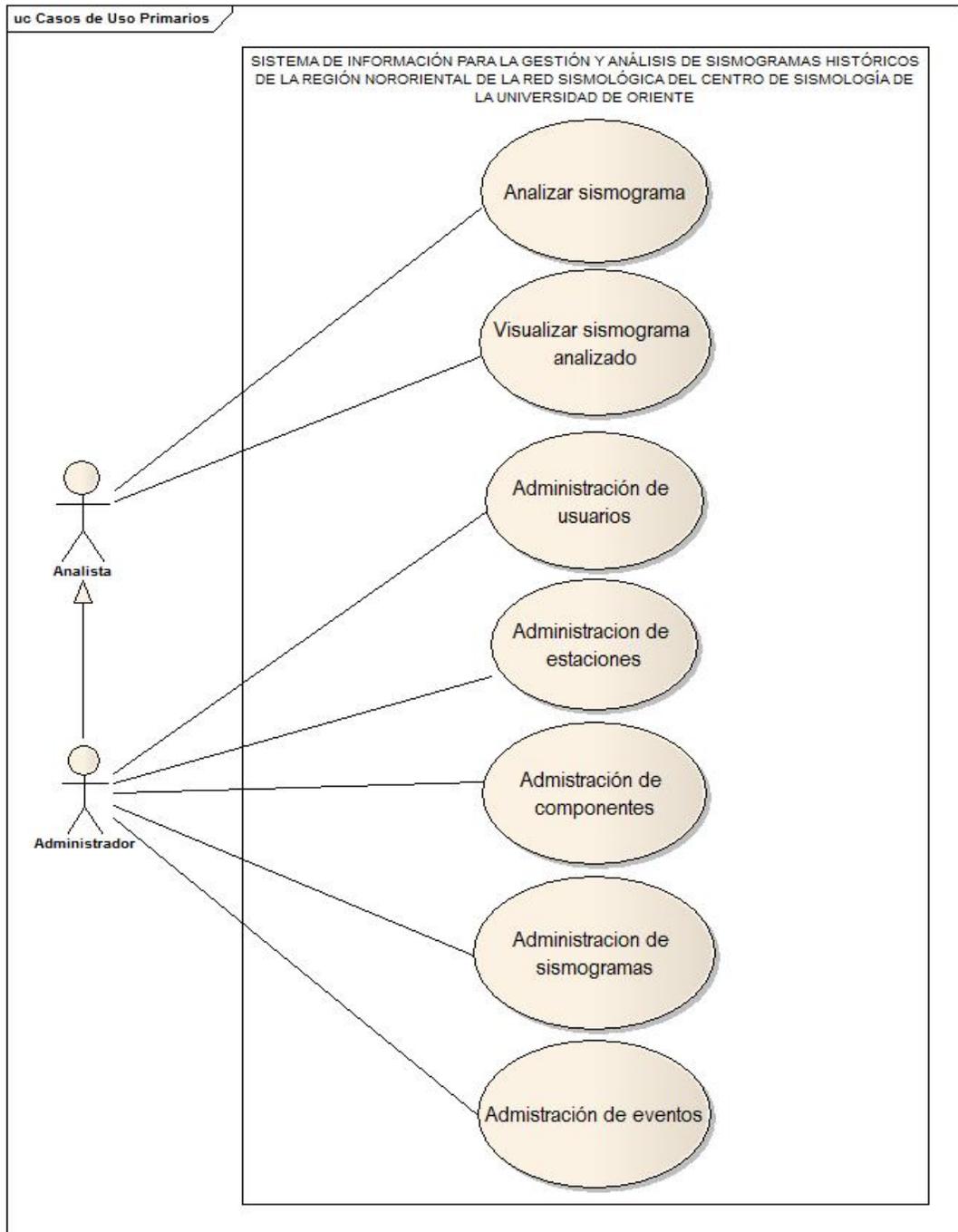


Figura C 1. Diagrama de casos de uso general.

2.3 Especificaciones de casos de uso

Tabla C. 2

Caso de Uso-CU1.00	
Nombre:	Analizar sismograma
Descripción:	Determinar las horas de llegada de las ondas P y S.
Precondición:	Se debe haber cargado la imagen del sismograma a analizar. El sistema identifica las coordenadas píxeles de la imagen.
Flujo Normal	
Actor	Sistema
1. El usuario ingresa los datos iniciales del sismograma: archivo, estación, componente, fecha y hora de inicio y fin del registro. 3. El usuario determina los límites del registro y duraciones de horas y minutos. 5. El usuario selecciona la llegada de la onda P colocando el apuntador en posición y luego presionando P. 7. El usuario selecciona la llegada de la onda S colocando el apuntador en posición y luego presionando S.	2. El sistema carga la imagen del sismograma, configura la estación, el componente y las horas de inicio y fin del registro. 4. El sistema configura los límites de registro en la imagen y las equivalencias de píxeles a hora y minuto. 6. El sistema despliega la hora y fecha de llegada de la onda correspondiente al píxel seleccionado. 8. El sistema despliega la hora y fecha de llegada de la onda correspondiente al píxel seleccionado.
Poscondición:	El análisis básico se ha realizado. Se han determinado las horas de llegada de las ondas P y S.

Tabla C. 3

Caso de Uso-CU2.00	
Nombre:	Visualizar sismograma
Descripción:	El usuario visualiza un sismograma con su respectivo análisis.
Precondición:	Se debe haber cargado la imagen del sismograma a analizar. El sistema identifica las coordenadas píxeles de la imagen. El sistema debe haber sido analizado previamente.
Flujo Normal	
Actor	Sistema
1. El usuario selecciona un sismograma a través del árbol de directorio y selecciona los sus iniciales.	2. El sistema busca en la base de datos el análisis correspondiente al sismograma solicitado.
Flujo Alternativo	
El usuario puede modificar las horas de llegada de la onda P y la onda S si lo considera correcto.	El sistema actualizará los datos del evento.
Poscondición:	El análisis básico se ha realizado. Se han determinado las horas de llegada de las ondas P y S.

Tabla C. 4

Caso de Uso-CU3.00	
Nombre:	Administra usuarios
Descripción:	El usuario administra los datos de que tendrán acceso al sistema.
Precondición:	Haber iniciado una sesión de administrador.
Flujo Normal	
Actor	Sistema
1. El usuario selecciona la opción Administrar usuarios del menú Administrar.	2. El sistema muestra las opciones disponibles: Crear, Listar, Modificar y Eliminar.
Poscondición:	El usuario se encuentra en el módulo de administración de usuarios.

Tabla C. 5

Caso de Uso-CU3.10	
Nombre:	Crear usuario.
Descripción:	Creación de nuevo usuario.
Precondición:	Haber iniciado una sesión de administrador. El usuario debe haber seleccionado la opción administra usuarios.
Flujo Normal	
Actor	Sistema
1. El usuario selecciona la opción Crear usuarios del menú Administrar Usuarios. 3. El usuario ingresa los datos del nuevo usuario.	2. El sistema muestra una ventana donde solicita los datos del nuevo usuario. 4. El sistema verifica que el usuario no exista y posteriormente crea el nuevo usuario.
Flujo Alternativo	
A1. El usuario ingresa una cedula de identidad y nombre de usuario existente.	A2. El sistema despliega un cuadro de dialogo indicando que el usuario ya existe y vuelve a la ventana anterior.
Poscondición:	Se ha creado un nuevo usuario.

Tabla C. 6

Caso de Uso-CU3.20	
Nombre:	Listar usuarios.
Descripción:	Listado de usuarios.
Precondición:	Haber iniciado una sesión de administrador. El usuario debe haber seleccionado la opción administra usuarios. El usuario debe haber seleccionado la opción listar usuarios.
Flujo Normal	
Actor	Sistema
1. El usuario selecciona la opción listar usuarios del sistema.	2. El sistema despliega el listado de usuarios que están autorizados.
Flujo Alternativo	
A1. El usuario selecciona un usuario del sistema y a continuación presiona modificar. A11. El usuario modifica los datos que considera necesarios y presiona modificar. B1. El usuario selecciona un usuario del sistema y a continuación presiona eliminar. B11. El usuario selecciona eliminar.	A2. El sistema carga los datos del usuario y los muestra en una ventana, donde el usuario puede seleccionar modificar o cancelar. A11. El sistema actualiza los datos del usuario. B2. El sistema carga los datos del usuario y los muestra en una ventana, donde el usuario puede seleccionar eliminar o cancelar. B12El sistema elimina los datos del usuario seleccionado.

Tabla C. 7

Caso de Uso-CU3.30	
Nombre:	Modificar usuarios.
Descripción:	El usuario modifica los datos de un usuario en particular.
Precondición:	Haber iniciado una sesión de administrador. El usuario debe haber seleccionado la opción modificar usuario.
Flujo Normal	
Actor	Sistema
1. El usuario selecciona la opción modificar usuarios del sistema. 3. El usuario ingresa el nombre de usuario a modificar. 5. El usuario modifica los datos que considera necesarios y presiona modificar.	2. El sistema despliega un cuadro de dialogo donde solicita la identificación del usuario a modificar. 4. El sistema busca el usuario seleccionado en la base de datos y si existe carga los datos en una ventana. 6. El sistema actualiza los datos del usuario.
Flujo Alternativo	
A1. El usuario ingresa un <i>login</i> que no se encuentra en la base de datos. B1. El usuario presiona cancelar.	A2. El sistema muestra un cuadro de dialogo informando que el usuario solicitado no existe y vuelve a la ventana anterior. B2. El sistema vuelve a la ventana anterior.
Poscondición:	El usuario ha modificado los datos del usuario seleccionado.

Tabla C. 8

Caso de Uso-CU3.40	
Nombre:	Eliminar usuarios.
Descripción:	El usuario elimina los datos de un usuario en particular.
Precondición:	Haber iniciado una sesión de administrador. El usuario debe haber seleccionado la opción eliminar usuario.
Flujo Normal	
Actor	Sistema
1. El usuario selecciona la opción eliminar usuario del sistema. 3. El usuario ingresa el nombre de usuario a eliminar. 5. El usuario selecciona eliminar.	2. El sistema despliega un cuadro de dialogo donde solicita la identificación del usuario a eliminar. 4. El sistema busca el usuario seleccionado en la base de datos y si existe carga los datos en una ventana. 6. El sistema elimina los datos del usuario.
Flujo Alternativo	
A1. El usuario ingresa un <i>login</i> que no se encuentra en la base de datos. B1. El usuario presiona cancelar.	A2. El sistema muestra un cuadro de dialogo informando que el usuario solicitado no existe y vuelve a la ventana anterior.

	B2. El vuelve a la ventana anterior.
Poscondición:	El usuario ha eliminado los datos del usuario seleccionado.

Tabla C. 9

Caso de Uso-CU4.00	
Nombre:	Administra estaciones
Descripción:	El usuario administra las estaciones del centro.
Precondición:	Haber iniciado una sesión de administrador.
Flujo Normal	
Actor	Sistema
1. El usuario selecciona la opción Administrar estaciones del menú Administrar.	2. El sistema muestra las opciones disponibles: Crear, Listar, Modificar y Eliminar.
Poscondición:	El usuario se encuentra en el módulo de administración de estaciones.

Tabla C. 10

Caso de Uso-CU4.10	
Nombre:	Crear estación.
Descripción:	Creación de nueva estación.
Precondición:	Haber iniciado una sesión de administrador. El usuario debe haber seleccionado la opción administra estación.
Flujo Normal	
Actor	Sistema
1. El usuario selecciona la opción Crear estación del menú Administrar Estación. 3. El usuario ingresa los datos de la nueva estación.	2. El sistema muestra una ventana donde solicita los datos de la nueva estación. 4. El sistema verifica que la estación no exista y posteriormente crea la nueva estación.
Flujo Alternativo	
A1. El usuario ingresa un identificador de estación existente.	A2. El sistema despliega un cuadro de dialogo indicando que la estación ya existe y vuelve a la ventana anterior.
Poscondición:	Se ha creado un nuevo usuario.

Tabla C. 11

Caso de Uso-CU4.20	
Nombre:	Listar estaciones.
Descripción:	Listado de estaciones.
Precondición:	Haber iniciado una sesión de administrador. El usuario debe haber seleccionado la opción administra estaciones. El usuario debe haber seleccionado la opción listar estaciones.
Flujo Normal	
Actor	Sistema
1. El usuario selecciona la opción listar estaciones del sistema.	2. El sistema despliega el listado de estaciones que se encuentran registradas.
Flujo Alternativo	
A1. El usuario selecciona una estación del sistema y a continuación presiona modificar. A11. El usuario modifica los datos que considera necesarios y presiona modificar. B1. El usuario selecciona una estación del sistema y a continuación presiona eliminar. B11. El usuario selecciona eliminar.	A2. El sistema carga los datos de la estación y los muestra en una ventana, donde el usuario puede seleccionar modificar o cancelar. A11. El sistema actualiza los datos de la estación. B2. El sistema carga los datos de la estación y los muestra en una ventana, donde el usuario puede seleccionar eliminar o cancelar. B12El sistema elimina los datos de la estación seleccionada.

Tabla C. 12

Caso de Uso-CU4.30	
Nombre:	Modificar estación.
Descripción:	El usuario modifica los datos de una estación en particular.
Precondición:	Haber iniciado una sesión de administrador. El usuario debe haber seleccionado la opción modificar estación.
Flujo Normal	
Actor	Sistema
1. El usuario selecciona la opción modificar estación del sistema. 3. El usuario ingresa el identificado de la estación a modificar. 5. El usuario modifica los datos que considera necesarios y presiona modificar.	2. El sistema despliega un cuadro de dialogo donde solicita la identificación de la estación a modificar. 4. El sistema busca la estación seleccionado en la base de datos y si existe carga los datos en una ventana. 6. El sistema actualiza los datos de la estación.
Flujo Alternativo	
A1. El usuario ingresa un identificador que no se encuentra en la base de datos. B1. El usuario presiona cancelar.	A2. El sistema muestra un cuadro de dialogo informando que la estación solicitado no existe y vuelve a la ventana anterior. B2. El sistema vuelve a la ventana anterior.
Poscondición:	El usuario ha modificado los datos del usuario seleccionado.

Tabla C. 13

Caso de Uso-CU4.40	
Nombre:	Eliminar estación.
Descripción:	El usuario elimina los datos de una estación en particular.
Precondición:	Haber iniciado una sesión de administrador. El usuario debe haber seleccionado la opción eliminar estación.
Flujo Normal	
Actor	Sistema
1. El usuario selecciona la opción eliminar estación del sistema. 3. El usuario ingresa el identificador de estación a eliminar. 5. El usuario selecciona eliminar.	2. El sistema despliega un cuadro de dialogo donde solicita la identificación de la estación a eliminar. 4. El sistema busca la estación seleccionada en la base de datos y si existe carga los datos en una ventana. 6. El sistema elimina los datos de la estación.
Flujo Alternativo	
A1. El usuario ingresa un identificador que no se encuentra en la base de datos. B1. El usuario presiona cancelar.	A2. El sistema muestra un cuadro de dialogo informando que la estación solicitada no existe y vuelve a la ventana anterior. B2. El vuelve a la ventana anterior.
Poscondición:	El usuario ha eliminado los datos del usuario seleccionado.

Tabla C. 14

Caso de Uso-CU5.00	
Nombre:	Administra componentes
Descripción:	El usuario administra las componentes del centro.
Precondición:	Haber iniciado una sesión de administrador.
Flujo Normal	
Actor	Sistema
1. El usuario selecciona la opción Administrar componentes del menú Administrar.	2. El sistema muestra las opciones disponibles: Crear, Listar, Modificar y Eliminar.
Poscondición:	El usuario se encuentra en el módulo de administración de componentes.

Tabla C. 15

Caso de Uso-CU5.10	
Nombre:	Crear componente.
Descripción:	Creación de nuevo componente.
Precondición:	Haber iniciado una sesión de administrador. El usuario debe haber seleccionado la opción administra componente.
Flujo Normal	
Actor	Sistema
1. El usuario selecciona la opción Crear componente del menú Administrar Componente. 3. El usuario ingresa los datos del nuevo componente.	2. El sistema muestra una ventana donde solicita los datos del nuevo componente. 4. El sistema verifica que el componente no exista y posteriormente crea el nuevo componente.
Flujo Alternativo	
A1. El usuario ingresa un identificador de componente existente.	A2. El sistema despliega un cuadro de dialogo indicando que el componente ya existe y vuelve a la ventana anterior.
Poscondición:	Se ha creado un nuevo usuario.

Tabla C. 16

Caso de Uso-CU5.20	
Nombre:	Listar componentes.
Descripción:	Listado de componentes.
Precondición:	Haber iniciado una sesión de administrador. El usuario debe haber seleccionado la opción administra componentes. El usuario debe haber seleccionado la opción listar componentes.
Flujo Normal	
Actor	Sistema
1. El usuario selecciona la opción listar componentes del sistema.	2. El sistema despliega el listado de componentes que se encuentran registradas.
Flujo Alternativo	
A1. El usuario selecciona una componente del sistema y a continuación presiona modificar. A11. El usuario modifica los datos que considera necesarios y presiona modificar. B1. El usuario selecciona una componente del sistema y a continuación presiona eliminar. B11. El usuario selecciona eliminar.	A2. El sistema carga los datos del componente y los muestra en una ventana, donde el usuario puede seleccionar modificar o cancelar. A11. El sistema actualiza los datos del componente. B2. El sistema carga los datos del componente y los muestra en una ventana, donde el usuario puede seleccionar eliminar o cancelar. B12El sistema elimina los datos de el componente seleccionado.

Tabla C. 17

Caso de Uso-CU5.30	
Nombre:	Modificar componente.
Descripción:	El usuario modifica los datos de una componente en particular.
Precondición:	Haber iniciado una sesión de administrador. El usuario debe haber seleccionado la opción modificar componente.
Flujo Normal	
Actor	Sistema
1. El usuario selecciona la opción modificar componente del sistema. 3. El usuario ingresa el identificado de la componente a modificar. 5. El usuario modifica los datos que considera necesarios y presiona modificar.	2. El sistema despliega un cuadro de dialogo donde solicita la identificación de el componente a modificar. 4. El sistema busca el componente seleccionado en la base de datos y si existe carga los datos en una ventana. 6. El sistema actualiza los datos del componente.
Flujo Alternativo	
A1. El usuario ingresa un identificador que no se encuentra en la base de datos. B1. El usuario presiona cancelar.	A2. El sistema muestra un cuadro de dialogo informando que el componente solicitado no existe y vuelve a la ventana anterior. B2. El sistema vuelve a la ventana anterior.
Poscondición:	El usuario ha modificado los datos del usuario seleccionado.

Tabla C. 18

Caso de Uso-CU5.40	
Nombre:	Eliminar componente.
Descripción:	El usuario elimina los datos de una componente en particular.
Precondición:	Haber iniciado una sesión de administrador. El usuario debe haber seleccionado la opción eliminar componente.
Flujo Normal	
Actor	Sistema
1. El usuario selecciona la opción eliminar componente del sistema. 3. El usuario ingresa el identificador de componente a eliminar. 5. El usuario selecciona eliminar.	2. El sistema despliega un cuadro de dialogo donde solicita la identificación de el componente a eliminar. 4. El sistema busca el componente seleccionado en la base de datos y si existe carga los datos en una ventana. 6. El sistema elimina los datos del componente.
Flujo Alternativo	
A1. El usuario ingresa un identificador que no se encuentra en la base de datos. B1. El usuario presiona cancelar.	A2. El sistema muestra un cuadro de dialogo informando que el componente solicitada no existe y vuelve a la ventana anterior. B2. El vuelve a la ventana anterior.
Poscondición:	El usuario ha eliminado los datos del usuario seleccionado.

Tabla C. 19

Caso de Uso-CU6.00	
Nombre:	Administra sismograma
Descripción:	El usuario administra los sismogramas que se encuentran analizados.
Precondición:	Haber iniciado una sesión de administrador...
Flujo Normal	
Actor	Sistema
1. El usuario selecciona la opción Administrar sismograma del menú Administrar.	2. El sistema muestra las opciones disponibles: Listar y Eliminar.
Poscondición:	El usuario se encuentra en el módulo de administración de sismogramas.

Tabla C. 20

Caso de Uso-CU6.20	
Nombre:	Listar sismogramas.
Descripción:	Listado de sismogramas.
Precondición:	Haber iniciado una sesión de administrador. El usuario debe haber seleccionado la opción administra sismogramas.
Flujo Normal	
Actor	Sistema
1. El usuario selecciona la opción listar sismogramas del sistema.	2. El sistema despliega el listado de sismogramas que han sido analizados.
Flujo Alternativo	
A1. El usuario selecciona un sismograma del sistema y a continuación presiona eliminar. A11. El usuario selecciona eliminar.	A2. El sistema carga los datos del usuario y los muestra en una ventana, donde el usuario puede seleccionar eliminar o cancelar. A12. El sistema elimina los datos del sismograma seleccionado.

Tabla C. 21

Caso de Uso-CU6.30	
Nombre:	Eliminar sismograma.
Descripción:	El usuario elimina los datos de un sismograma en particular.
Precondición:	Haber iniciado una sesión de administrador. El usuario debe haber seleccionado la opción eliminar sismograma.
Flujo Normal	
Actor	Sistema
1. El usuario selecciona la opción eliminar sismograma del sistema. 3. El usuario ingresa la fecha de inicio, la estación y el componente del sismograma a eliminar. 5. El usuario selecciona eliminar.	2. El sistema despliega un cuadro de dialogo donde solicita los datos del sismograma a eliminar. 4. El sistema busca el sismograma seleccionado en la base de datos y si existe carga los datos en una ventana. 6. El sistema elimina los datos del sismograma.
Flujo Alternativo	
A1. El usuario ingresa los datos de un sismograma que no se encuentra en la base de datos. B1. El usuario presiona cancelar.	A2. El sistema muestra un cuadro de dialogo informando que el sismograma solicitado no existe y vuelve a la ventana anterior. B2. El vuelve a la ventana anterior.
Poscondición:	El usuario ha eliminado los datos del sismograma seleccionado.

Tabla C. 22

Caso de Uso-CU7.00	
Nombre:	Administra evento
Descripción:	El usuario administra los eventos que se encuentran analizados.
Precondición:	Haber iniciado una sesión de administrador...
Flujo Normal	
Actor	Sistema
1. El usuario selecciona la opción Administrar evento del menú Administrar.	2. El sistema muestra las opciones disponibles: Listar y Eliminar.
Poscondición:	El usuario se encuentra en el módulo de administración de eventos.

Tabla C. 23

Caso de Uso-CU7.20	
Nombre:	Listar eventos.
Descripción:	Listado de eventos.
Precondición:	Haber iniciado una sesión de administrador. El usuario debe haber seleccionado la opción administra eventos.
Flujo Normal	
Actor	Sistema
1. El usuario selecciona la opción listar eventos del sistema.	2. El sistema despliega el listado de eventos que han sido analizados.
Flujo Alternativo	
A1. El usuario selecciona un evento del sistema y a continuación presiona eliminar. A11. El usuario selecciona eliminar.	A2. El sistema carga los datos del usuario y los muestra en una ventana, donde el usuario puede seleccionar eliminar o cancelar. A12.El sistema elimina los datos del evento seleccionado.

Tabla C. 24

Caso de Uso-CU7.30	
Nombre:	Eliminar evento.
Descripción:	El usuario elimina los datos de un evento en particular.
Precondición:	Haber iniciado una sesión de administrador. El usuario debe haber seleccionado la opción eliminar evento.
Flujo Normal	
Actor	Sistema
1. El usuario selecciona la opción eliminar evento del sistema. 3. El usuario ingresa la fecha de inicio, la estación, el componente y hora de llegada de la onda P del evento a eliminar. 5. El usuario selecciona eliminar.	2. El sistema despliega un cuadro de dialogo donde solicita los datos del evento a eliminar. 4. El sistema busca el evento seleccionado en la base de datos y si existe carga los datos en una ventana. 6. El sistema elimina los datos del evento.
Flujo Alternativo	
A1. El usuario ingresa los datos de un evento que no se encuentra en la base de datos. B1. El usuario presiona cancelar.	A2. El sistema muestra un cuadro de dialogo informando que el evento solicitado no existe y vuelve a la ventana anterior. B2. El vuelve a la ventana anterior.
Poscondición:	El usuario ha eliminado los datos del evento seleccionado.

3. Requerimientos

Tabla C. 25

Requerimiento	Tipo
El sistema permitirá cargar archivos de imagen.	Funcional
El sistema permitirá obtener las coordenadas de los píxeles de la imagen.	Funcional
El sistema permitirá suministrar los datos del sismograma a analizar: estación, fecha y hora inicial.	Funcional
El sistema permitirá determinar la relación entre píxeles y horas, minutos y segundos.	Funcional
Una vez determinados los valores iniciales del sismograma, y los parámetros de duración, el sistema determinará la fecha y hora del pixel seleccionado por el usuario.	Funcional
El sistema permitirá guardar los datos del sismograma en la base de datos.	Funcional
El sistema permitirá guardar los datos del evento (llegada de la onda P y onda S) en la base de datos.	Funcional
El sistema permitirá agregar un comentario al análisis de ser necesario.	Funcional
El sistema permitirá implementar funciones a través de métodos abreviados de teclado.	No funcional
El sistema proporcionará una interfaz que minimice la cantidad de datos ingresados manualmente, mediante el uso de menús desplegables que permitan seleccionar entre un grupo finito de opciones válidas.	No funcional
El sistema debe ser desarrollado utilizando Python como lenguaje de programación.	No funcional
El sistema debe ser desarrollado utilizando únicamente herramientas libres.	No funcional

APÉNDICE D



Manual de Usuario

SISAN CSUDO: <Sistema de información para la gestión y análisis de sismogramas históricos de la región nororiental de la red sismológica del Centro de Sismología de la Universidad de Oriente. >

Líder del Proyecto: Stephanie Contreras.

MANUAL DE USUARIO

I Introducción

1.1 Alcance

Este documento describe las características y funcionalidades del software desarrollado así como pasos para realizar un análisis básico de un sismograma.

1.2 Descripción

SISAN CSUDO es una herramienta de Software Libre desarrollada para el Centro de Sismología de la Universidad de Oriente, diseñada para realizar el análisis básico de las ondas registradas en sismogramas analógicos históricos. Fue desarrollado utilizando el entorno de desarrollo de Stani's Python Editor, implementando *Matplotlib* para generar gráficos de alta calidad en un ambiente interactivo, mediante *WxPython*, herramienta para diseñar interfaces de usuario multiplataforma.

La implementación de este sistema se debe a la necesidad de contar con una aplicación que permitiera analizar grandes volúmenes de información poniendo a disposición de los analistas la capacidad de cálculo, memoria y el nivel de precisión del computador, a través de una interfaz usable y accesible, brindando practicidad al estudio de sismogramas a través de menús intuitivos y sencillos controles.

II Contenido

0. Inicio de sesión

Ingrese su nombre de usuario (*login*) y contraseña y presione aceptar.

1 Analizar sismograma:

1.0 Definir datos iniciales:

Abrir sismograma:

Seleccione el archivo de imagen que desea analizar, este debe estar en formato *jpg* o *png*, *JPG* o *PNG*. En caso de que ingrese/seleccione un formato de archivo incorrecto el sistema no lo cargará y volverá a la pantalla inicial/anterior.

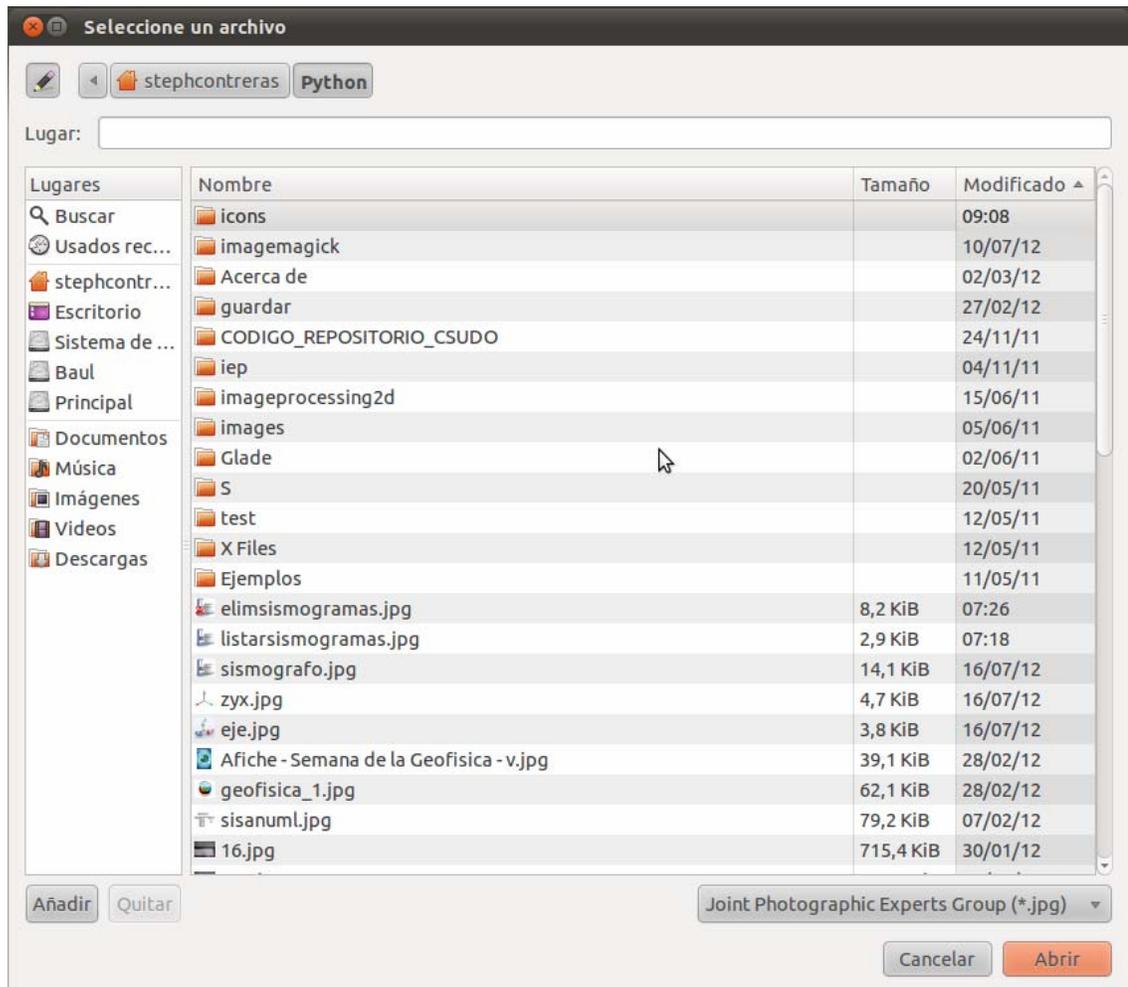


Figura D 1 Selección de archivo.

1.1 Determine las características especiales del registro: límites y duraciones.

Para determinar los límites:

- Coloque el apuntador en la posición deseada sobre la región de registro del sismograma, ahora presione **i** para el límite superior izquierdo y **f** para el límite inferior derecho.

(*) En caso de no quedar satisfecho con la medida registrada, puede realizar la operación anterior (a).

Para determinar la duración de las horas se necesitan 3 medidas, las cuales se capturan de la siguiente manera:

Región de registro

 Sup-izq.:

 Inf-der.:

 Horas (px)

Punto j:

Punto k:

Punto l:

Punto m:

Punto n:

Punto o:

 Minutos (px)

Punto u:

Punto v:

Punto w:

Punto x:

Punto y:

Punto z:

Figura D 2. Región de registro.

- Coloque el apuntador en la posición deseada sobre la región de registro del sismograma, ahora presione **j** para el inicio de la hora y **k** para el fin.
- Coloque el apuntador en la posición deseada sobre la región de registro del sismograma, ahora presione **l** para el inicio de la hora y **m** para el fin.
- Coloque el apuntador en la posición deseada sobre la región de registro del sismograma, ahora presione **n** para el inicio de la hora y **o** para el fin.

(*) En caso de no quedar satisfecho con la medida registrada, puede realizar la operación anterior (a).

Para determinar la duración de los minutos, se necesitan 3 medidas, las cuales se capturan de la siguiente manera:

- a. Coloque el apuntador en la posición deseada sobre la región de registro del sismograma, ahora presione **u** para el inicio del minuto y **v** para el fin.
- b. Coloque el apuntador en la posición deseada sobre la región de registro del sismograma, ahora presione **w** para el inicio del minuto y **x** para el fin.
- c. Coloque el apuntador en la posición deseada sobre la región de registro del sismograma, ahora presione **y** para el inicio del minuto y **z** para el fin.

(*) En caso de no quedar satisfecho con la medida registrada, puede realizar la operación anterior (a).

(**) Una vez logrado este paso presione **Aplicar** si está satisfecho con las medidas suministradas, (en caso contrario presione Borrar y vuelva al punto **1.1**).

(***) Puede utilizar una grilla como guía presionando **g**.

1.2 Indique los datos del sismograma: estación, fecha y hora de inicio y fin:



Figura D 3. Controles de identificación del sismograma.

- a. Seleccione la estación sismológica correspondiente de la lista de estaciones.
- b. Indique la fecha de inicio en el calendario.
- c. Indique la hora de inicio en el reloj.

d. Indique la fecha de finalización en el calendario.

e. Indique la hora de finalización en el reloj.

(*) Si no está de acuerdo con los datos anteriores, puede volver a suministrarlos.

1.3 Definir la hora de llegada de la onda P y la onda S

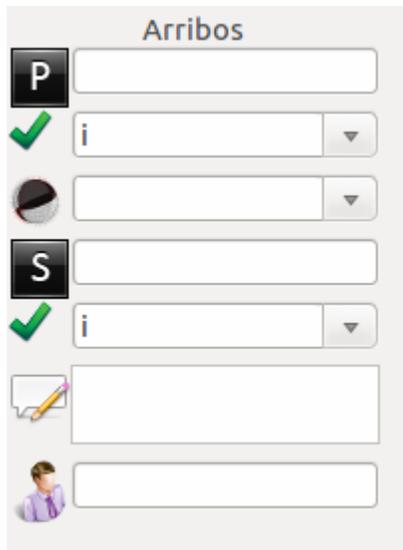


Figura D 4. Región de despliegue de arribo de ondas.

Señale la llegada de la onda P en la imagen.

- Coloque el apuntador en la posición deseada sobre la región de registro del sismograma, ahora presione p para registrar.

(*) En caso de no quedar satisfecho con la medida registrada, puede realizar la operación anterior (a).

Señale la llegada de la onda S en la imagen.

- Coloque el apuntador en la posición deseada sobre la región de registro del sismograma, ahora presione s para registrar.

(*) En caso de no quedar satisfecho con la medida registrada, puede realizar la operación anterior (b).

1.4 Guardar los datos del sismograma

- Seleccione el icono de guardar para almacenar los datos del sismograma analizado. El sistema utilizará los datos del sismo utilizando la fecha y hora de inicio, la estación y el componente del mismo como identificador.

(*) Si desea guardar una copia de la imagen del sismograma seleccione el icono de guardar en la barra de herramientas de matplotlib. Seleccione el directorio, ingrese el nombre de la nueva imagen y presione aceptar.

1.5 Guardar los datos del evento

- b. Seleccione el icono de guardar para almacenar los datos del evento analizado. El sistema utilizará la fecha y hora de inicio, la estación, el componente y la fecha y hora de llegada de la onda P como identificadores.

2.0 Visualizar un sismograma analizado:

Seleccione un abrir sismograma y a continuación seleccione la imagen.

Ingrese la fecha y hora de inicio del sismograma, la estación y la componente y seleccione buscar, en la barra de herramientas, de encontrarse, el sistema cargará en pantalla el análisis realizado a la imagen seleccionada. El usuario puede modificar las horas de llegada de la onda P y la onda S si lo considera correcto.

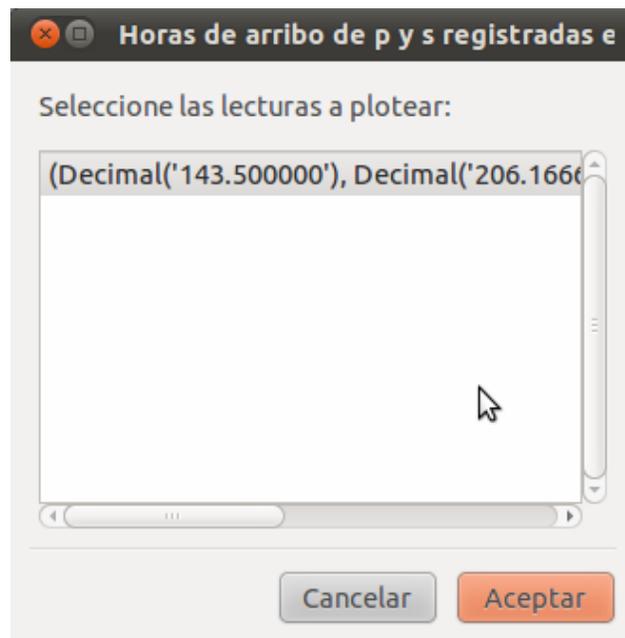


Figura D 5. Dialogo de selección de evento.

3.0 Administrar usuarios.

Para realizar esta acción debe haber iniciado sesión como administrador.

Para administrar usuarios diríjase al menú administrar de la barra de herramientas y seleccione entre: Crear un usuario nuevo, listar usuarios existentes, modificar usuario y eliminar usuario.



Figura D 6. Administrar usuarios.

3.1 Crear usuario.

Seleccione la opción Crear usuario del menú Administrar Usuarios.

Ingrese los datos del nuevo usuario y presione aceptar.

Crear usuario

Cédula:

Nombre:

Apellido:

Usuario:

Contraseña:

Tipo:

Correo e:

Teléfono:

Movil:

Dirección:

Cancelar Limpiar Aceptar

Ingrese cédula de identidad

Figura D 7. Crear usuario.

3.2 Listar Usuarios

Seleccione la opción Listar usuarios del menú Administrar Usuarios.

The image shows a screenshot of a web application window titled "Listado de usuarios". The window contains a table with five columns: "Cedula", "Nombre", "Apellido", and "Usuario". The table lists five users. Below the table, there are three buttons: "Eliminar", "Modificar", and "Salir".

	Cedula	Nombre	Apellido	Usuario
1	18212167	Stephanie	Contreras	scontrerasf
2	18212166	Francisco	Alvarez	faove
3	5232760	Fidia	Figueroa	ffigueroa
4	8446211	Rommel	Contreras	rommel
5	18212160	Stephanie	Contreras	sccf

Eliminar Modificar Salir

Figura D 8. Listar usuarios.

Para modificar un usuario:

Seleccione un usuario del listado y a continuación presione modificar.

Modifique los datos que considere necesarios y presione modificar.

Modificar usuario

Cédula: 18212167

Nombre: Stephanie

Apellido: Contreras

Usuario: scontrerasf

Contraseña:

Tipo: analista ▼

Correo e: stephaniecontreras

Teléfono: 02934319181

movil: 04248988180

Dirección: Av. Ppal "Los Chaimas" Plegue ▼

Cancelar Aceptar

Figura D 9. Modificar usuario desde lista.

Para eliminar un usuario:

Seleccione un usuario del listado y a continuación presione eliminar.

Seleccione eliminar en el cuadro de detalles del usuario.



The image shows a dialog box titled "Eliminar usuario" (Delete user). At the top, there is an icon of two people with a large red 'X' over it, indicating deletion. Below this, the user's details are listed in a form:

Cédula:	18212167
Nombre:	Stephanie
Apellido:	Contreras
Usuario:	scontrerasf
Contraseña:
Tipo:	analista
Correo e:	stephaniecontreras
Teléfono:	02934319181
movil:	04248988180
Dirección:	Av. Ppal "Los Chaimas" Plegue

At the bottom of the dialog, there are two buttons: "Cancelar" (Cancel) on the left and "Aceptar" (Accept) on the right. A mouse cursor is visible over the "Aceptar" button. Below the dialog box, there are two icons of a person's head and shoulders, one with a pencil icon, suggesting a list of users to be edited or deleted.

Figura D 10. Eliminar usuario desde lista.

3.3 Modificar usuario

Seleccione la opción modificar usuario del sistema.

Ingrese el *login* del usuario a modificar.

Modifique los datos que considere necesarios y presione modificar.

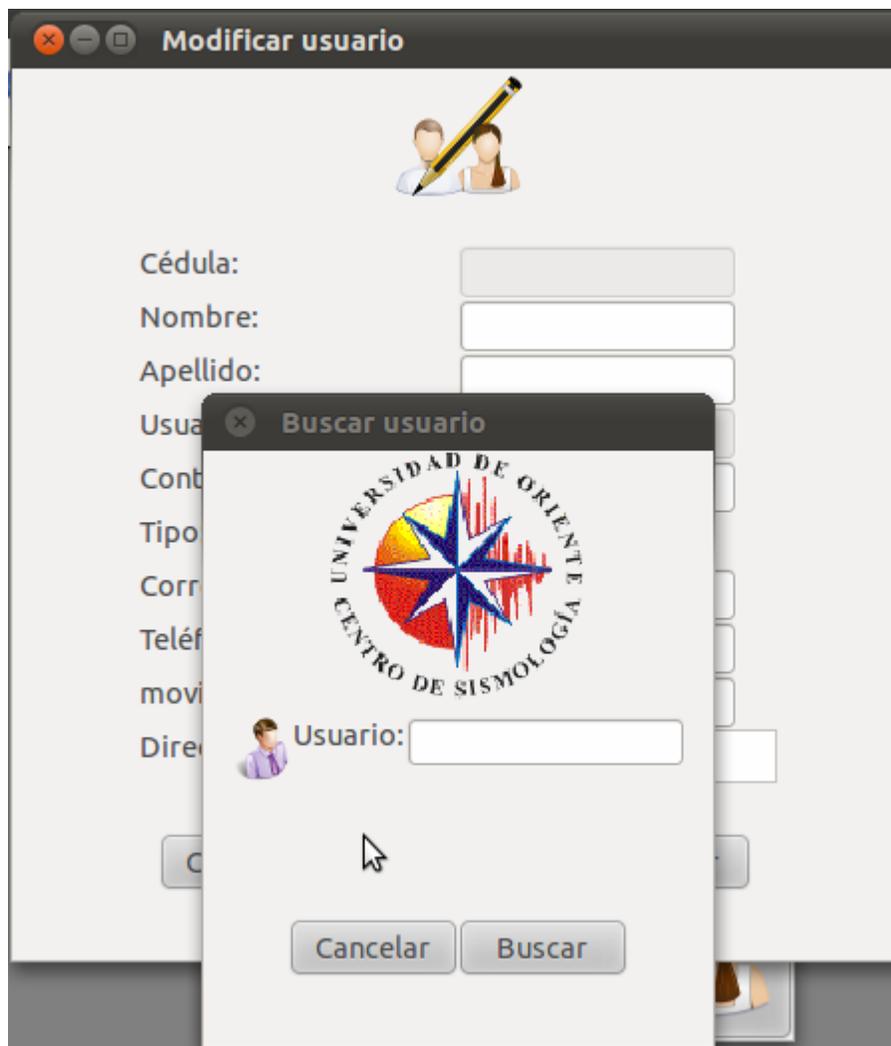


Figura D 11. Buscar usuario a modificar.

3.4 Eliminar usuarios

Seleccione la opción eliminar usuario del sistema.

Ingrese el *login* del usuario a eliminar.

Presione eliminar.

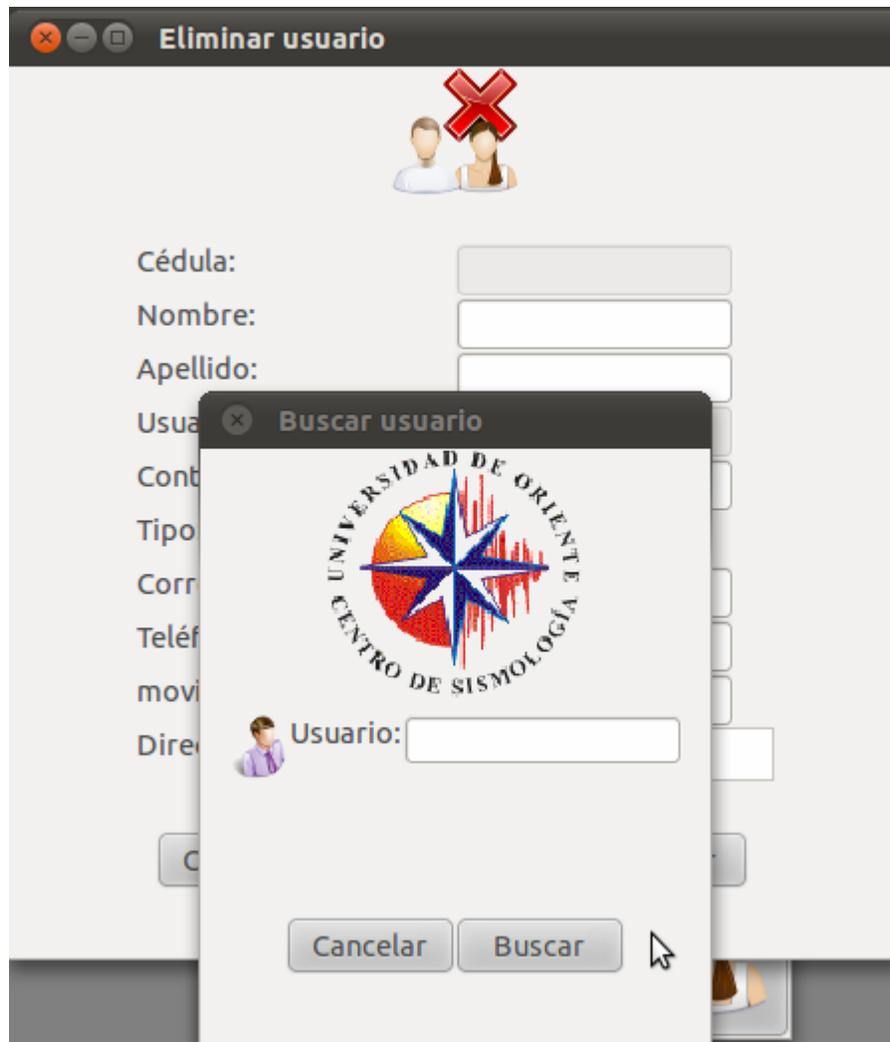


Figura D 12. Buscar usuario a eliminar.

4.0 Administrar estaciones.

Para realizar esta acción debe haber iniciado sesión como administrador.

Para administrar estaciones diríjase al menú administrar de la barra de herramientas y seleccione entre: Crear estación nueva, listar estaciones existentes, modificar estación y eliminar estación.



Figura D 13. Administrar estaciones.

4.1 Crear estación.

Seleccione la opción Crear estación del menú Administrar Estación.

Ingrese los datos de la nueva estación y presione aceptar.



Figura D 14. Crear estación.

4.2 Listar Estaciones

Seleccione la opción Listar estaciones del menú Administrar Estación.

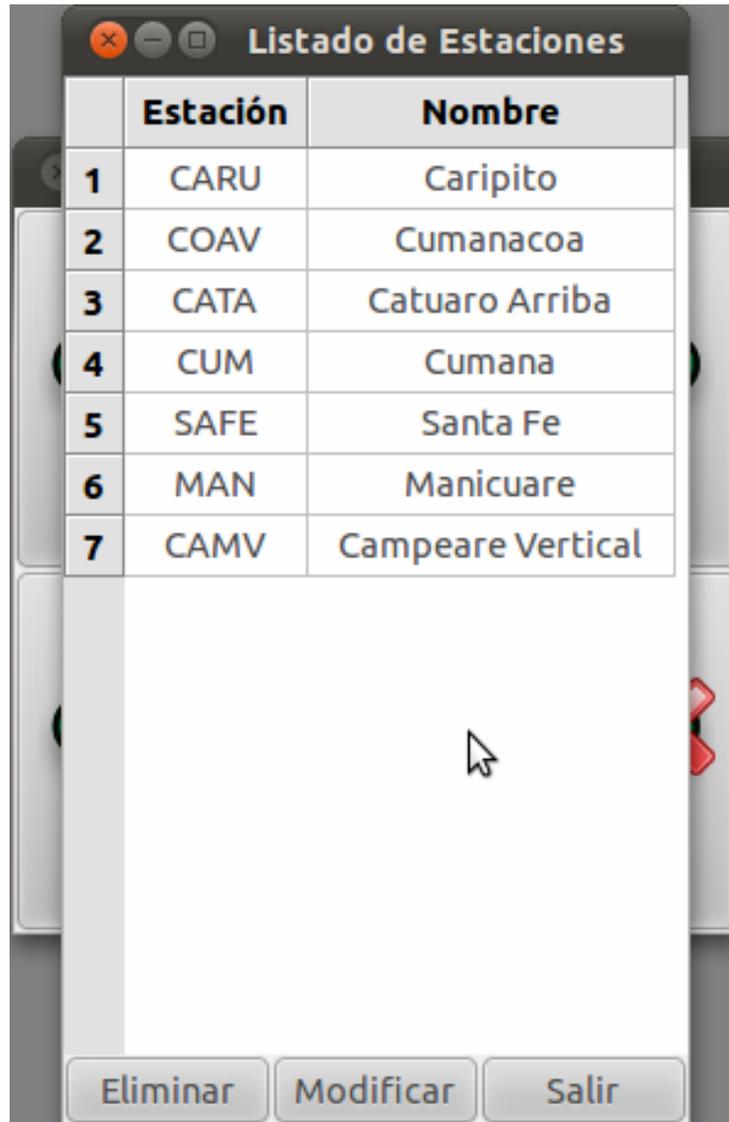


Figura D 15. Listar estaciones.

Para modificar una estación:

Seleccione una estación del listado y a continuación presione modificar.

Modifique los datos que considere necesarios y presione modificar.

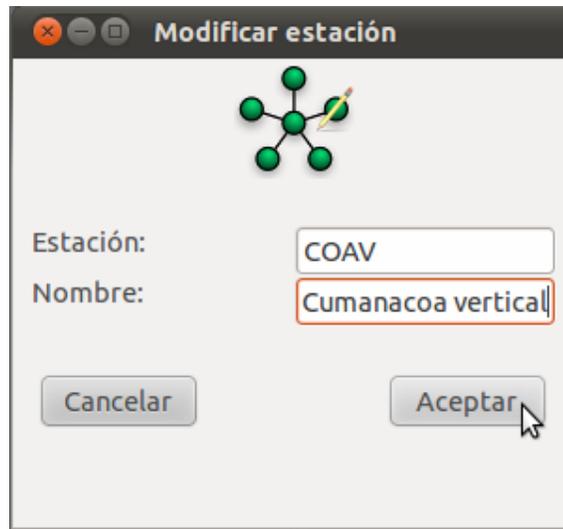


Figura D 16. Modificar estación desde lista.

Para eliminar una estación:

Seleccione una estación del listado y a continuación presione eliminar.

Seleccione eliminar en el cuadro de detalles de la estación.



Figura D 17. Eliminar estación desde listado.

4.3 Modificar estación

Seleccione la opción modificar estación del sistema.

Ingrese el identificador de la estación a modificar.

Modifique los datos que considere necesarios y presione modificar.



Figura D 18. Buscar estación a modificar.

4.4 Eliminar estación

Seleccione la opción eliminar estación del sistema.

Ingrese el identificador de la estación a eliminar.

Presione eliminar.



Figura D 19. Buscar estación a eliminar.

5.0 Administrar componentes.

Para realizar esta acción debe haber iniciado sesión como administrador.

Para administrar componentes diríjase al menú administrar del barra de herramientas y seleccione entre: Crear componente nueva, listar componentes existentes, modificar componente y eliminar componente.

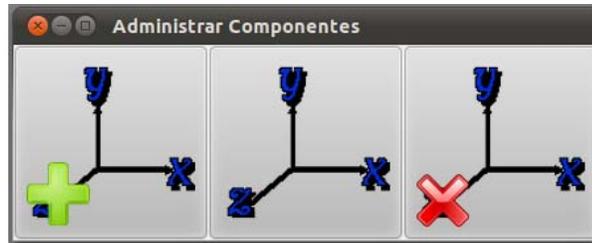


Figura D 20. Administrar componentes.

5.1 Crear componente.

Seleccione la opción Crear componente del menú Administrar Componente.

Ingrese los datos del nuevo componente y presione aceptar.



Figura D 21. Crear componente.

5.2 Listar Componentes

Seleccione la opción Listar componentes del menú Administrar Componente.

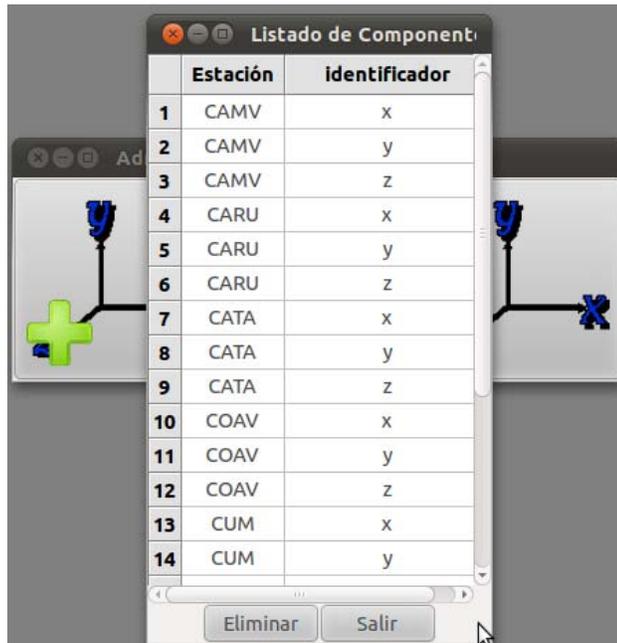


Figura D 22. Listar componentes.

Para eliminar una componente:

Seleccione una componente del listado y a continuación presione eliminar.

Seleccione eliminar en el cuadro de detalles del componente.



Figura D 23. Eliminar componente desde lista.

5.4 Eliminar componente

Seleccione la opción eliminar componente del sistema.

Ingrese el identificador del componente a eliminar.

Presione eliminar.



Figura D 24. Buscar elemento a eliminar.

6.0 Administrar sismogramas

Para realizar esta acción debe haber iniciado sesión como administrador.

Para administrar sismogramas diríjase al menú administrar de la barra de herramientas y seleccione entre: Listar sismogramas y eliminar sismogramas.



Figura D 25. Administrar sismogramas.

6.1 Listar sismogramas

Seleccione la opción Listar Sismogramas del menú Administrar Sismogramas.

	Inicialdatetime	Estacion	Componente	Finaldatetime	Supizqx	Supizqy	Infderx
1	2000-01-15 00:00:00	CUM	x	2000-01-16 00:00:00	35.835484	25.100000	992.11935
2	1999-07-01 00:00:00	SAFE	y	1999-07-02 00:00:00	35.835484	26.751613	980.55800
3	1997-10-31 00:10:00	COAV	y	1997-11-01 00:10:00	24.274194	30.054839	990.46774
4	1998-03-17 01:15:00	MAN	z	1998-03-18 01:15:00	45.745161	25.100000	983.86129

Eliminar Salir

Figura D 26. Listar sismogramas.

Para eliminar:

Seleccione un sismograma del sistema y a continuación presiona eliminar.

Seleccione eliminar en el cuadro de detalles del sismograma.

Inicialdatetime:	2000-01-15 00:00:00
Estación:	CUM
Componente:	x
Finaldatetime:	2000-01-16 00:00:00
Sup izqx:	35.835484
Sup izqy:	25.100000
Inf derx:	992.119355
Inf dery:	627.938710
Dura hora:	22.021505
Dura min:	90.838710
Clineas:	28
Comentario:	
Analista:	faove
Archivo:	/home/stephcontre

Cancelar Aceptar

Figura D 27. Eliminar sismograma de la lista.

6.2 Eliminar sismograma

Selecciona la opción eliminar sismograma del sistema.

Ingrese la fecha de inicio, la estación y el componente del sismograma a eliminar.

Seleccione eliminar en el cuadro de detalles del sismograma.

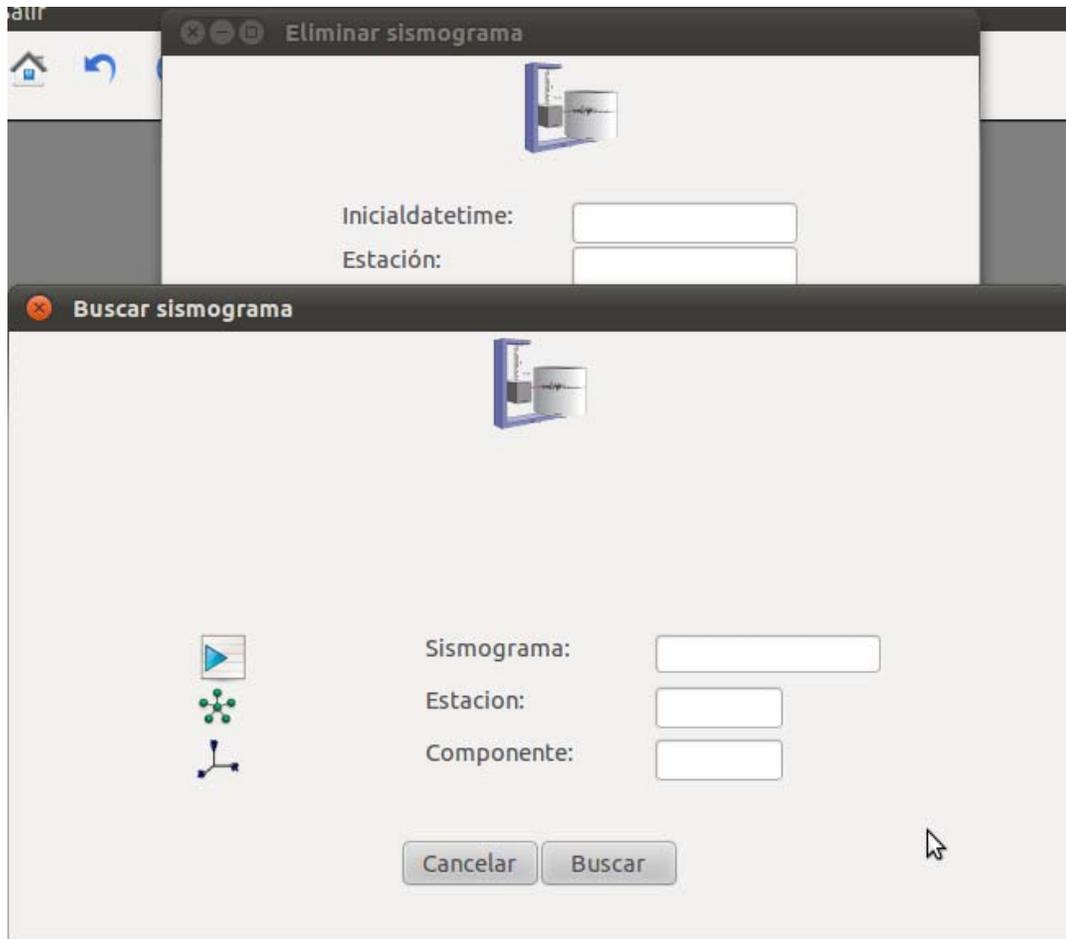


Figura D 28. Buscar sismograma a eliminar.

7.0 Administrar eventos

Para realizar esta acción debe haber iniciado sesión como administrador.

Para administrar eventos diríjase al menú administrar de la barra de herramientas y seleccione entre: Listar eventos y eliminar evento.



Figura D 29. Administrar eventos.

7.1 Listar eventos:

Seleccione la opción listar eventos del sistema del menú Administrar Eventos.

	Sismograma	Estacion	Componente	Arribo P	Pmic	Calidad	Polarida
1	2000-01-15 00:00:00	CUM	x	2000-01-15 16:03:01	0.851563	i	c
2	1999-07-01 00:00:00	SAFE	y	1999-07-01 14:54:13	0.623047	i	c
3	1997-10-31 00:10:00	COAV	y	1997-10-31 05:13:32	0.805020	i	c
4	1998-03-17 01:15:00	MAN	z	1998-03-17 13:18:28	0.771182	i	c

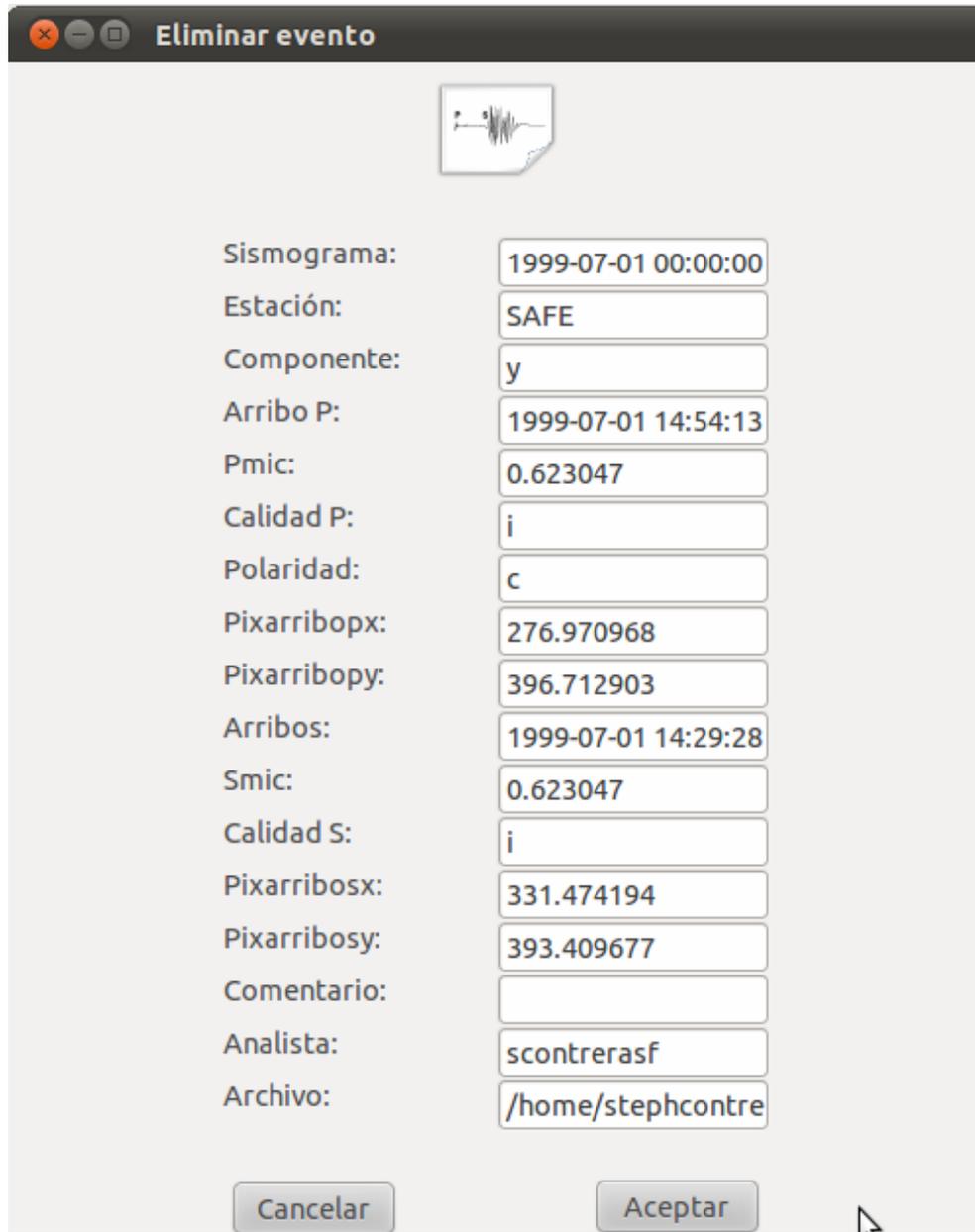
Eliminar Salir

Figura D 30. Listar eventos.

Para eliminar un evento:

Seleccione un evento del sistema y a continuación presione eliminar.

Seleccione eliminar en el cuadro de detalles del evento.



Sismograma:	1999-07-01 00:00:00
Estación:	SAFE
Componente:	y
Arribo P:	1999-07-01 14:54:13
Pmic:	0.623047
Calidad P:	i
Polaridad:	c
Pixarribopx:	276.970968
Pixarribopy:	396.712903
Arribos:	1999-07-01 14:29:28
Smic:	0.623047
Calidad S:	i
Pixarribosx:	331.474194
Pixarribosy:	393.409677
Comentario:	
Analista:	scontrerasf
Archivo:	/home/stephcontre

Cancelar Aceptar

Figura D 31. Eliminar evento de la lista.

7.2 Eliminar eventos:

Seleccione la opción eliminar evento del sistema.

Ingrese la fecha de inicio, la estación y el componente y la hora de arribo de la onda P del evento a eliminar.

Seleccione eliminar en el cuadro de detalles del evento.

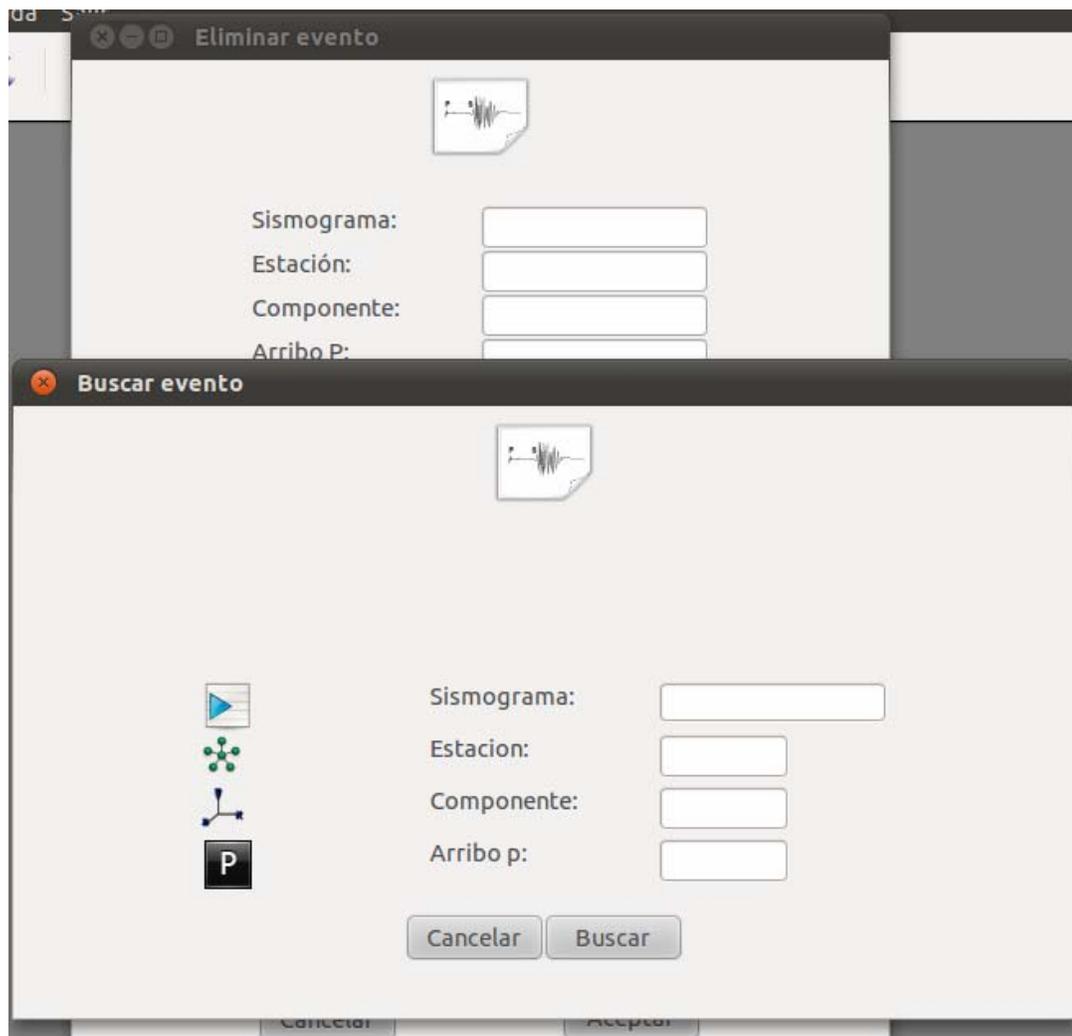


Figura D 32. Buscar elemento a eliminar.

Acerca de SISAN CSUDO

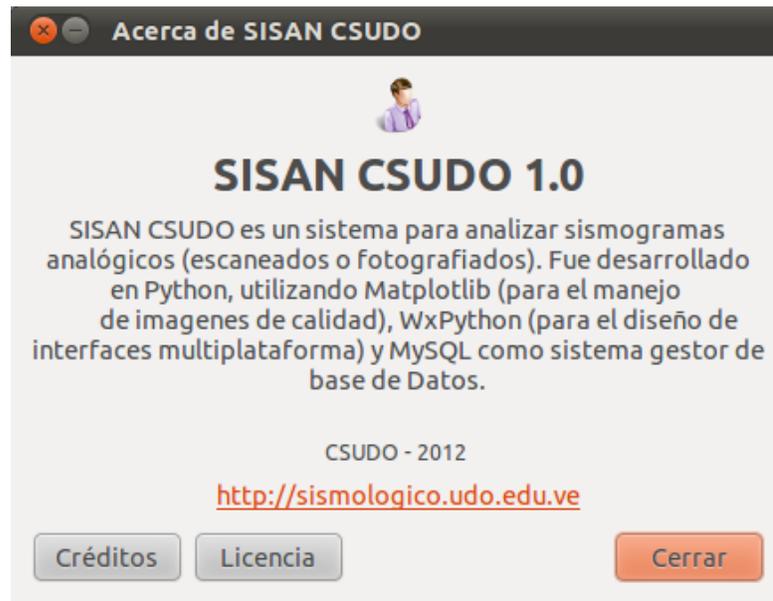


Figura D 33. Acerca de SISAN CSUDO.

Créditos

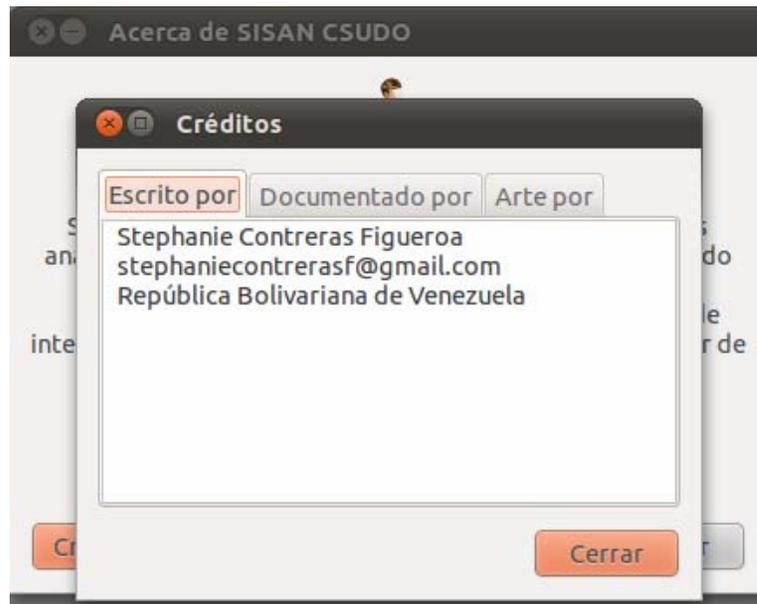


Figura D 34

APÉNDICE E



Glosario

SISAN CSUDO: <Sistema de información para la gestión y análisis de sismogramas históricos de la región nororiental de la red sismológica del Centro de Sismología de la Universidad de Oriente. >

Líder del Proyecto: Stephanie Contreras.

GLOSARIO

A

Arribo: La aparición de la energía sísmica en una estación sísmica.

C

Corteza: Parte de la Tierra por encima de la discontinuidad de Mohorovicic. Es menos densa que el manto. La corteza continental de las grandes regiones terrestres presenta mayor espesor, menos densa y más vieja que la corteza oceánica.

E

Epicentro: Define el punto sobre la superficie de la tierra, directamente por encima del foco de un terremoto.

Estación: La ubicación de un instrumento para registrar sismos, sea sismógrafo o acelerógrafo.

F

Falla: Define a una fractura geológica a lo largo de lo cual se ha producido un desplazamiento de dos bloques adyacentes en tiempos históricos o donde se han localizado focos de terremotos.

H

Hipocentro: El sitio calculado donde se localiza el foco de un sismo dentro de la tierra.

Hora de llegada: Es el momento en que una señal sísmica llega al detector.

L

Litósfera: Dícese a la parte rígida más exterior de la Tierra que está compuesta por la corteza y la parte superior del manto hasta una profundidad del orden de 100 km. La litosfera es más dura que la Astenósfera.

M

Manto: Parte de la Tierra entre la corteza y el núcleo, esto es, entre el Moho y la discontinuidad de Gutemberg. Probablemente esté constituida por MgO y SiO₂, con Sodio, Calcio y Aluminio.

N

Núcleo: Parte central de la Tierra, por debajo de la discontinuidad de Gutemberg, a una profundidad de cerca de 2900 km. El núcleo está compuesto casi totalmente por hierro, y puede dividirse en núcleo exterior, (líquido); y núcleo interior (sólido) a una profundidad de 5100 Km. La densidad del núcleo es el doble de la densidad del manto.

O

Onda P: Ondas sísmicas en las cuales el movimiento de la partícula se realiza en la misma dirección en la cual se propagan las ondas. Las ondas P son de alta frecuencia y longitud de onda corta.

Onda S: Ondas sísmicas en las cuales el movimiento de la partícula está a 90° de la dirección de propagación de las ondas. Las ondas S son de baja frecuencia y longitud de onda larga.

P

Placa: Parte de la superficie terrestre que se comporta como una unidad rígida simple. Están formadas por la corteza continental o corteza oceánica o por ambas, encima del manto superior. Las placas se mueven con relación al eje de la Tierra y de unas a otras. Existen 7 grandes placas (Africana, Euroasiática, Indo-Australiana, Pacífica, Norteamericana, Sudamericana y Antártica) y varias más pequeñas.

R

Refracción: Cambio de dirección o salto entre capas.

S

Sismicidad: Es la actividad generada por un terremoto o la actividad sísmica.

Sismógrafo: Instrumento que registra los movimientos de la superficie de la Tierra en función del tiempo y que son causados por ondas sísmicas (terremotos).

Sismograma: Define al registro producido por un sismógrafo.

Sismología: Ciencia que estudia los terremotos, fuentes sísmicas y propagación de ondas sísmicas a través de la Tierra.

T

Tectónicas de Placas: Es la teoría que dice que la capa terrestre y el manto superior (litosfera) se dividen en segmentos o placas un poco rígidas, pero que se mueven constantemente.

Terremoto: Movimiento repentino de parte de la corteza terrestre o sacudida producida en la corteza terrestre o manto superior. Un terremoto puede ser causado por el movimiento a lo largo de una falla o por actividad volcánica.

V

Vulnerabilidad: Define la probabilidad de que una estructura sufra daños cuando se somete a un movimiento fuerte (ejemplo, terremoto) de cierta intensidad.

HOJAS DE METADATOS

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 1/6

Título	SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA LA GESTIÓN Y ANÁLISIS DE SISMOGRAMAS HISTÓRICOS DE LA REGIÓN NORORIENTAL DE LA RED SISMOLÓGICA DEL CENTRO DE SISMOLOGÍA DE LA UNIVERSIDAD DE ORIENTE
Subtítulo	

Autor

Apellidos y Nombres	Código CVLAC / e-mail	
Contreras Stephanie	CVLAC	18212167
	e-mail	stephaniecontrerasf@gmail.com
	e-mail	stephaniecontrerasf@hotmail.com

Palabras o frases claves:

Sismogramas analógicos, Software Libre, <i>Python</i> , <i>Matplotlib</i> , <i>WxPython</i> .

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 2/6

Líneas y sublíneas de investigación:

Área	Subárea
Ciencias	Informática

Resumen (abstract):

Se desarrollo un sistema de información para el análisis de sismogramas analógicos de la red sismológica del Centro de Sismología de la Universidad de Oriente, utilizando la Metodología de la Red Nacional de Integración y Desarrollo De Software Libre (MeRinde), (Marrero et al., 2007) desarrollada en el Centro Nacional de Tecnologías de Información (CNTI). La implementación de la fase de modelado de negocio permitió comprender el funcionamiento de la organización a través del modelado de dominio, luego en la fase de requerimientos se recopilaron las solicitudes del Centro, y posteriormente, durante el modelado de análisis se estudiaron las características de los sismogramas, determinando la existencia de una relación lineal entre los pixeles y las horas transcurridas en el registro, obteniendo un método para calcular la hora correspondiente a cualquier punto sobre el área de registro del sismograma; luego a través del modelado de diseño se desarrolló la interfaz del sistema tomando en consideración los principios de usabilidad definidos por Nielsen (1994), finalmente en la fase de implementación, se programaron las instrucciones provenientes del modelado de análisis implementando *Python* como lenguaje de programación, *Matplotlib* para el manejo de imágenes de alta calidad, *MySQL* como gestor de base de datos y *WxPython* como biblioteca libre multiplataforma para el desarrollo de interfaces, todo esto con el objetivo de desarrollar una herramienta para el rescate del registro histórico de la actividad sísmica de la región a través de una aplicación usable, práctica, precisa y confiable, que permita realizar el análisis básico de sismogramas analógicos de manera eficaz y eficiente.

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 3/6

Contribuidores:

Apellidos y Nombres	ROL / Código CVLAC / e-mail	
Rodríguez Carmelys	ROL	C <input type="checkbox"/> A <input checked="" type="checkbox"/> T <input type="checkbox"/> J <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> S <input checked="" type="checkbox"/> U <input type="checkbox"/> U <input type="checkbox"/>
	CVLAC	13539531
	e-mail	carmelysrodriguez@gmail.com
	e-mail	carm.ramos@hotmail.es
Álvarez Francisco	ROL	C <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> T <input checked="" type="checkbox"/> J <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> S <input type="checkbox"/> U <input checked="" type="checkbox"/> U <input type="checkbox"/>
	CVLAC	12666019
	e-mail	falvarez@udo.edu.ve
	e-mail	faove@hotmail.com
Betancourt Eugenio	ROL	C <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> T <input type="checkbox"/> J <input checked="" type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> S <input type="checkbox"/> U <input type="checkbox"/> U <input checked="" type="checkbox"/>
	CVLAC	13729842
	e-mail	ebetancourtp@hotmail.com
	e-mail	ebetancourtp@yahoo.com
Avendaño Jaime	ROL	C <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> T <input type="checkbox"/> J <input checked="" type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> S <input type="checkbox"/> U <input type="checkbox"/> U <input checked="" type="checkbox"/>
	CVLAC	8438392
	e-mail	javendano@udo.edu.ve
	e-mail	javendanol@hotmail.com

Fecha de discusión y aprobación:

Año	Mes	Día
2013	01	24

Lenguaje: SPA

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 4/6

Archivo(s):

Nombre de archivo	Tipo MIME
Tesis-contrerass.doc	Application/word

Alcance:

Espacial: _____ (Opcional)

Temporal: _____ (Opcional)

Título o Grado asociado con el trabajo: Licenciada en Informática

Nivel Asociado con el Trabajo: Licenciada

Área de Estudio: Informática

Institución(es) que garantiza(n) el Título o grado: Universidad de Oriente

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 5/6



UNIVERSIDAD DE ORIENTE
CONSEJO UNIVERSITARIO
RECTORADO

CUN°0975

Cumaná, 04 AGO 2009

Ciudadano
Prof. JESÚS MARTÍNEZ YÉPEZ
Vicerrector Académico
Universidad de Oriente
Su Despacho

Estimado Profesor Martínez:

Cumplo en notificarle que el Consejo Universitario, en Reunión Ordinaria celebrada en Centro de Convenciones de Cantaura, los días 28 y 29 de julio de 2009, conoció el punto de agenda **"SOLICITUD DE AUTORIZACIÓN PARA PUBLICAR TODA LA PRODUCCIÓN INTELECTUAL DE LA UNIVERSIDAD DE ORIENTE EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UDO, SEGÚN VRAC N° 696/2009"**.

Letido el oficio SIBI – 139/2009 de fecha 09-07-2009, suscrita por el Dr. Abul K. Bashirullah, Director de Bibliotecas, este Cuerpo Colegiado decidió, por unanimidad, autorizar la publicación de toda la producción intelectual de la Universidad de Oriente en el Repositorio en cuestión.



Comunicación que hago a usted a los fines consiguientes.

Cordialmente,

JUAN A. BOLANOS CUNPEL
Secretario

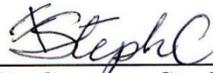


C.C: Rectora, Vicerrectora Administrativa, Decanos de los Núcleos, Coordinador General de Administración, Director de Personal, Dirección de Finanzas, Dirección de Presupuesto, Contraloría Interna, Consultoría Jurídica, Director de Bibliotecas, Dirección de Publicaciones, Dirección de Computación, Coordinación de Teleinformática, Coordinación General de Postgrado.

JABC/YGC/maruja

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso- 6/6

Artículo 41 del REGLAMENTO DE TRABAJO DE PREGRADO (vigente a partir del II Semestre 2009, según comunicación CU-034-2009) : “los Trabajos de Grado son de la exclusiva propiedad de la Universidad de Oriente, y sólo podrán ser utilizados para otros fines con el consentimiento del Consejo de Núcleo respectivo, quien deberá participarlo previamente al Consejo Universitario para su autorización”.



Br. Contreras Stephanie

Autor



Prof. Rodríguez Carmelys
Asesor 1



Licdo. Álvarez Francisco
Asesor 2