



Sistema de información para la valoración de nivel de sismicidad volcánica en el Instituto

Geofísico del Ecuador

González Vargas, Cristina Alejandra

Vicerrectorado de Investigación, Innovación y Transferencia de Tecnología

Centro de Posgrados

Maestría en Gestión de Sistemas de Información e Inteligencia de Negocios

Trabajo de titulación, previo a la obtención del título de Magíster de Gestión de Sistemas de

Información e Inteligencia de Negocios

Msc. López Chulca, Cindy Pamela

12 de agosto de 2020

Urkund Analysis Result



Document Information

| | |
|-------------------|--|
| Analyzed document | TMBI_Cristina.Gonzalez_urkund.docx (D78174589) |
| Submitted | 8/26/2020 4:07:00 AM |
| Submitted by | Gualotuña Alvarez Tatiana Marisol |
| Submitter email | tmgualotunia@espe.edu.ec |
| Similarity | 0% |
| Analysis address | tmgualotunia.espe@analysis.orkund.com |

Sources included in the report

| | | | |
|-----------|---|---|---|
| SA | Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE / Tesis_OscarMoyano_MGSIIN_III V3.7 Urkund.pdf Document Tesis_OscarMoyano_MGSIIN_III V3.7 Urkund.pdf (D54357175) Submitted by: oscarmoyano85@gmail.com Receiver: wmfuertes.espe@analysis.orkund.com |  | 2 |
| W | URL: https://docplayer.es/amp/135287132-Vicerrectorado-de-investigacion-innovacion-y-tr... Fetched: 10/24/2019 8:00:17 AM |  | 1 |
| SA | Proyecto_Titulacion_Acosta_Cajamarca.pdf Document Proyecto_Titulacion_Acosta_Cajamarca.pdf (D75854264) |  | 1 |
| W | URL: https://repository.upb.edu.co/bitstream/handle/20.500.11912/4142/PROTOTIPO%20DE%20... Fetched: 6/4/2020 7:53:16 AM |  | 1 |

Firma:

Ing. López Chulca, Cindy Pamela, MSc.

DIRECTOR



VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN, INNOVACIÓN Y TRANSFERENCIA DE
TECNOLOGÍA

CENTRO DE POSGRADOS

CERTIFICACIÓN

Certifico que el trabajo de titulación, “**Sistema de información para la valoración de nivel de sismicidad volcánica en el Instituto Geofísico del Ecuador**” fue realizado por la señora **González Vargas, Cristina Alejandra** el mismo que ha sido revisado y analizado en su totalidad, por la herramienta de verificación de similitud de contenido; por lo tanto cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que lo sustente públicamente.

Sangolquí, 12 de agosto de 2020

Firma:

Ing. López Chulca, Cindy Pamela, MSc.

Director

C.C.: 1715651657



**VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN, INNOVACIÓN Y TRANSFERENCIA DE
TECNOLOGÍA**

CENTRO DE POSGRADOS

RESPONSABILIDAD DE AUTORÍA

Yo **González Vargas, Cristina Alejandra**, con cédula de ciudadanía n° 172111365-0, declaro que el contenido, ideas y criterios del trabajo de titulación: **Sistema de información para la valoración de nivel de sismicidad volcánica en el Instituto Geofísico del Ecuador** es de mi autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Sangolquí, 12 de agosto de 2020

Firma

Ing. González Vargas, Cristina Alejandra

C.C.: 172111365-0



VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN, INNOVACIÓN Y TRANSFERENCIA DE
TECNOLOGÍA

CENTRO DE POSGRADOS

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

Yo **González Vargas, Cristina Alejandra** autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de titulación: **Sistema de información para la valoración de nivel de sismicidad volcánica en el Instituto Geofísico del Ecuador** en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi responsabilidad.

Sangolquí, 12 de agosto de 2020

Firma

Ing. González Vargas, Cristina Alejandra

C.C.: 172111365-0

Agradecimiento

Mi sincero agradecimiento a los docentes que con sus enseñanzas han aportado en mi formación profesional, especialmente a la Ing. Cindy Lopez por aceptar dirigir este proyecto, y a las autoridades del Instituto Geofísico – EPN, quienes me han brindado las facilidades para la realización del proyecto.

Cristina

Índice de Contenido

| | |
|---|-----------|
| Urkund Analysis Result | 2 |
| Certificación..... | 3 |
| Responsabilidad de Autoría | 4 |
| Autorización de Publicación..... | 5 |
| Dedicatoria | 5 |
| Agradecimiento | 6 |
| Índice de Contenido..... | 7 |
| Índice de Tablas | 13 |
| Índice de Figuras | 16 |
| Resumen..... | 20 |
| Abstract..... | 21 |
| Capítulo I | 22 |
| Introducción | 22 |
| Antecedentes..... | 22 |
| Planteamiento del Problema | 24 |
| <i>Contexto del Problema</i> | <i>24</i> |
| <i>Problemática propuesta.....</i> | <i>26</i> |
| <i>Diagrama de Causa y Efecto.</i> | <i>27</i> |
| Objetivos de la investigación | 28 |
| <i>Objetivo General</i> | <i>28</i> |
| <i>Objetivos Específicos</i> | <i>28</i> |

| | |
|---|-----------|
| | 8 |
| Justificación, Importancia y Alcance del Proyecto | 28 |
| Hipótesis de Investigación | 29 |
| <i>Categorización de las Variables de Investigación</i> | 29 |
| Capítulo II | 30 |
| Estado del Arte | 30 |
| Marco Referencial - Marco Teórico | 30 |
| <i>Fundamentos de la variable Independiente</i> | 30 |
| <i>Fundamentos de la variable Dependiente</i> | 32 |
| Preguntas de Investigación | 33 |
| Trabajos Relacionados | 34 |
| <i>Definición del Objetivo</i> | 34 |
| <i>Definición de los criterios de inclusión y exclusión</i> | 34 |
| <i>Definición de la estrategia de búsqueda</i> | 35 |
| <i>Integración del grupo de control</i> | 35 |
| <i>Construcción de la cadena de búsqueda</i> | 37 |
| <i>Resultados</i> | 40 |
| Metodología..... | 41 |
| <i>Metodología de la Investigación: Design Science Research</i> | 41 |
| <i>Metodología para el Diseño de Almacenes de Datos</i> | 42 |
| Capítulo III | 50 |
| Diseño e Implementación del Sistema de Información para la Valoración de Nivel de Sismicidad Volcánica | 50 |
| Fase 1. Planificación | 50 |
| <i>Definición del Trabajo</i> | 50 |
| <i>Objetivos, Justificación y Alcance</i> | 50 |

| | |
|---|----|
| | 9 |
| <i>Cronograma de Actividades</i> | 50 |
| <i>Presupuesto y Financiamiento</i> | 51 |
| <i>Asignación de Carga de Trabajo</i> | 52 |
| Fase 2. Análisis de requerimientos | 52 |
| <i>Exploración Inicial</i> | 52 |
| <i>Entrevistas a usuarios</i> | 53 |
| <i>Formulario de Requerimientos</i> | 56 |
| <i>Especificación de Requerimientos (ERS) según estándar IEEE 830</i> | 57 |
| Fase 3. Modelado Dimensional..... | 62 |
| <i>Modelo N° 1 – Sismicidad de Eventos Localizados</i> | 63 |
| <i>Modelo N° 2 – Sismicidad de Eventos No Localizados</i> | 70 |
| Fase 4. Diseño Físico | 76 |
| <i>Arquitectura</i> | 76 |
| <i>Descripción de herramientas a utilizar en el desarrollo del proyecto</i> | 77 |
| <i>Diseño Físico de Base de Datos</i> | 79 |
| Fase 5. Diseño del sistema de Extracción, Transformación y Carga (ETL) | 80 |
| <i>Flujo de Trabajo: WF_SismicidadVolcanica</i> | 81 |
| <i>Flujo de Trabajo: WF_DSA</i> | 81 |
| <i>Flujo de Trabajo: DS_Volcanica</i> | 82 |
| <i>Flujo de Trabajo: DS_Tectonica</i> | 84 |
| <i>Flujo de Trabajo: DS_TV</i> | 86 |
| <i>Flujo de Trabajo: WF_DWH</i> | 88 |
| <i>Flujo de Trabajo: DW_DimVolcan</i> | 88 |
| <i>Flujo de Trabajo: DW_DimTipoEventoVolcanico</i> | 89 |
| <i>Flujo de Trabajo: DW_DimEstacion</i> | 90 |

| | |
|--|------------|
| | 10 |
| <i>Flujo de Trabajo: DW_DimCanal</i> | 91 |
| <i>Flujo de Trabajo: DW_DimTipoEvento</i> | 92 |
| <i>Flujo de Trabajo: DW_DimEstadoEvaluacion</i> | 93 |
| <i>Flujo de Trabajo: DW_DimTipoMagnitud</i> | 94 |
| <i>Flujo de Trabajo: DW_DimEventoLocalizado</i> | 95 |
| <i>Flujo de Trabajo: DW_DimEventoNoLocalizado</i> | 96 |
| <i>Flujo de Trabajo: DW_FacSisEventoL</i> | 97 |
| <i>Flujo de Trabajo: DW_FacSisEventoNL</i> | 99 |
| Fase 6. Especificación y desarrollo de aplicaciones de BI | 100 |
| <i>Resumen de Eventos Sísmicos</i> | 102 |
| <i>Eventos Sísmicos No Localizados</i> | 106 |
| <i>Eventos Sísmicos Localizados</i> | 108 |
| <i>Eventos Sísmicos Localizados por Autor</i> | 110 |
| Capítulo IV | 113 |
| Discusión de Resultados | 113 |
| Delimitación de los casos de evaluación | 113 |
| Algoritmos para los casos de evaluación | 113 |
| <i>Proceso Actual – Consulta de datos de la Base Volcanes</i> | 114 |
| <i>Sistema Propuesto – Consulta de datos de la Base Volcanes:</i> | 114 |
| Casos de Evaluación | 115 |
| <i>CE1 - Caso de Evaluación 1: Usuario con permisos completos, con sistema operativo Windows y con una versión actual de Excel</i> | 115 |
| <i>CE2 - Caso de Evaluación 2: Usuario con permisos únicamente al repositorio, con sistema operativo Windows y con una versión actual de Excel</i> | 115 |

| | |
|--|-----|
| <i>CE3 - Caso de Evaluación 3: Usuario con permisos únicamente a la base volcanes con sistema operativo Windows y con una versión actual de Excel</i> | 116 |
| <i>CE4 - Caso de Evaluación 4: Usuario con permisos completos, con sistema operativo diferente de Windows y una hoja de cálculo libre</i> | 116 |
| <i>CE5 - Caso de Evaluación 5: Usuario con permisos de lectura al repositorio y a la base volcanes con sistema operativo Windows y con una versión anterior de Excel</i> | 117 |
| Resultados de Casos de Evaluación | 117 |
| <i>Resultado CE1 - Caso de Evaluación 1: Usuario con permisos completos, con sistema operativo Windows y con una versión actual de Excel</i> | 117 |
| <i>Resultado CE2 - Caso de Evaluación 2: Usuario con permisos únicamente al repositorio, con sistema operativo Windows y con una versión actual de Excel</i> | 118 |
| <i>Resultado CE3 - Caso de Evaluación 3: Usuario con permisos únicamente a la base volcanes con sistema operativo Windows y con una versión actual de Excel</i> | 119 |
| <i>Resultado CE4 - Caso de Evaluación 4: Usuario con permisos completos, con sistema operativo diferente de Windows y una hoja de cálculo libre</i> | 120 |
| <i>Resultado CE5 - Caso de Evaluación 5: Usuario con permisos de lectura al repositorio y a la base volcanes con sistema operativo Windows y con una versión anterior de Excel</i> | 120 |
| Análisis de Resultados | 121 |
| Discusión | 122 |
| Capítulo V | 125 |
| Conclusiones y Líneas de Trabajo Futuro | 125 |
| Conclusiones | 125 |
| Futuras líneas de trabajo | 126 |
| Referencias Bibliográficas | 127 |

Anexos..... 130

Índice de Tablas

| | |
|--|----|
| Tabla 1 Estudios de Control | 36 |
| Tabla 2 Palabras Clave vs. Estudios de Control | 37 |
| Tabla 3 Cadenas de Búsqueda | 38 |
| Tabla 4 Criterios de Evaluación Metodologías de Proyectos BI | 46 |
| Tabla 5 Criterios Generales..... | 47 |
| Tabla 6 Valores de comparación..... | 48 |
| Tabla 7 Comparativa de Criterios de Evaluación Metodologías de Proyectos BI | 48 |
| Tabla 8 Comparativa de Criterios Generales | 49 |
| Tabla 9 Planificación de Actividades..... | 51 |
| Tabla 10 Presupuesto | 51 |
| Tabla 11 Resumen respuestas de las encuestas, para levantar requerimientos | 55 |
| Tabla 12 Temas analíticos..... | 56 |
| Tabla 13 Matriz de procesos/dimensiones..... | 56 |
| Tabla 14 Acrónimos de ERS | 57 |
| Tabla 15 Requerimiento Funcional 01 | 57 |
| Tabla 16 Requerimiento Funcional 02..... | 59 |
| Tabla 17 Requerimiento Funcional 03..... | 61 |
| Tabla 18 Requerimiento no Funcional 01..... | 62 |
| Tabla 19 Proceso de Modelado Dimensional | 62 |
| Tabla 20 Atributos Dimensión Volcán | 64 |
| Tabla 21 Atributos Dimensión Tipo de Evento | 65 |
| Tabla 22 Atributos Dimensión Fecha..... | 65 |

| | |
|--|-----|
| | 14 |
| Tabla 23 Atributos Dimensión Tiempo | 66 |
| Tabla 24 Atributos Dimensión Estado de Evaluación | 66 |
| Tabla 25 Atributos Dimensión Tipo de Magnitud Preferida | 67 |
| Tabla 26 Atributos Dimensión Evento Localizado | 67 |
| Tabla 27 Atributos Tabla de Hechos Sismicidad de Eventos Localizados | 68 |
| Tabla 28 Atributos Dimensión Tipo de Evento Volcánico..... | 71 |
| Tabla 29 Atributos Dimensión Evento No Localizado..... | 71 |
| Tabla 30 Atributos Dimensión Estación..... | 72 |
| Tabla 31 Atributos Dimensión Canal | 72 |
| Tabla 32 Atributos Tabla de Hechos Sismicidad de Eventos No Localizados | 73 |
| Tabla 33 Herramientas a utilizar en el desarrollo del proyecto | 78 |
| Tabla 34 Resumen de Casos de Evaluación | 113 |
| Tabla 35 Características Caso de Evaluación 1 – CE1 | 115 |
| Tabla 36 Características Caso de Evaluación 2 – CE2 | 116 |
| Tabla 37 Características Caso de Evaluación 3 – CE3 | 116 |
| Tabla 38 Características Caso de Evaluación 4 – CE4 | 117 |
| Tabla 39 Características Caso de Evaluación 5 – CE5 | 117 |
| Tabla 40 Resultado Caso de Evaluación 1 – CE1..... | 118 |
| Tabla 41 Resultado Caso de Evaluación 2 – CE2..... | 119 |
| Tabla 42 Resultado Caso de Evaluación 3 – CE3..... | 119 |
| Tabla 43 Resultado Caso de Evaluación 4 – CE4..... | 120 |
| Tabla 44 Resultado Caso de Evaluación 5 – CE5..... | 121 |
| Tabla 45 Resultados de los Caso de Evaluación..... | 121 |

| | |
|--|-----|
| Tabla 46 Descripción del proceso actual vs el sistema propuesto | 123 |
|--|-----|

Índice de Figuras

| | |
|--|----|
| Figura 1 Tipo de amenazas (Tipología de desastres según su origen)..... | 23 |
| Figura 2 Flujo del Proceso de Análisis Estadístico de Eventos Sismo Volcánicos | 26 |
| Figura 3 Diagrama de Causa y Efecto | 27 |
| Figura 4 Categorización de Variables de Investigación..... | 30 |
| Figura 5 Pasos generales DSR | 41 |
| Figura 6 Arquitectura según Inmon | 43 |
| Figura 7 Arquitectura básica de un Almacén de Datos según Kimball | 44 |
| Figura 8 Ciclo de vida para la construcción de un almacén de desarrollo según Kimball | 45 |
| Figura 9 Gráfico de Burbujas de la Sismicidad de Eventos Localizados..... | 63 |
| Figura 10 Modelo Dimensional N°1 Sismicidad de Eventos Localizados..... | 69 |
| Figura 11 Gráfico de Burbujas de Sismicidad de Eventos No Localizados..... | 70 |
| Figura 12 Modelo Dimensional N°2 Eventos No Localizados | 74 |
| Figura 13 <i>Modelo Dimensional de la Sismicidad Volcánica</i> | 75 |
| Figura 14 <i>Propuesta de Arquitectura</i> | 76 |
| Figura 15 Modelo Físico del Datamart de Sismicidad Volcánica | 79 |
| Figura 16 Flujo de Trabajo WF_SismicidadVolcanica | 81 |
| Figura 17 Flujo de Trabajo WF_DSA | 82 |
| Figura 18 Flujo de Trabajo DS_Volcanica..... | 82 |
| Figura 19 Flujo de Datos DF_TipoCatalogoVolcan | 83 |
| Figura 20 Flujo de Datos DF_CatalogoVolcan..... | 83 |
| Figura 21 Flujo de Datos DF_TipoEventoVolcanico | 83 |
| Figura 22 Flujo de Datos DF_Volcan | 84 |

| | |
|---|----|
| Figura 23 Flujo de Datos DF_Estacion..... | 84 |
| Figura 24 Flujo de Datos DF_EventoVolcanico | 84 |
| Figura 25 Flujo de Trabajo DS_Tectonica | 85 |
| Figura 26 Flujo de Datos DF_Event..... | 85 |
| Figura 27 Flujo de Datos DF_Origin | 86 |
| Figura 28 Flujo de Datos DF_Arrival_Pick..... | 86 |
| Figura 29 Flujo de Trabajo DS_TV..... | 87 |
| Figura 30 Flujo de Datos DF_RelacionEventos | 87 |
| Figura 31 Flujo de Trabajo WF_DWH..... | 88 |
| Figura 32 Flujo de Trabajo DW_DimVolcan..... | 88 |
| Figura 33 Flujo de Datos DF_DimVolcan..... | 89 |
| Figura 34 Flujo de Trabajo DW_DimTipoEventoVolcanico | 89 |
| Figura 35 Flujo de Datos DF_DimTipoEventoVolcanico..... | 90 |
| Figura 36 Flujo de Trabajo DW_DimEstacion | 90 |
| Figura 37 Flujo de Datos DF_Estacion..... | 91 |
| Figura 38 Flujo de Trabajo DW_DimCanal..... | 91 |
| Figura 39 Flujo de Datos DF_DimCanal..... | 92 |
| Figura 40 Flujo de Trabajo DW_DimTipoEvento..... | 92 |
| Figura 41 Flujo de Datos DF_DimTipoEvento | 93 |
| Figura 42 Flujo de Trabajo DW_DimEstadoEvaluacion..... | 93 |
| Figura 43 Flujo de Datos DF_DimEstadoEvaluacion | 94 |
| Figura 44 Flujo de Trabajo DW_DimTipoMagnitud | 94 |
| Figura 45 Flujo de Datos DF_DimTipoMagnitudPref..... | 95 |

| | |
|--|-----|
| | 18 |
| Figura 46 Flujo de Trabajo DW_DimEventoLocalizado..... | 95 |
| Figura 47 Flujo de Datos DF_EventoL..... | 96 |
| Figura 48 Flujo de Trabajo DW_DimEventoNoLocalizado..... | 96 |
| Figura 49 Flujo de Datos DF_DimEventoNL..... | 97 |
| Figura 50 Flujo de Trabajo DW_FacSisEventoL..... | 97 |
| Figura 51 Flujo de Datos DF_FacSisEL..... | 98 |
| Figura 52 Flujo de Trabajo DW_FacSisEventoNL..... | 99 |
| Figura 53 Flujo de Datos FEventNL..... | 100 |
| Figura 54 Conexión a la base de datos DWH..... | 101 |
| Figura 55 Modelo Resumen de Eventos Sísmicos..... | 102 |
| Figura 56 Publicación Resumen de Eventos Sísmicos..... | 102 |
| Figura 57 Dashboard Resumen de Eventos No Localizados con sus respectivos Eventos Localizados.... | 103 |
| Figura 58 Dashboard Resumen de Eventos No Localizados con sus respectivos Eventos Localizados desde 2011..... | 104 |
| Figura 59 Dashboard Resumen de Eventos Localizados con sus respectivos Eventos No Localizados.... | 105 |
| Figura 60 Modelo Eventos Sísmicos No Localizados..... | 106 |
| Figura 61 Publicación Eventos Sísmicos No Localizados..... | 106 |
| Figura 62 Dashboard Eventos No Localizados..... | 107 |
| Figura 63 Modelo Eventos Sísmicos Localizados..... | 108 |
| Figura 64 Publicación Eventos Sísmicos Localizados..... | 108 |
| Figura 65 Dashboard Eventos Localizados..... | 109 |
| Figura 66 Modelo Eventos Sísmicos Localizados por Autor..... | 110 |
| Figura 67 Publicación Eventos Sísmicos Localizados por Autor..... | 110 |

| | |
|--|-----|
| Figura 68 Dashboard Resumen Eventos Localizados por Autor | 111 |
| Figura 69 Eventos Localizados por Autor – diferencia de tiempo en horas | 112 |

Resumen

Los desastres naturales tectónicos ocurren cuando se libera energía de las diferentes fuentes de amenazas provocando terremotos, erupciones volcánicas o tsunamis, resultando en destrucción, evidenciando la vulnerabilidad ante tal efecto. El Instituto Geofísico en su afán de cumplir con la tarea encargada de vigilar las amenazas tanto sísmicas como volcánicas, mantiene un programa (procesos internos) de monitoreo instrumental en tiempo real; sistemas de procesamiento de datos automáticos; procesos manuales que requieren la intervención de operadores; campañas de campo, que consiste en la recolección de muestras o datos que permiten evaluar los indicadores del estado de un volcán o el estudio sobre fallas de origen tectónico; entre otros. Una vez que los datos sismo-volcánicos han sido procesados, estos están listos para los análisis estadísticos correspondientes en base a un archivo Excel, donde los datos son almacenados. El proceso, tal como está concebido actualmente, en ocasiones no permite realizar análisis inmediatos, validar rápidamente la congruencia de la información, la cual no siempre está totalmente actualizada, además que se depende de terceros para actualizarla. La toma de decisiones requiere de información confiable, inmediata y actualizada. En este contexto se diseñó un sistema de consulta y visualización de información, que permite valorar el nivel de sismicidad volcánica, utilizando Power BI, herramienta de analítica de datos. Para realizar este proyecto se utilizó la metodología Design Science Research (DSR), que cuenta con cinco pasos: conocimiento del problema, sugerencia, desarrollo, evaluación y conclusión. En el desarrollo del sistema, diseño e implementación, se utilizó la metodología de Kimball. Con esto se obtuvo una plataforma dinámica que permite manejar y generar visualizaciones que proveen información sismo-volcánica de manera fluida y automática, además de una mejora considerable en el tiempo de acceso a la información, para las respectivas evaluaciones por parte de los expertos.

Este trabajo cuenta con cinco capítulos, en el capítulo I se plantea el problema, los objetivos e hipótesis; en el capítulo II el Estado del Arte; en el capítulo III el diseño e implementación del sistema propuesto; en el capítulo IV los resultados y finalmente las conclusiones en el capítulo V.

Palabras clave:

- **SISTEMA DE INFORMACIÓN**
- **SISMICIDAD VOLCÁNICA**
- **ANALÍTICA DE DATOS**

Abstract

Natural disasters occur when energy is released from different sources of threats, causing earthquakes, volcanic eruptions, or tsunamis, resulting in threats, evidencing the threat to that effect. The Instituto Geofísico in its eagerness to comply with the surveillance of seismic and volcanic threats maintained a program (internal processes) of instrumental monitoring in real time; automatic data processing systems; manual processes that operate the intervention of operators; field campaigns, which consists of the collection of samples or data that select the indicators of the state of a volcano or the study of faults of tectonic origin; among others. Once the earthquake-volcanic data has been processed, it is ready for the corresponding statistical analysis based on an Excel file, where the data is stored. The process, as it is currently conceived, sometimes does not allow immediate analysis, quickly validate the consistency of the information, which is not always fully up-to-date, and depends on third parties to update it. Decision making requires reliable, immediate, and up-to-date information. In this context, an information consultation and visualization system were designed to assess the level of volcanic seismicity, using the Power BI data analysis tool. To carry out this project in the Design Scientific Research (DSR) methodology, it has five steps: knowledge of the problem, suggestion, development, evaluation and conclusion. In the development, the Kimball methodology for the design and implementation of the system will be implemented. With this, a dynamic platform is obtained that allows managing and generating visualizations that provide seismic-volcanic information in a fluid and automatic way, in addition to a considerable improvement in the time of access to information, for the respective evaluations by the experts.

This work has five chapters. Chapter I presents the problem, the objectives and the hypotheses; in Chapter II the State of the Art; in Chapter III, the design and implementation of the proposed system; in Chapter IV the results and finally the conclusions in Chapter V.

Key words:

- **INFORMATION SYSTEM**
- **VOLCANIC SEISMICITY**
- **DATA ANALYTICS**

Capítulo I

Introducción

Antecedentes

El Ecuador a través de su historia ha sido afectado por terremotos y erupciones volcánicas. Varios de estos fenómenos han causado un fuerte impacto en la población, categorizándolos como desastres. Los principales efectos en el ámbito social y económico han sido: personas desplazadas, daños a la salud, pérdidas económicas (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2016), resultando en una limitación y en el caso de algunas poblaciones un retraso en el desarrollo de la población. El término desastre (Ulloa, 2011), se refiere a la “alteración que se genera por el impacto de un fenómeno de origen natural o producto de la acción del ser humano, incidiendo directamente en el funcionamiento de una sociedad. Por ello, no puede ser afrontada o resuelta utilizando los recursos propios disponibles en ese momento”.

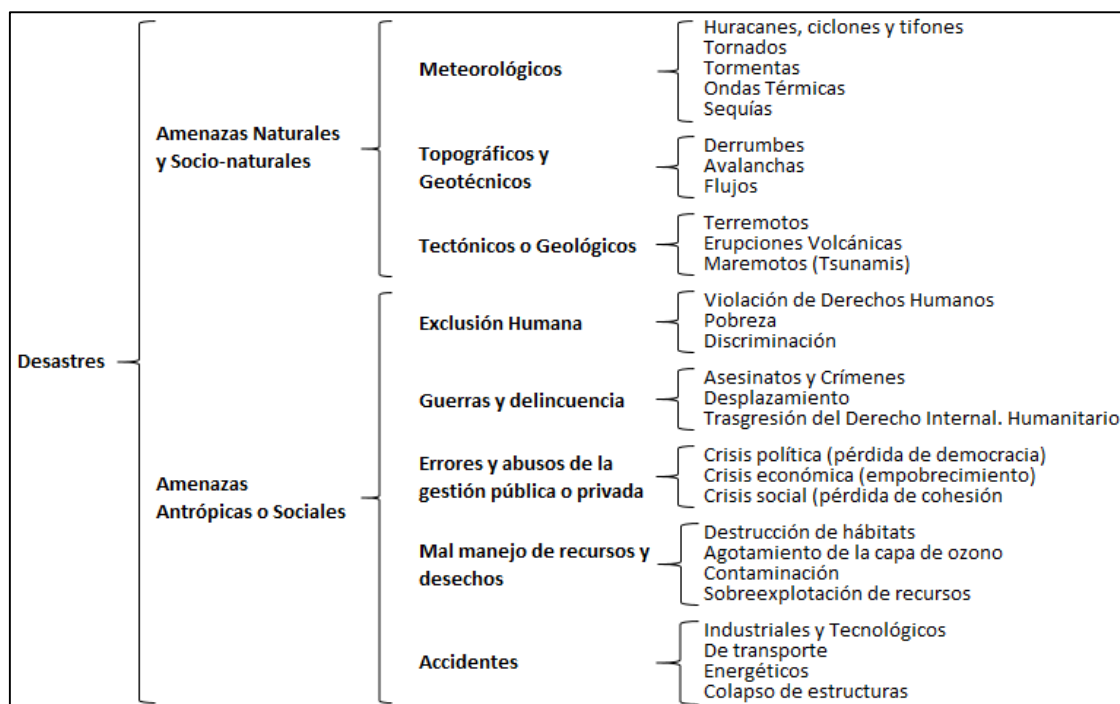
Vargas (2002) define a los “desastres” como un efecto de la liberación de una fuerza o energía con potencial destructivo, llamada “amenaza”, y ocurre bajo condiciones de debilidad ante esa fuerza (vulnerabilidad), dando como resultado una imposibilidad de reacción adecuada y generando efectos muy dañinos. Los tipos de amenazas se muestran en la **Figura 1**.

Las consecuencias de los desastres son proporcionales al fenómeno natural en sí y a la vulnerabilidad de las comunidades y territorios. Se debe entender que ciertos fenómenos naturales (e.g. terremotos, erupciones volcánicas, entre otros), que corresponden a la amenaza, sobrepasan las capacidades humanas y no se pueden evitar. Sin embargo, tomando ciertas acciones, que permitan

reducir el grado de vulnerabilidad, se contribuye a la disminución del riesgo y a su vez de la posibilidad de caer en una situación de desastre.

Figura 1

Tipo de amenazas (Tipología de desastres según su origen)



Nota: Tomado de Políticas Publicas para la reducción de vulnerabilidad frente a los desastres naturales y socio-naturales, por Vargas, J. E., 2002.

Podemos citar como ejemplos:

- La erupción volcánica del Nevado del Ruiz en Colombia en 1985, en la cual las condiciones de vulnerabilidad (en diferentes ámbitos) dieron como resultado una catástrofe que provocó la destrucción casi total de la población de Armero y la muerte de alrededor de 25000 personas.
- La reactivación del volcán Cotopaxi en Ecuador en 2015, inició con actividad sísmica acompañada por un incremento de la actividad interna (sismicidad) y externa (deformación,

gases) registrados en la red de monitoreo. Esta actividad generó caídas de ceniza que afectaron en gran medida a la cotidianidad de la población en las zonas cercanas al volcán y en algunos casos en sectores distantes, debido a ceniza arrastrada por los vientos (B. Vasconez, 2016).

- El volcán Reventador en julio de 2018 mantenía una alta actividad eruptiva, cuando el IG reportó el 2 de julio caída de ceniza en las provincias de Pichincha y Napo producto de la actividad, entre otros eventos (EFE, 2018).
- Posterior a la erupción del volcán Sangay se produjo un peligroso represamiento de material volcánico (flujos piroclásticos y escombros) en la confluencia de los ríos denominados Volcán y Upano, en el cantón Morona de la provincia de Morona Santiago, la noche del viernes 20 de abril de 2019. Lo que produjo alerta en la población de las zonas cercanas, razón por la cual fueron evacuadas. (Castillo, 2019).

En los ejemplos previos, se evidencia la ocurrencia de fenómenos de diferente magnitud y afectación. Para los estos casos es evidente, que el fenómeno sobrepasa las capacidades humanas y no se los podía evitar. Sin embargo, se puede trabajar en otros ámbitos los cuales permitan tomar acciones adecuadas que minimicen los efectos de estos fenómenos. Una de estas acciones está ligada al procesamiento de datos y difusión rápida de información ligados al fenómeno, que en este caso es la actividad volcánica.

Planteamiento del Problema

Contexto del Problema

El Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional (IG-EPN) es el primordial centro de investigación sísmica y volcánica en Ecuador desde 1983. El estado ecuatoriano mediante el decreto

oficial N° 3593, encarga al IG-EPN la vigilancia de los peligros sísmicos y volcánicos a nivel de todo el país y para cumplir con este encargo, mantiene un programa de monitoreo instrumental activo en tiempo real, que garantiza la vigilancia sobre fallas tectónicas y volcanes activos en el país (Instituto Geofísico, 2019).

El monitoreo volcánico requiere que los expertos utilicen varias técnicas que permitan “ver” y “escuchar” (observar) el estado de actividad de los diferentes volcanes. Esto se logra a través de la monitorización, que no es más que, la toma de datos, medidas y sus respectivos análisis, sea en tiempo real o periódicos, de los diferentes indicadores tales como: sismicidad, deformación, vapor y gases volcánicos, química de rocas, química del agua, entre otros (Servicio Geológico de los Estados Unidos, 2019).

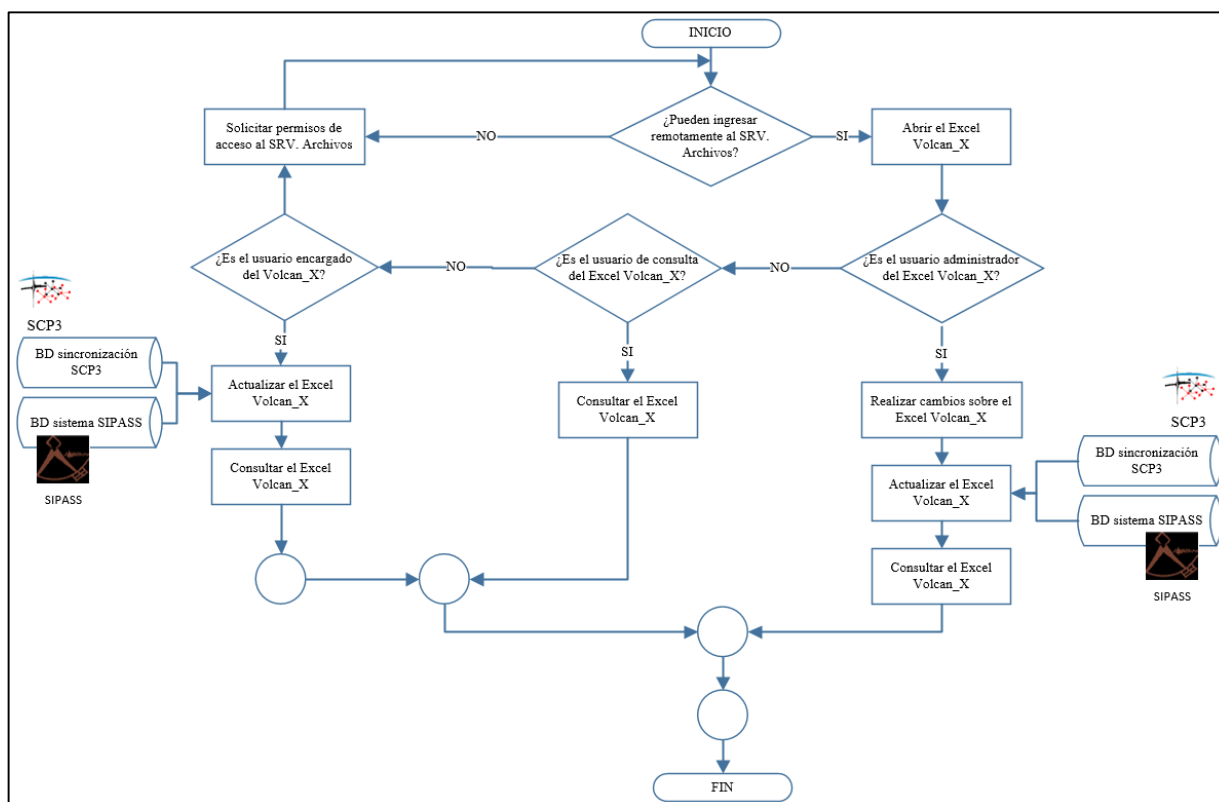
En el caso específico de la sismicidad, al momento en que los datos ingresan (son adquiridos) el sistema principal de procesamiento automático SeisComP3 los procesa y determina varios parámetros. Por ejemplo, con los sismogramas (formas de ondas sísmicas en el tiempo) se determina el tiempo de origen, localización de la fuente de los sismos y otros parámetros como la magnitud, mecanismo de ruptura, entre otros. Los resultados automáticos son revisados por un operador del IG. También se cuentan con procesos semiautomáticos (no en tiempo real), como es el caso del software SIPASS que requiere la intervención de operadores, para caracterizar los eventos volcánicos (relacionados al proceso de generación). El sistema principal no puede caracterizar estos eventos ya que al ser muy pequeños son no localizables.

Adicionalmente se cuenta con un proceso de análisis estadístico de los eventos sísmicos en los volcanes. Esto ayuda a la definición del “estado de actividad sísmica” de un determinado volcán. Actualmente, este proceso requiere de extracción de datos en Excel, además de la generación de

mapas, estadísticas, figuras para el análisis y toma de decisiones. Este proceso no es automático y requiere de trabajo manual de los usuarios, como se muestra en la **Figura 2** y se detalla en el Anexo **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..** En este proyecto, se pretende obtener una plataforma dinámica que permita manejar y generar productos de manera rápida y automática, para las respectivas evaluaciones por parte de los expertos.

Figura 2

Flujo del Proceso de Análisis Estadístico de Eventos Sismo Volcánicos



Problemática propuesta

La información sísmica de los volcanes resultante del análisis estadístico, provoca que:

- No puedan realizar un análisis inmediato;

- No puedan validar la congruencia de la información;
- No puedan identificar si la información está actualizada o no;
- Dependan de terceros para actualizar la información.

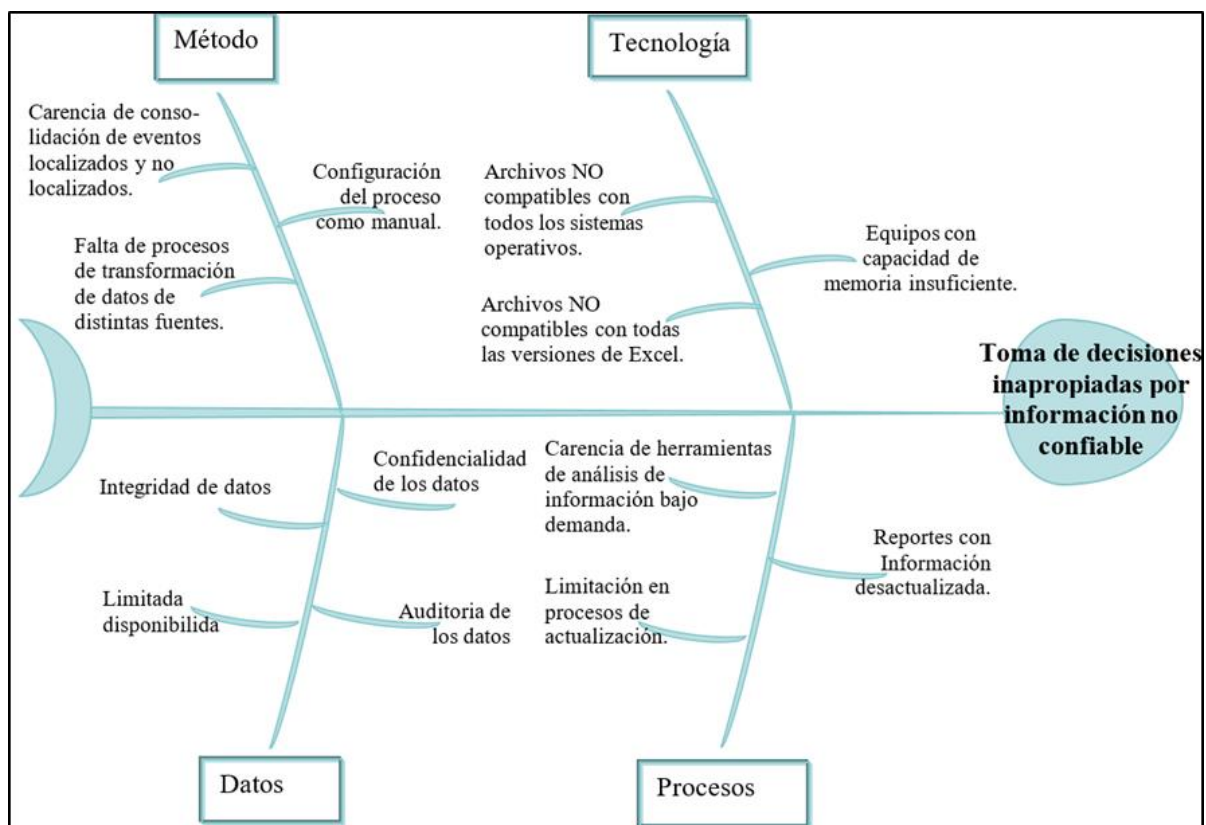
Por todos los antecedentes expuestos, si el experto realiza o ejecuta el análisis estadístico con los datos no validados podría tener una toma de decisión no acertada.

Diagrama de Causa y Efecto.

El diagrama de causa y efecto o Diagrama de Ishikawa de la problemática planteada se muestra en la **Figura 3**.

Figura 3

Diagrama de Causa y Efecto



Objetivos de la investigación

Objetivo General

Diseñar el sistema de información de consulta, que permita valorar el nivel de sismicidad volcánica, mediante herramientas de analítica de datos, para minimizar tiempos de procesos y sirva de apoyo en la toma de decisión sobre emisión de alertas.

Objetivos Específicos

- OE1.** Valorar la situación actual del proceso de análisis estadístico de información de eventos sismo volcánicos e investigar sobre herramientas y metodologías de análisis de información aplicada a la sismicidad mediante una revisión inicial de literatura.
- OE2.** Diseñar el sistema de información de valoración del nivel de sismicidad volcánica, mediante herramientas de analítica de datos e implementar el sistema utilizando las herramientas definidas.
- OE3.** Validar el sistema de información de valoración del nivel de sismicidad volcánica mediante la herramienta de Business Intelligent.

Justificación, Importancia y Alcance del Proyecto

El Instituto Geofísico gestiona un diligente programa en tiempo real de monitoreo instrumental, que garantiza la permanente vigilancia científica sobre fallas tectónicas y volcanes activos en el territorio ecuatoriano (Instituto Geofísico, 2019), resultando en una circulación constante de datos. En razón de lo antes mencionado, se requiere una gestión de gran cantidad de información periódicamente, permitiendo mejorar los siguientes aspectos:

1. Análisis y visualización de la información, garantizando la disponibilidad de la información.

2. Integración de los eventos sismo volcánicos, donde los eventos “localizados” (sistema de procesamiento SeisComp3) serán asociados a los eventos “no localizados” del sistema SIPASS, en función de la ubicación y el tiempo del evento. De esta manera se tipifica a los eventos volcánicos que poseen una localización.
3. Información actualizada, garantizando la integridad de la información.
4. Acceso directo a la información desde cualquier equipo de la organización para los usuarios con permisos, garantizando la confidencialidad de la información.

En este trabajo se diseñará el sistema de información para la valoración del nivel de sismicidad volcánica, utilizando herramientas y definiciones de analítica de datos.

Hipótesis de Investigación

El sistema de información para la valoración del nivel de sismicidad volcánica, permitirá minimizar los tiempos de procesos para el apoyo de una apropiada toma de decisiones.

La demostración de la hipótesis planteada será mediante la reducción de tiempos de acceso a la información sismo volcánica del actual proceso. Por medio de una comparación a través de la observación entre el tiempo que toma el proceso actual y el sistema propuesto.

Categorización de las Variables de Investigación

Variable Independiente: Analítica de Datos

Variable dependiente: Sismicidad volcánica

Capítulo II

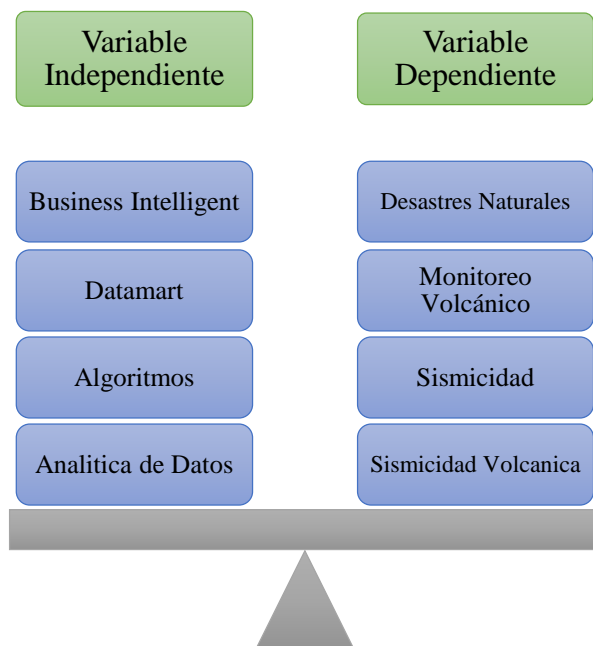
Estado del Arte

Marco Referencial - Marco Teórico

En esta sección se relaciona la teoría planteada con la hipótesis partiendo con las categorías que incluyen las variables de investigación plateadas, ver **Figura 4**.

Figura 4

Categorización de Variables de Investigación



Fundamentos de la variable Independiente

- **Business Intelligent**

Conjunto de tecnologías, aplicaciones y metodologías que permiten la obtención rápida y sencilla de datos provenientes de sistemas transaccionales e información des-estructurada para su análisis e interpretación, de tal forma que puedan ser aprovechados para la toma de decisiones del negocio (Sinnexus, 2019).

- **Datamart**

Es una base de datos departamental, que se enfoca en el almacenamiento de datos de un área específica del negocio. Su principal característica es disponer de una estructura óptima de datos, para el análisis de información detallada. Este puede ser alimentado desde un datawarehouse o desde diferentes fuentes (Sinnexus, 2019).

- **Algoritmos**

Procedimiento o fórmula para resolver un problema, basado en una secuencia de acciones específicas, por ejemplo, un programa de computador puede ser visto como un algoritmo elaborado. En ciencias de la computación y matemáticas, generalmente un algoritmo significa pequeños procedimientos para resolver un problema recurrente (TechTarget, 2019).

- **Analítica de Datos**

Proceso de explorar conjuntos de datos para extraer conclusiones sobre la información que contiene, con el apoyo de sistemas y software especializado. Las técnicas y tecnologías de analítica de datos son utilizadas ampliamente en las industrias comerciales, para permitir a estas organizaciones la toma de decisiones informadas y por los científicos para que puedan verificar o refutar modelos científicos, teorías e hipótesis (TechTarget, 2019).

Fundamentos de la variable Dependiente

▪ Desastres Naturales

Desastres naturales o socio-naturales son aquellos donde la energía amenazante procede de un fenómeno natural, derivado por las dinámicas de la naturaleza o intervención humana (Vargas, 2002).

Se divide en:

- *Meteorológicos*. - referentes a la atmosfera y al clima, como huracanes, tornados, tormentas, ondas térmicas y sequias.
- *Topográficos y geotécnicos*. - referentes a la superficie de la tierra, como: derrumbes, avalanchas y flujos.
- *Tectónicas o geológicas*. - referentes a las fuerzas internas de la tierra, como: terremotos, erupciones volcánicas y maremotos.

▪ Monitoreo Volcánico

El monitoreo volcánico requiere que los expertos utilicen diversas técnicas que permitan “ver” y “escuchar” (observar) el estado de actividad de un volcán. Esto es posible con la monitorización, que no es más que, la toma de datos, medidas y sus respectivos análisis, sea en tiempo real o periódicos, de los diferentes indicadores tales como: sismicidad, deformación, vapor y gases volcánicos, química de rocas, química del agua, entre otros (Servicio Geológico de los Estados Unidos, 2019).

▪ Sismicidad Volcánica

Sismos que ocurren cerca de volcanes, usualmente a unos 15 km o aquellos que están relacionados con procesos volcánicos. La mayoría de los sismos de origen volcánico tienen lugar a profundidades bajas (1 a 9 km) en relación a los sismos de origen en fallas tectónicas (15 km usualmente en la corteza y en zonas de subducción unos 700 km). Los eventos sísmicos de origen volcánico tienen

patrones de ocurrencia, comúnmente ocurren enjambres que son grupos de muchos eventos pequeños con magnitudes y ubicación similar. Los volcanes originan diferentes tipos de sismo que representan diferentes procesos físicos, los cuales son: alta frecuencia (HF) conocidos como volcanes tectónicos (VT); baja frecuencia (LF) conocidos como largo periodo (LP); explosiones y volcánico tremor (McNutt & Roman, 2015).

- **Sismo**

El sismo es un sobresalto de la tierra por dislocación de la corteza. Las fuentes son de diferentes tipos, como lo son: tectónicas, volcánicas, explosiones, meteoritos, entre otros (Instituto Geofísico, 2019).

Preguntas de Investigación

Con la finalidad de definir adecuadamente el presente estudio, se plantean preguntas de investigación en función de los objetivos específicos.

- OE1-RQ 1.** ¿Cuáles son los estudios existentes de análisis de información de eventos sísmicos?
- OE1-RQ 2.** ¿Cuáles son las herramientas y métodos utilizados para el análisis de datos sísmicos?
- OE2-RQ 1.** ¿Existen sistemas de información para la valoración de información sísmica?
- OE2-RQ 2.** ¿Cuáles son las técnicas y metodologías para implantar un sistema de análisis de datos sísmicos?
- OE3-RQ 1.** ¿Cuáles son las técnicas para validar un sistema de análisis de datos sísmicos?
- OE3-RQ 2.** ¿Existen normas y estándares que determinen si la información que un sistema de información sísmico volcánica es correcto?

Trabajos Relacionados

En el desarrollo del ítem de trabajos relacionados se utilizó varios criterios y estrategias de búsqueda que es parte de un SMS¹, en la búsqueda de estudios se utilizaron como fuentes las librerías digitales IEEExplorer, ACM Digital Library y ScienceDirect.

Definición del Objetivo

Resolver las preguntas de investigación planteadas en función de los objetivos específicos de la investigación descrita en este documento.

Definición de los criterios de inclusión y exclusión

Al realizar la búsqueda sobre las librerías digitales se obtuvo gran cantidad de estudios relacionados de manera general, motivo por el cual se aplicaron filtros que nos permitan obtener únicamente la información más relevante relacionada con la investigación. Para este estudio se tendrá en cuenta los siguientes criterios:

Criterios de inclusión

- Se tomaron los artículos desde el año 2004, con el propósito de analizar la información más actual.
- Se utilizará documentos de las librerías digitales, tales como: IEEExplorer, ACM Digital Library y ScienceDirect.

¹ Systematic Mapping Study – SMS.- El SMS permite realizar un análisis de la literatura existente sobre un determinado tema a fin de identificar el estado del arte de un tema determinado.

- Estudios relacionados con análisis de datos.
- Estudios relacionados con sismicidad.

Criterios de exclusión

- Estudios ajenos al análisis de datos.
- Estudios relacionados únicamente con sismicidad.

Definición de la estrategia de búsqueda

Revisión Inicial

La búsqueda de información inicial se realiza en función de encontrar estudios relacionados con las preguntas de investigación planteadas inicialmente.

Validación cruzada de estudios

En este ítem se verifica que los estudios encontrados cumplan tanto con los criterios de inclusión como con los de exclusión identificados anteriormente, resultando el listado primario de documentos que servirá como estudios de control y se utilizarán en los siguientes ítems.

Integración del grupo de control

El grupo de control incluye los estudios que cumplieron con los criterios descritos en la Definición de los criterios de inclusión y exclusión, esto se valida con la revisión del título, resumen o introducción, palabras claves y conclusiones. Los estudios de este grupo se detallan en la **Tabla 1**.

Tabla 1*Estudios de Control*

| N° | Estudios de Control | Librería Digital | Palabras Clave |
|-----|---|------------------|--|
| EC1 | Machine Learning for Volcano-Seismic Signals: Challenges and Perspectives | IEEE | Volcanoes, Feature extraction, Environmental factors, Transient analysis, Geospatial analysis, Signal processing algorithms, Task analysis, Seismic measurements |
| EC2 | Big Data Analysis for Spatio-Temporal Earthquake Risk-Mapping System in Indonesia with Automatic Clustering | ACM | Earthquake Data Distribution, Automatic Clustering, Spatio-Temporal Earthquake Data Distribution, Risk-Mapping Visualization |
| EC3 | Data Mining for Seismic Exploration | ACM | Data mining, Data warehouses, Impedance, Intelligent agent, Gas industry, Knowledge engineering, Design optimization, Petroleum industry, Data analysis, Displays |
| EC4 | Forecasting seismo-volcanic activity by using the dynamical behavior of volcanic earthquake rates | ScienceDirect | Dynamic behavior; Earthquake rates, Seismo-volcanic activity, Volcano monitoring |
| EC5 | Statistical analysis of free-surface variability's impact on seismic wavefield | ScienceDirect | Statistical analysis, Repeatability, Numerical simulations |
| EC6 | Data analytic engineering and its application in earthquake engineering: An overview. | IEEE | earthquake data analysis, regression model, sites specific usage, far-field, local earthquakes |
| EC7 | Discussion on influencing factors of dominant frequency of blasting seismic waves based on model of dimensional analysis and neural network | IEEE | dimensional analysis, neural network, blasting seismic waves, dominant frequency, prediction model |
| EC8 | Visualizing field-measured seismic data | IEEE | Data visualization, Earthquakes, Seismic waves, Information analysis, Multidimensional systems, Attenuation, History, Seismic measurements, Accelerometers, Acceleration |

| N° | Estudios de Control | Librería Digital | Palabras Clave |
|-----|---|------------------|---|
| EC9 | Seismic Data Analysis Based on Fuzzy Clustering | IEEE | Data analysis, Clustering algorithms, Geology, Information analysis, Algorithm design and analysis, Data visualization, Reservoirs, Predictive models, Testing, Geologic measurements |

Construcción de la cadena de búsqueda

De la Integración del grupo de control se tomaron las palabras claves que permitieron la construcción de la cadena de búsqueda, siendo las palabras seleccionadas las que se repiten con mayor frecuencia.

Los conectores usados en la construcción de las cadenas de búsqueda serán AND en las palabras que se encuentran en diferentes contextos y OR para las palabras que se encuentren en el mismo contexto.

En la **Tabla 2** se muestra 53 palabras claves, de las cuales 4 palabras claves se repiten en dos estudios de control, motivo por el cual se obtuvo los términos comunes.

Tabla 2

Palabras Clave vs. Estudios de Control

| N° | Palabras Clave | EC1 | EC2 | EC3 | EC4 | EC5 | EC6 | EC7 | EC8 | EC9 | Rep. | Términos comunes |
|----|------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|----------------------|
| 1 | Data analysis | | | x | | | | | | x | 2 | data analysis |
| 2 | Data visualization | | | | | | | | x | x | 2 | data |
| 3 | Information analysis | | | | | | | | x | x | 2 | information analysis |
| 4 | Seismic measurements | x | | | | | | | x | | 2 | seismic |
| 5 | Data mining | | | x | | | | | | | 1 | data |
| 6 | Data warehouses | | | x | | | | | | | 1 | data |
| 7 | earthquake data analysis | | | | | | x | | | | 1 | earthquake |
| 8 | Earthquake Data Distribution | | x | | | | | | | | 1 | earthquake |

| | | | | | | | |
|----|-------------------------------|---|---|---|---|---|--------------------|
| 9 | Earthquake rates | | x | | | 1 | earthquake |
| 10 | Earthquakes | | | | x | 1 | earthquake |
| 11 | Seismic waves | | | | x | 1 | seismic |
| 12 | Statistical analysis | | x | | | 1 | analysis |
| 13 | Task analysis | x | | | | 1 | analysis |
| 14 | Transient analysis | x | | | | 1 | analysis |
| 15 | Algorithm design and analysis | | | | x | 1 | algorithm analysis |
| 16 | Clustering algorithms | | | | x | 1 | algorithm |
| 17 | dimensional analysis | | | | x | 1 | analysis |
| 18 | Geospatial analysis | x | | | | 1 | analysis |
| 19 | local earthquakes | | | x | | 1 | earthquake |
| 20 | Predictive models | | | | x | 1 | model |
| 21 | regression model | | | x | | 1 | model |

La cadena de búsqueda se elaboró en función de las palabras claves con mayor repetición y términos comunes, utilizando un filtro de tiempo desde el año 2004 a 2019 y sobre la librería digital IEEEExplorer. En la **Tabla 3** se muestra las cadenas de búsqueda y sus resultados.

Tabla 3

Cadenas de Búsqueda

| Nº | Cadena de Búsqueda | Núm. de Estudios |
|-----|---|------------------|
| CB1 | (Data analysis AND Data visualization AND Information analysis AND Seismic measurements) | 7 |
| CB2 | ((Data analysis OR Information analysis) AND Data visualization AND Seismic measurements) | 11 |
| CB3 | ((Information analysis) AND algorithm AND model) AND (seismic OR earthquake) | 93 |
| CB4 | ((data OR information) AND analysis AND (seismic)) AND ((Predictive models OR regression model) AND (Clustering algorithms OR Signal processing algorithms OR Algorithm design and analysis)) | 7 |
| CB5 | ((Information analysis) AND algorithm* AND model*) AND (seismic OR earthquake) | 94 |
| CB6 | ("Data analysis" OR "Data visualization" OR "Data mining" OR "Data warehouses" OR "Information analysis") AND seismic AND algorithm) | 90 |
| CB7 | ("Data analysis" OR "Data mining" OR "Data warehouses" OR "Information analysis") AND seismic AND algorithm) | 79 |
| CB8 | ((("Data analysis" OR "Data mining" OR "Data warehouses" OR "Information analysis") AND (seismic OR earthquake) AND algorithm) | 150 |

Las cadenas de búsquedas arrojaron resultados diversos, siendo la cadena de búsqueda CB7 la que utilizaremos para la búsqueda de los estudios primarios.

(("Data analysis" OR "Data mining" OR "Data warehouses" OR "Information analysis") AND seismic AND algorithm)

Una vez obtenidos los estudios con la cadena de búsqueda CB7, se realizó una breve revisión de los estudios obteniendo los estudios primarios que se detallan a continuación:

Seismic Data Analysis Based on Fuzzy Clustering. Pengcheng Xu, Wenkai Lu, Benfeng Wang. 2019

Este estudio trata sobre la utilización de la agrupación difusa no supervisada basada en el algoritmo fuzzy c-means en datos sísmicos, la cual tiene la capacidad de crear un mapeo de datos útiles de los datos al reducir gran cantidad de atributos, que no pueden ser visualizados en mapas. Se ha demostrado la validez de este método con un modelo de prueba y la aplicación actual.

Study on seismic magnitude prediction based on combination algorithm. Zhou, W., Kan, J., & Sun, S. 2017

Para reducir el impacto de un terremoto sobre la vida humana y mejorar la capacidad de predicción de magnitud, en este estudio los autores proponen un modelo de predicción de magnitud en diferentes sitios construido con un algoritmo de combinación entre SVM (máquina de vectores de soporte) y redes neuronales basado en los datos de sismicidad existente, obteniendo como resultados de sus experimentos que la capacidad predictiva del algoritmo de combinación es más efectiva que el uso común del SVN o redes neuronales.

An Earthquake Sequential Pattern Mining Algorithm Based on General Constraint. Wu, S., Fang, M., Li, Y., & Zhang, B. 2008

En este estudio los autores presentan un algoritmo de minería de patrones secuenciales mejorado PBGC (algoritmo de minería de patrones secuenciales basado en restricciones generales),

utilizando el conocimiento sísmico como restricción general para limitar los patrones de secuencia y mejorar la idoneidad y el valor del resultado.

Discrimination of Earthquakes and Explosions Using Chirp-Z Transform Spectrum Features. Hanming, H., Rui, L., Jun, L. S., & Ju, B. Y. 2009

Los autores proponen un algoritmo de extracción de características para el análisis del espectro de ondas sísmicas mediante el uso de la transformada Chirp-Z, este algoritmo resulta útil para mejorar la precisión del problema de discriminación y en los resultados experimentales muestran su prioridad a la clásica transformada de Fourier.

Towards an efficient compression algorithm for seismic data. Al-Moohimeed, M. A. 2004

La recopilación de datos sísmicos involucra grandes volúmenes de datos en el rango de cientos de terabytes, por lo que en este estudio los autores presentan un algoritmo de filtrado adaptativo para la compresión de datos sísmicos basado en la transformada de paquetes wavelet, con el objetivo de lograr mayores tasas de compresión para estos datos con una calidad superior a 40 dB en la perspectiva SNR. Los autores realizaron pruebas del algoritmo en diferentes grupos de datos sísmicos, siendo los resultados más eficientes en comparación con algoritmos similares.

Resultados

En la revisión de literatura en especial en los estudios primarios se identificó el uso de algoritmos aplicado a un conjunto de datos sísmicos para resolver temas como compresión, análisis, predicción, entre otros; que se requiere en las diferentes etapas de la gestión de los datos sísmicos, mejorando en gran medida los resultados de cada una de sus etapas.

Se ha evidenciado que las investigaciones de los diferentes estudios están relacionadas con el proyecto que se plantea en este documento, mas no se ha encontrado estudios similares o iguales. Así también se evidencia que no se ha trabajado en la entrega de información estadística inmediata.

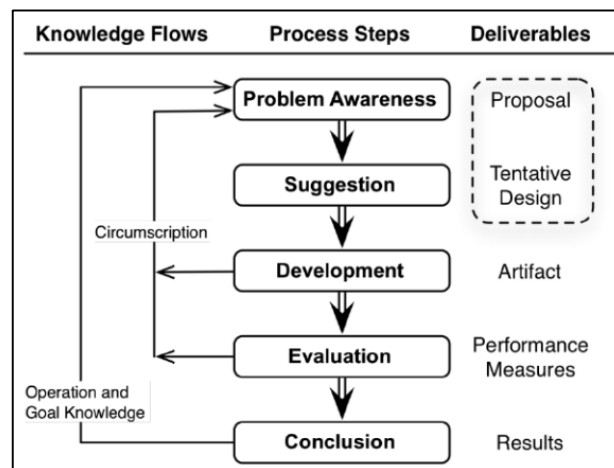
Metodología

Metodología de la Investigación: Design Science Research

La metodología Design Science Research (DSR) tiene como principio fundamental el conocimiento y entendimiento del problema y su solución, por medio de la construcción un artefacto.

Figura 5

Pasos generales DSR



Nota: El gráfico muestra los pasos generales DSR. Tomado de *Design Research in Information Systems*, por Vaishnavi, V., & Kuechler, W., 2004.

Pasos del proceso (Helms et al., 2018), ver **Figura 5:**

1. *Conocimiento del Problema.* – El investigador propone el estudio de un caso relevante e interesante, en función de una necesidad existente.
2. *Sugerencia.* – definirse las medidas y los métodos de evaluación adecuados con respecto a la utilidad, calidad y eficiencia de un artefacto de diseño.
3. *Desarrollo.* - se proponen métodos de investigación necesarios para ser aplicados en el desarrollo del artefacto. En este paso se requiere varias iteraciones para ajustar el artefacto al requerimiento inicial.
4. *Evaluación.* - se evalúa el artefacto o artefactos en función de los criterios y método previamente definidos, y se comprueba si el artefacto soluciona el problema planteado en el paso 1, además se evalúa si el objetivo propuesto soluciona y aporta en el desarrollo del artefacto.
5. *Conclusión.* - genera las ideas finales de la investigación e indica que el ciclo de la investigación ha finalizado.

Metodología para el Diseño de Almacenes de Datos

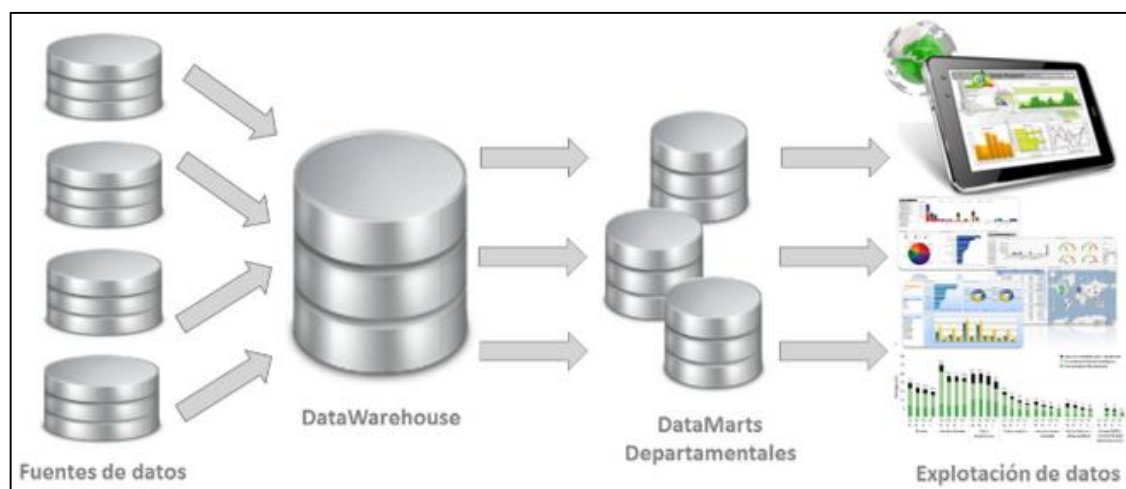
En la actualidad existen variedad de metodologías de diseño y construcción de almacenes de datos (Biggek, 2015). La metodología de Kimball y la de Inmon se imponen entre la mayoría, aunque los productores de software buscan posicionar sus metodologías conjuntamente con sus aplicaciones (Rivadera, 2010).

Descripción de Metodologías:

Metodología de Inmon

Figura 6

Arquitectura según Inmon



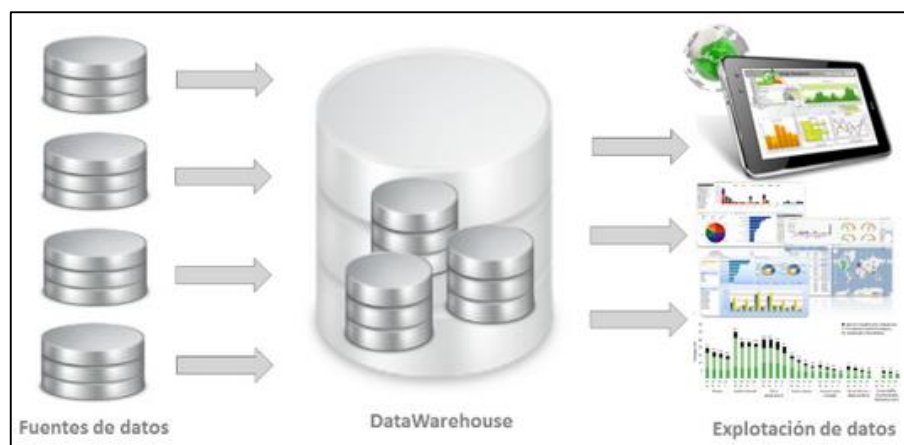
Nota: El gráfico representa la Arquitectura según Inmon. Tomado de *Arquitectura BI (Parte II): El enfoque de William H. Inmon*, por Biggek, 2015.

La metodología de Inmon fue definida por Bill Inmon, quien es denominado el Padre de la definición de datawarehouse (almacén de datos). La metodología utiliza una técnica “Top-down” (descendente) del problema enfocada en toda la organización, donde para desarrollar un almacén de datos se requiere construir una estructura de datos en tercera forma normal (3FN), normalizada y limpia. Donde los datos a ser insertados requieren ser previamente depurados y ubicarse en un área de carga (date stage). En el almacén de datos se generan los datamarts (sub almacenes de datos) agrupados en forma lógica (Garcés, 2015).

Metodología de Ralph Kimball

Figura 7

Arquitectura básica de un Almacén de Datos según Kimball



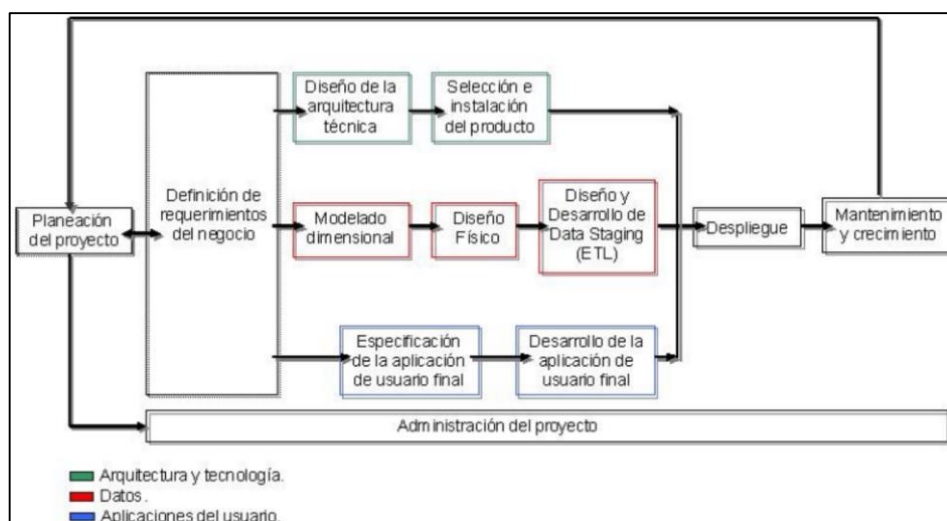
Nota: El gráfico representa la Arquitectura según Kimball. Tomado de *Conceptos de Data Warehouse: enfoque de Kimball vs. Inmon, por Astera, 2019.*

La metodología de Kimball, fue creada por Ralph Kimball en 1986 conocido como el “Gurú del Data Warehouse”. La metodología utiliza el procedimiento “Botton-up” (ascendente), para diseñar y construir la lógica del modelo, en el cual cada modelo dimensional está formado por la tabla principal llamada “tabla de Hechos”, y varias tablas denominadas “dimensiones” (Garcés, 2015).

El procedimiento ascendente se refiere a que se inicia modelando una datamart (subconjunto) con un área específica de la organización, con el propósito de mostrar resultados a corto plazo, y trabajar con el recurso humano requerido acorde al área donde se esté trabajando.

Figura 8

Ciclo de vida para la construcción de un almacén de desarrollo según Kimball



Nota: El gráfico representa la Arquitectura según Inmon. Tomado de Metodologías para desarrollar Almacén de Datos, por Leonard, E., & Castro, Y., 2013.

Su ciclo de vida cuenta de 6 fases, ver **Figura 8**:

1. *Fase 1. – “Planificación”*: en esta fase se establece el propósito, los objetivos y el alcance de este trabajo.
2. *Fase 2. – “Análisis de requerimientos”*: es una fase importante, en la que se requiere aprender lo posible de la organización tanto interna como externamente e identificar los requerimientos de los diferentes usuarios o grupos de usuarios, por medio de la observación y las entrevistas. En función del levantamiento de requerimientos se identificará los temas analíticos, así como los procesos de negocio, con esta información se puede generar la matriz de “procesos / dimensiones” conocida como Bus Matrix.
3. *Fase 3. – “Modelado dimensional”*: es un proceso dinámico y en gran medida iterativo el diseñar el modelo dimensional involucra 4 pasos: 1. Seleccionar del proceso de negocio, 2. Definir el

nivel de granularidad, 3. Definir las dimensiones, y 4. Definir la tabla de hechos con las medidas respectivas.

4. *Fase 4. – “Diseño físico”*: ésta fase se enfoca en escoger las estructuras requeridas en el soporte del diseño lógico.
5. *Fase 5. – “Diseño del sistema de extracción, transformación y carga (ETL)”*: ésta fase permitirá alimentar el almacén de datos, desde una fuente pasara por un proceso de transformación y finalmente serán depositados en el destino.
6. *Fase 6. – “Especificación y desarrollo de aplicaciones de BI”*: una de las fases más importantes, donde se mostrarán los reportes y aplicaciones de análisis.

Comparación de Metodologías

La comparación de las metodologías se realizó tomando algunos “Criterios de evaluación de metodologías de proyectos BI” propuestos por (Garcés, 2015) ver **Tabla 4**, y los criterios generales requeridos en este proyecto ver **Tabla 5**:

Tabla 4

Criterios de Evaluación Metodologías de Proyectos BI

| Fases | Criterio |
|------------------------------|---|
| 1 Requerimientos | Determinación de requerimientos Características de la organización Análisis de usuarios |
| 2 Estrategia de proyecto | Cuantificar el tiempo para cumplir la necesidad (corto-mediano-largo plazo) Definir ventajas y desventajas |
| 3 Planificación del proyecto | Cronograma de actividades Definición de responsabilidades y grupo de trabajo |
| 4 Selección de la tecnología | Entorno actual tecnológico de la organización Definición de tecnologías |
| 5 | Determinación del modelo de información |

| | | |
|---|--|--|
| | Diseño del sistema de información | Diseño de la interfaz de usuario Análisis de requerimientos (indicadores) Modelo conceptual Análisis OLTP Conformar indicadores |
| 6 | Elaboración del sistema de información | Nivel de granularidad Nivel conceptual ampliado Modelo lógico de la estructura del DW Tablas de dimensiones Tablas de hechos Procesos ETL |

Nota: Se elaboró en base a lo expuesto por (Garcés, 2015)

Tabla 5

Criterios Generales

| | Inmon | Kimball |
|---|-------------------------|---------------------------------------|
| Énfasis | DWH | DataMarts |
| Requerimientos de datos a integrar | Toda la organización | Áreas individuales de la organización |
| Habilidad Requerida | Equipo de Especialistas | Equipo General |
| Tiempo | Mayor tiempo de inicio | Menor tiempo para preparar el inicio |
| Costo | Alto | Bajo |
| Mantenimiento | Fácil | Complejo |

Nota: Se construyó con información de (Astera, 2019) (Alvarado, 2012)

La metodología de Kimball e Inmon serán comparadas en función de los criterios descritos en la **Tabla 4** y **Tabla 5**, con los valores que se muestran en la **Tabla 6**.

Tabla 6

Valores de comparación

| Símbolo | Descripción | Valor |
|---------|---------------------|-------|
| ✓ | Si cumple | 1 |
| -- | Cumple parcialmente | 0.5 |
| X | No cumple | 0 |

Tabla 7

Comparativa de Criterios de Evaluación Metodologías de Proyectos BI

| Fases | Criterio | M. Kimball | M. Inmon |
|------------------------------|--|------------|-----------|
| 1 | Requerimientos | ✓ | ✓ |
| | | X | X |
| | | -- | -- |
| 2 | Estrategia de proyecto | ✓ | ✓ |
| | | -- | -- |
| 3 | Planificación del proyecto | ✓ | ✓ |
| | | ✓ | ✓ |
| 4 | Selección de la tecnología | ✓ | ✓ |
| | | ✓ | ✓ |
| 5 | Diseño del sistema de información | ✓ | ✓ |
| | | ✓ | ✓ |
| | | ✓ | ✓ |
| | | ✓ | ✓ |
| | | ✓ | ✓ |
| 6 | Elaboración del sistema de información | ✓ | ✓ |
| | | ✓ | ✓ |
| | | ✓ | ✓ |
| | | ✓ | -- |
| | | ✓ | -- |
| | | ✓ | ✓ |
| Total de Cumplimiento | 21 criterios | 19 | 18 |

Tabla 8*Comparativa de Criterios Generales*

| | Inmon | | Kimball | |
|---|-------------------------|----------|---------------------------------------|----------|
| Énfasis | DWH | ✓ | DataMarts | ✓ |
| Requerimientos de datos a integrar | Toda la organización | X | Áreas individuales de la organización | ✓ |
| Habilidad Requerida | Equipo de Especialistas | X | Equipo General | ✓ |
| Tiempo | Mayor tiempo de inicio | X | Menor tiempo para preparar el inicio | ✓ |
| Costo | Alto | X | Bajo | ✓ |
| Mantenimiento | Fácil | ✓ | Complejo | X |
| Total de Cumplimiento | | 2 | | 5 |

Selección de Metodología

Conforme a la comparación realizada sobre los criterios de evaluación de metodologías de BI en la **Tabla 7** y los criterios generales en la **Tabla 8**; se evidenció que en el desarrollo de este trabajo la metodología que se ajusta con los criterios requeridos es la propuesta por Ralph Kimball. La metodología Kimball provee un enfoque “Botton-up” el cual resulta ser muy versátil, desprendiendo ventajas como: menor tiempo inicial, bajos costos, se puede iniciar con pequeños datamart en áreas determinadas de la organización y luego integrarlos en un gran almacén de datos.

Capítulo III

Diseño e Implementación del Sistema de Información para la Valoración de Nivel de Sismicidad

Volcánica

Fase 1. Planificación

Definición del Trabajo

Este trabajo nace con el propósito de brindar una herramienta BI que solvete la necesidad de tener información actualizada y resumida de la información sísmica de los volcanes, sin depender de terceros, para que el experto que analice la información pueda tomar decisiones acertadas.

Objetivos, Justificación y Alcance

La organización de este trabajo se desarrolló en el capítulo 0, en la sección Objetivos de la investigación y en la sección Justificación, Importancia y Alcance del Proyecto.

De manera general se puede indicar que la solución al problema aquí planteado se basa en diseñar un datamart con información que genere valor para la valoración de nivel sismicidad volcánica, utilizando herramientas y definiciones de analítica de datos.

Cronograma de Actividades

Este trabajo cuenta con 5 etapas, que están planificadas como se muestra en la **Tabla 9**.

Tabla 9*Planificación de Actividades*

| ETAPAS | Mes 01 | | | | Mes 02 | | | | Mes 03 | | | | Mes 04 | | | | Mes 05 | | | | Mes 06 | | | |
|---|--------|-----|-----|-----|--------|-----|-----|-----|--------|-----|-----|-----|--------|-----|-----|-----|--------|-----|-----|-----|--------|-----|-----|-----|
| | S01 | S02 | S03 | S04 | S05 | S06 | S07 | S08 | S09 | S10 | S11 | S12 | S13 | S14 | S15 | S16 | S17 | S18 | S19 | S20 | S21 | S22 | S23 | S24 |
| PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ESTADO DEL ARTE - MARCO REFERENCIAL | | | | | | | | | ■ | | | | | | | | | | | | | | | |
| DESARROLLO DEL PROYECTO | | | | | | | | | | | | | | | | | ■ | | | | | | | |
| DISCUSION DE RESULTADOS CONCLUSIONES Y LINEAS DE TRABAJO FUTURO | | | | | | | | | | | | | | | | | ■ | | | | ■ | | | |

Presupuesto y Financiamiento**Tabla 10***Presupuesto*

| Tipo | Detalle | Cantidad | Precio | Total |
|---------------------------------|--|----------|----------|-----------------|
| Operativa | Recurso humano por días | 120 | 32.00 | 3,840.00 |
| Operativa | Material de Oficina: resma papel BONA4, lapices, cuaderno, carpetas | 1 | 10.00 | 10.00 |
| Operativa | Impresora | 1 | 300.00 | 300.00 |
| Software | Herramienta para gestionar y compartir referencias bibliográficas y documentos de investigación, | 1 | - | - |
| Software | Herramientas de transformación de datos (ETL's), | 1 | - | - |
| Software | Herramientas de almacenamiento de información (bases de datos), | 1 | - | - |
| Software | Herramientas de inteligencia de negocios, | 1 | - | - |
| Software | Herramientas de desarrollo para el sistema de información propuesto | 1 | - | - |
| Hardware | Equipo portátil Lenovo i7 2.70 GHz, 8 GB RAM, 256 GB Disco Duro SSD | 1 | 1,200.00 | 1,200.00 |
| Hardware | Equipo - Servidor de Base de Datos | 1 | - | - |
| Hardware | Equipo - Desarrollo | 1 | - | - |
| Total (valor aproximado) | | | | 5,350.00 |

El trabajo será financiado con fondos propios del responsable del proyecto, en la **Tabla 10** se muestra el presupuesto con valores aproximados. Se debe indicar que las herramientas a utilizar en este proyecto serán definidas en función de organización donde se desarrollara el mismo, así mismo las versiones y equipos requeridos para el funcionamiento de la solución a propuesta. En el caso de contar

con los recursos por parte de la organización se utilizará máquinas virtuales para el funcionamiento de la solución propuesta.

Asignación de Carga de Trabajo

Este trabajo será ejecutado por la responsable de trabajo, con el apoyo del tutor asignado.

Fase 2. Análisis de requerimientos

La fase de análisis de requerimientos se dividió en tres partes:

- La primera un periodo de exploración, que consistió en la observación del proceso actual;
- Seguida por entrevistas a diferentes usuarios, los usuarios se definieron en el punto anterior, y;
- Como último punto en función de la información recopilada se realizó el formulario de requerimientos.

Exploración Inicial

En este punto se realizó un periodo de observación previa sobre el proceso actual, donde, se revisó los formularios contenidos en los archivos BASE_VOLCANES con la información de la sismicidad volcánica utilizada por los diferentes usuarios, para la revisión y análisis de información.

Los formularios contenidos en todos los archivos BASE_VOLCANES son:

- **Formularios Transaccionales:**
 - Sismicidad de eventos localizados
 - Sismicidad de eventos no localizados
 - Estaciones del Volcán

- **Formularios de Reportes por volcán**

- Resumen de sismicidad de eventos localizados
- Resumen de sismicidad de eventos no localizados
- Resumen de sismicidad de eventos no localizados por día
- Resumen de sismicidad de eventos no localizados por día por tipo de evento

Los usuarios que utilizan los archivos base volcanes son:

- **Operador (usuario Centro Terras):** usuarios que se encargan del procesamiento de los eventos localizados y no localizados, utilizan la base volcanes para verificar los eventos procesados al momento de actualizar el archivo.
- **Responsables de Volcanes (usuarios de Sismología):** usuarios que revisan, analizan e interpretan la información de los eventos procesados.
- **Usuarios de Consulta:** usuarios que requieren ver la información de manera general.

Se debe recalcar, que quienes requieren continuamente hacer un análisis de la información son los Responsables de Volcanes.

Entrevistas a usuarios

Luego de realizar la exploración inicial, la cual permitió una mejor comprensión sobre el proceso actual. Se realizó un análisis sobre los usuarios a entrevistar, donde los encargados de analizar la información son los responsables de volcanes. En este grupo se realizó la entrevista a varios usuarios.

Las entrevistas sobre el proceso actual se realizaron a los usuarios se listan a continuación:

- 1) ¿Qué decisiones se toman regularmente?

- 2) ¿Qué información clave requiere para la toma de decisiones?
- 3) ¿Cuál es el nivel de dificultad, para obtener esta información (fácil / difícil)?
- 4) ¿Qué reportes apoyan su trabajo constantemente?
- 5) ¿Cuáles son los datos relevantes en el reporte?
- 6) ¿Cómo es utilizada la información de los reportes?
- 7) ¿Si los reportes fueran dinámicos, cuál sería su uso?"
- 8) ¿Con qué frecuencia se requiere la información (diario / semanal / trimestral / semestral / anual)?
- 9) ¿Hay preguntas sin responder?
- 10) ¿Existe información faltante relevante en los reportes?"
- 11) ¿Se utilizan métricas para el proceso actual, si la respuesta afirmativa indicar cuales son las métricas?
- 12) ¿Con qué frecuencia en la que se obtiene las métricas?
- 13) ¿Las métricas permiten medir el alcance de los objetivos, si la respuesta afirmativa indicar cuales son los objetivos?
- 14) ¿Qué procesos o áreas son importantes en la ejecución exitosa de este proceso?
- 15) ¿Con quién se realiza el análisis de esta información?"
- 16) ¿El método actual como le ayuda en su trabajo y en la toma de decisiones?
- 17) ¿Cuál es el factor crítico de éxito en este proceso?
- 18) ¿Qué debe cumplir este trabajo, para ser considerado exitoso?

El resumen del resultado de las entrevistas se muestra en la **Tabla 11**.

Tabla 11

Resumen respuestas de las encuestas, para levantar requerimientos

| # | Punto clave pregunta | N° Preg. | Respuesta |
|----|--|----------|---|
| 1 | Decisiones frecuentes | 1 | Nivel de actividad interna (baja / moderada / alta) del volcán. Se define la emisión de informes a la comunidad. |
| 2 | Información clave | 2 | Número de eventos Tipo de eventos |
| 3 | Disponibilidad de reportes | 3 | - Que los datos se encuentren al día (procesamiento por parte del Operador) - Que los eventos estén bien clasificados (procesamiento adecuado) - Problemas de acceso al repositorio (poco frecuente) - No se puede acceder a los archivos desde afuera del instituto |
| 4 | Reportes usados constantemente | 4 | Gráficas: - Número de sismos / tiempo - Magnitud de sismos / tiempo - RSAM + Deformación (datos no continuos) |
| 5 | Datos relevantes | 5 | - Nivel de sismicidad - Número de sismos / tiempo (diario, mensual, anual) - Sismos importantes: Magnitud tipo de evento - Energía |
| 6 | Presentación de reportes | 6 7 | => Se plotea los eventos en mapas: magnitud (asocian a fuentes por espectros), ubicación, formar: tendencia sismos magnitudes, energía => La diferencia de la sismicidad en periodos distintos de tiempo en un volcán |
| 7 | Frecuencia en el uso de reportes | 8 | Depende del nivel de actividad, por lo general se requiere en la mínima media: diario |
| 8 | Información faltante relevante | 9 10 | Si, los gráficos de tendencia (energía) |
| 9 | Métricas | 11 | No se utiliza en todos los volcanes |
| 10 | Frecuencia de obtención de Métricas ?? | 12 | N/A |
| 11 | Objetivos | 13 | N/A |
| 12 | Interacción con procesos / áreas | 14 15 | => Sistemas (parte tecnológica), Técnica (mantenimiento estaciones), Centro Terras (Procesamiento), Sismología (interpretación) => Sismología y Centro Terras |
| 13 | Desempeño del sistema actual | 16 | |
| 14 | Factor crítico | 17 | Calidad de Procesamiento Disponibilidad oportuna de la información de la Estación (estaciones que no ingresan online) |
| 15 | Metas del trabajo actual | 18 | La información debe ser dinámica Poder acceder desde cualquier sitio |

Formulario de Requerimientos

Con la información obtenida de las entrevistas, fue posible identificar los temas analíticos, así como los procesos del negocio. De esta manera se pudo agrupar en requerimientos comunes, ver **Tabla 12**.

Tabla 12

Temas analíticos

| Tema Analítico | N° | Análisis o requerimiento inferido o pedido | Proceso de negocio de soporte | Comentarios |
|---|----|---|---|---|
| Sismicidad Volcánica de Eventos Localizados | 1 | Análisis histórico de la sismicidad volcánica de eventos localizados | Procesamiento de eventos localizados | Mostrar el número de eventos: por fecha, por volcán, por tipo de evento por operador |
| Sismicidad Volcánica de Eventos No Localizados | 2 | Análisis histórico de la sismicidad volcánica de eventos no localizados | Procesamiento de eventos no localizados | Mostrar el número de eventos: por fecha, por volcán, por tipo de evento. |
| Sismicidad Volcánica de Eventos Localizados / No Localizados | 3 | Análisis histórico de la sismicidad volcánica, tanto de los eventos localizados como los no localizados | Procesamiento de eventos localizados / eventos no localizados | Mostrar el número de eventos: por fecha, por volcán, por tipo de evento. * Relacionando los eventos localizados y no localizados |

A partir del análisis de la **Tabla 12** se elaboró la matriz de “procesos / dimensiones” (Bus Matrix), ver

Tabla 13.

Tabla 13

Matriz de procesos/dimensiones

| Proceso del Negocio | Volcán | Tipo de Eventos | Tipo de Evento | Volcánico | Fecha | Tiempo | Estado de Evaluación | Tipo de Magnitud Preferida | Evento Localizado | Evento No Localizado | Estación | Canal |
|---|--------|-----------------|----------------|-----------|-------|--------|----------------------|----------------------------|-------------------|----------------------|----------|-------|
| Procesamiento de eventos localizados | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | | |
| Procesamiento de eventos no localizados | ✓ | | ✓ | ✓ | ✓ | | | | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |

Especificación de Requerimientos (ERS) según estándar IEEE 830

En este ítem se detalla los requerimientos de la Sismicidad Volcánica, en función de los ítems anteriores.

- **Propósito**
 - El levantamiento de los ERS tiene el objetivo facilitar el desarrollo del aplicativo.
- **Acrónimos**

Tabla 14

Acrónimos de ERS

| Acrónimo | Descripción |
|--------------|---|
| RF## | RF = Requerimiento Funcional ## = número de requerimiento (secuencial) |
| RNF## | RNF = Requerimiento No Funcional ## = número de requerimiento (secuencial) |

- **Suposiciones y Dependencias**

El aplicativo ha sido desarrollado con herramientas que han sido instalada en un ambiente con sistema operativo Windows. Más, sin embargo, el consumo del aplicativo por parte del usuario será a través de un navegador web.

- **Requerimientos Funcionales**

Tabla 15

Requerimiento Funcional 01

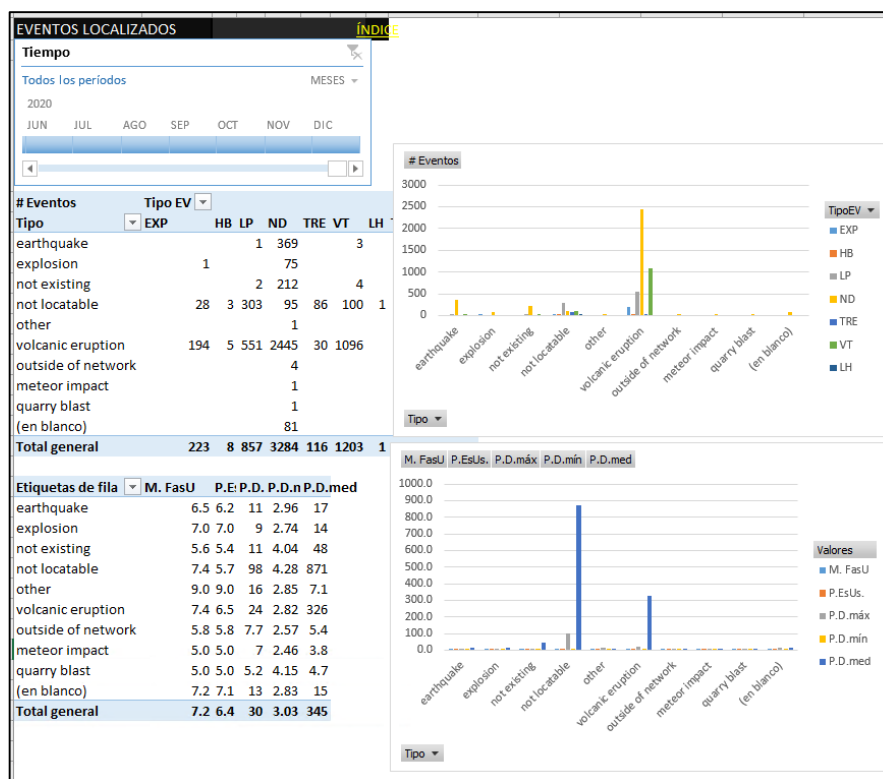
| | |
|------------------------|--|
| Requerimiento | RF01 |
| Nombre | Obtener la sismicidad volcánica de los Eventos Localizados |
| Tema Analítico | Sismicidad Volcánica de Eventos Localizados |
| Proceso Soporte | Procesamiento de eventos localizados |

Descripción del Requerimiento El sistema permitirá análisis histórico de la sismicidad volcánica de eventos localizados según los filtros solicitados al momento.

Características Mostrar el número de eventos localizados: por fecha, por volcán, por tipo de evento y por operador.

Detalle: Actualmente este requerimiento en su mayor parte se entrega en un archivo Excel, sin embargo, no se cuenta con uno por operador por lo que se creará uno nuevo.

| | A | B | C | D | E | F | G | H | I |
|----|------------|----------|---------------|----------|-----------------|----------|--------------|----------------------|--------------|
| 1 | Volcan | idEvento | Evento | idOrigin | Tiempo | TiempoMS | Latitud | InsertidumbreLatitud | Longitud |
| 2 | Tungurahua | 4 | igepn2011jvbo | 4 | 20/5/2011 14:31 | 310984 | -1.477228403 | 2.554686546 | -78.45495605 |
| 3 | Tungurahua | 5 | igepn2011jvrd | 5 | 20/5/2011 22:21 | 389246 | -1.472745776 | 2.421725988 | -78.44889069 |
| 4 | Tungurahua | 9 | igepn2011jwin | 9 | 21/5/2011 7:14 | 740512 | -1.470917583 | 2.465211153 | -78.44760895 |
| 5 | Tungurahua | 10 | igepn2011jxgu | 10 | 21/5/2011 19:25 | 471487 | -1.472525954 | 2.499666691 | -78.44329071 |
| 6 | Tungurahua | 12 | igepn2011jxml | 12 | 21/5/2011 22:14 | 848605 | -1.478428364 | 3.639771938 | -78.44606018 |
| 7 | Tungurahua | 11 | igepn2011jxmb | 11 | 21/5/2011 22:14 | 123346 | -1.475884914 | 3.837436438 | -78.4276123 |
| 8 | Tungurahua | 13 | igepn2011jydw | 13 | 22/5/2011 7:04 | 803813 | -1.469401598 | 2.764631987 | -78.44372559 |
| 9 | Tungurahua | 15 | igepn2011kaaf | 15 | 23/5/2011 7:28 | 160280 | -1.496256351 | 11.12600327 | -78.46596527 |
| 10 | Tungurahua | 22 | igepn2011kcht | 22 | 24/5/2011 13:37 | 217764 | -1.473046899 | 2.6647017 | -78.44578552 |
| 11 | Tungurahua | 24 | igepn2011kckm | 24 | 24/5/2011 15:01 | 319048 | -1.463123441 | 2.850027323 | -78.43501282 |
| 12 | Tungurahua | 25 | igepn2011kdec | 25 | 25/5/2011 0:50 | 823024 | -1.472292542 | 2.322284698 | -78.46247864 |
| 13 | Tungurahua | 26 | igepn2011kdsb | 26 | 25/5/2011 7:52 | 278423 | -1.457270503 | 2.288106918 | -78.44651794 |



Prioridad Alta

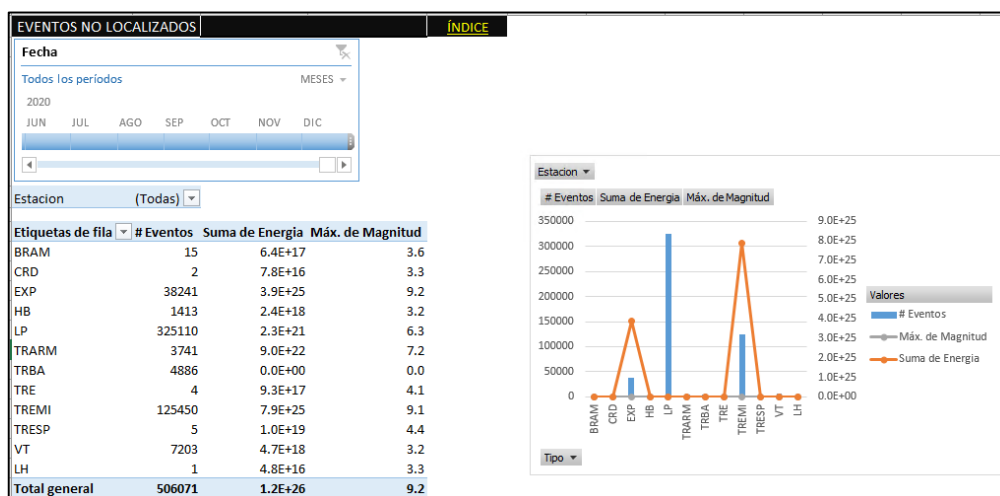
Tabla 16

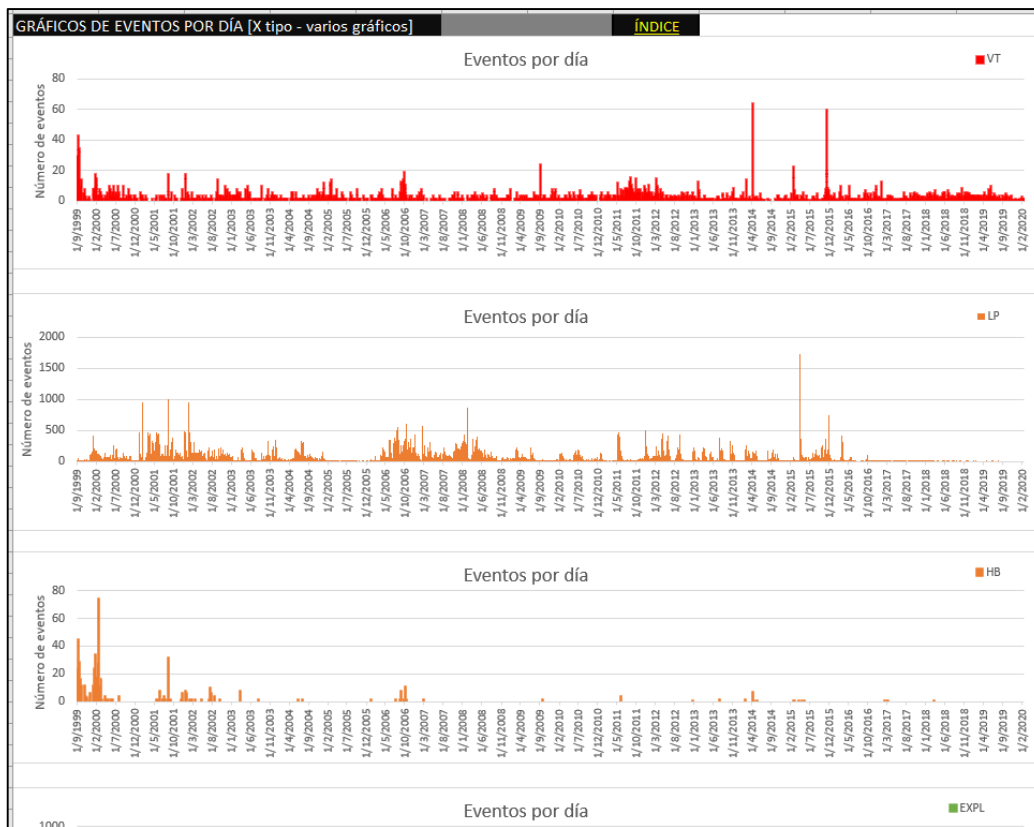
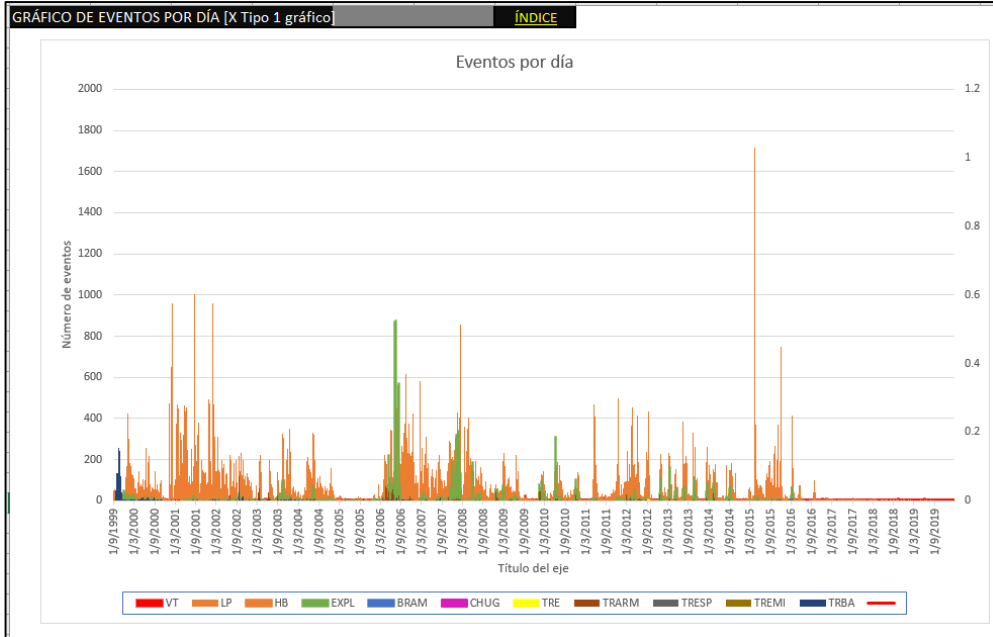
Requerimiento Funcional 02

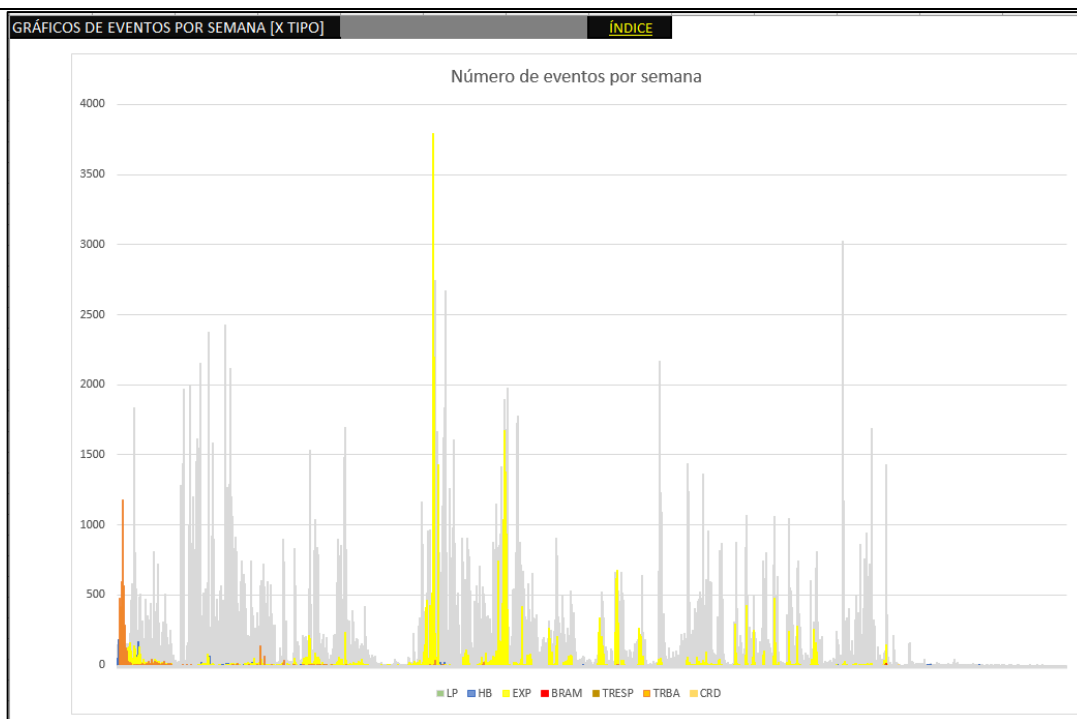
| | |
|--------------------------------------|--|
| Requerimiento | RF02 |
| Nombre | Obtener la sismicidad volcánica de los Eventos No Localizados |
| Tema Analítico | Sismicidad Volcánica de Eventos No Localizados |
| Proceso Soporte | Procesamiento de eventos no localizados |
| Descripción del Requerimiento | El sistema permitirá análisis histórico de la sismicidad volcánica de eventos no localizados según los filtros solicitados al momento. |
| Características | Mostrar el número de eventos localizados: por fecha, por volcán, por tipo de evento y por operador. |

Detalle: Actualmente este requerimiento se entrega en un archivo Excel.

| | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L |
|----|----------------|----------|------|--------|--------|--------|-----------|------|--------------|----------|-------------|------------------|
| | FechaHora | Fecha | Tipo | T(S-P) | AmpMáx | AmpMin | AmpUnidad | Coda | Periodo(seg) | Magnitud | Energía | Estacion |
| 1 | 1/9/1999 7:21 | 1/9/1999 | HB | 1.1 | | | cuentas | | 35 | 0.0E+00 | 2.383106541 | 2.36952E+15 ARA2 |
| 3 | 1/9/1999 21:44 | 1/9/1999 | VT | 0.6 | | | cuentas | | 25 | 0.0E+00 | 2.134498421 | 1.00403E+15 ARA2 |
| 4 | 1/9/1999 22:39 | 1/9/1999 | VT | 1.5 | | | cuentas | | 15 | 0.0E+00 | 1.837595814 | 3.60076E+14 ARA2 |
| 5 | 1/9/1999 22:49 | 1/9/1999 | VT | 1.5 | | | cuentas | | 50 | 0.0E+00 | 2.658212097 | 6.12799E+15 ARA2 |
| 6 | 1/9/1999 23:01 | 1/9/1999 | VT | 1.5 | | | cuentas | | 20 | 0.0E+00 | 2.013586369 | 6.61271E+14 ARA2 |
| 7 | 2/9/1999 1:23 | 2/9/1999 | HB | 1 | | | cuentas | | 20 | 0.0E+00 | 1.999498869 | 6.29866E+14 ARA2 |
| 8 | 2/9/1999 1:58 | 2/9/1999 | VT | 1.5 | | | cuentas | | 30 | 0.0E+00 | 2.28500743 | 1.68854E+15 ARA2 |
| 9 | 2/9/1999 2:14 | 2/9/1999 | VT | 1.5 | | | cuentas | | 20 | 0.0E+00 | 2.013586369 | 6.61271E+14 ARA2 |
| 10 | 2/9/1999 2:22 | 2/9/1999 | HB | 1.2 | | | cuentas | | 20 | 0.0E+00 | 2.005133869 | 6.42245E+14 ARA2 |
| 11 | 2/9/1999 2:30 | 2/9/1999 | VT | 1.1 | | | cuentas | | 20 | 0.0E+00 | 2.002316369 | 6.36026E+14 ARA2 |
| 12 | 2/9/1999 3:41 | 2/9/1999 | VT | 1.2 | | | cuentas | | 10 | 0.0E+00 | 1.608191678 | 1.63038E+14 ARA2 |
| 13 | 2/9/1999 3:44 | 2/9/1999 | LP | 1 | | | cuentas | | 25 | 0.0E+00 | 2.145768421 | 1.04388E+15 ARA2 |
| 14 | 2/9/1999 3:50 | 2/9/1999 | VT | 0.9 | | | cuentas | | 10 | 0.0E+00 | 1.599739178 | 1.58347E+14 ARA2 |
| 15 | 2/9/1999 4:30 | 2/9/1999 | VT | 0.5 | | | cuentas | | 10 | 0.0E+00 | 1.588469178 | 1.52301E+14 ARA2 |
| 16 | 2/9/1999 4:47 | 2/9/1999 | LP | 1.5 | | | cuentas | | 55 | 0.0E+00 | 2.730925799 | 7.87751E+15 ARA2 |
| 17 | 2/9/1999 4:49 | 2/9/1999 | LP | 2 | | | cuentas | | 25 | 0.0E+00 | 2.173943421 | 1.15058E+15 ARA2 |
| 18 | 2/9/1999 5:10 | 2/9/1999 | HB | 1.2 | | | cuentas | | 40 | 0.0E+00 | 2.4830492 | 3.34637E+15 ARA2 |
| 19 | 2/9/1999 5:19 | 2/9/1999 | HB | 1 | | | cuentas | | 15 | 0.0E+00 | 1.823508314 | 3.42975E+14 ARA2 |
| 20 | 2/9/1999 5:39 | 2/9/1999 | VT | 1 | | | cuentas | | 15 | 0.0E+00 | 1.823508314 | 3.42975E+14 ARA2 |







Prioridad Alta

Tabla 17

Requerimiento Funcional 03

| | |
|--------------------------------------|--|
| Requerimiento | RF03 |
| Nombre | Obtener la sismicidad volcánica de los Eventos Localizados |
| Tema Analítico | Sismicidad Volcánica de Eventos Localizados / Eventos No Localizados |
| Proceso Soporte | Procesamiento de eventos localizados / eventos no localizados |
| Descripción del Requerimiento | El sistema permitirá análisis histórico de la sismicidad volcánica de eventos localizados y no localizados según los filtros solicitados al momento. Relacionando los eventos localizados y no localizados. |
| Características | Mostrar el número de eventos localizados: por fecha, por volcán, por tipo de evento y por operador. |
| Detalle: | Este requerimiento se creara ya que al momento no se cuenta con uno. |
| Prioridad | Alta |

- Requerimientos No Funcionales

Tabla 18*Requerimiento no Funcional 01*

| | |
|--------------------------------------|---|
| Requerimiento | RNF01 |
| Nombre | Interfaz del aplicativo |
| Descripción del Requerimiento | La interfaz del aplicativo debe ser intuitiva y fácil de utilizar |
| Características | El aplicativo deberá mostrar una interfaz de fácil acceso con un manejo sencillo, para que los usuarios se puedan interactuar con la aplicación sin dificultad. |
| Prioridad | Alta |

Fase 3. Modelado Dimensional

Post análisis de los requerimientos y en función de la matriz de procesos / dimensiones, ver

Tabla 13. Se identificó dos procesos de negocio necesarios para modelar la sismicidad volcánica del IG, misma que servirá para responder a los requerimientos de los responsables de volcanes.

En la **Tabla 19** se muestra un resumen del proceso de modelado dimensional.

Tabla 19*Proceso de Modelado Dimensional*

| Proceso | Modelo | Granularidad | Dimensiones Compartidas | Dimensiones | Hechos |
|---|--------|--------------|-------------------------|-------------|--------|
| Procesamiento de Eventos Localizados | N° 1 | Fina | 6 | 3 | 1 |
| Procesamiento de Eventos No Localizados | N° 2 | Fina | 6 | 2 | 1 |

Con el proceso iterativo concluido, se realizó los gráficos de burbujas, se identificó los atributos de las tablas de dimensiones y de las tablas de hechos, y los modelos dimensionales para cada proceso del negocio.

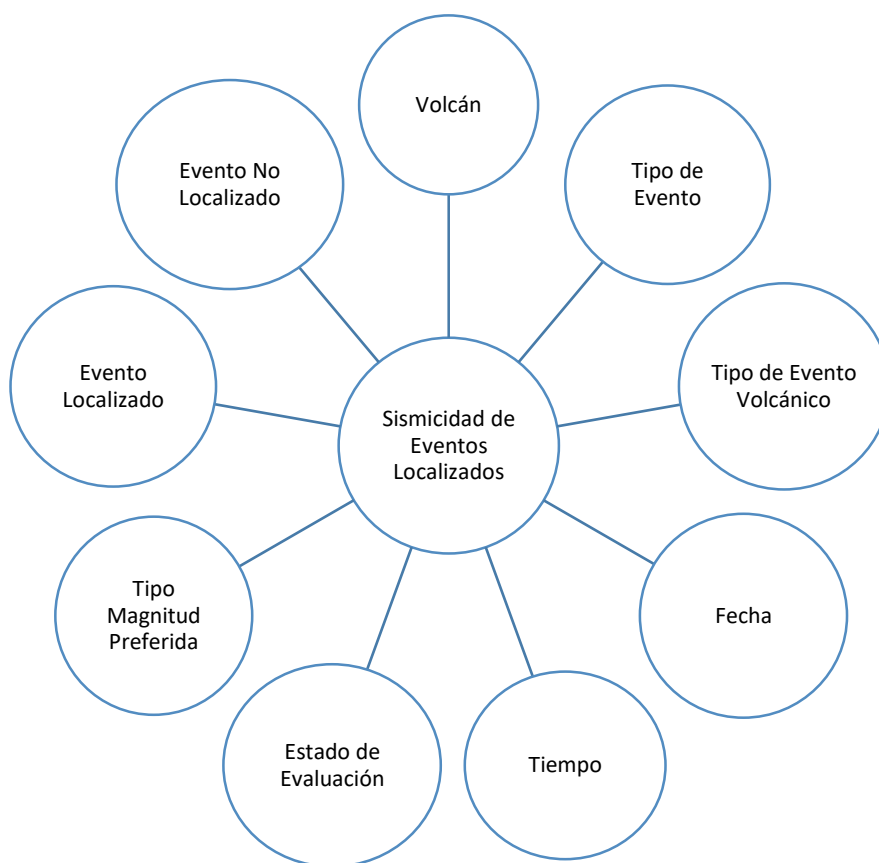
Modelo N° 1 – Sismicidad de Eventos Localizados

Gráfico de Burbujas Modelo N° 1

El Modelo N° 1 se creó para el análisis de la sismicidad volcánica de eventos localizados.

Figura 9

Gráfico de Burbujas de la Sismicidad de Eventos Localizados



Atributos de Tablas Modelo N° 1

- Tabla Dimensión 1: Volcán

Tabla 20

Atributos Dimensión Volcán

| Tabla | | DimVolcan | | | | | | | | | | | |
|-----------------|-----------------------|---------------------------------|----------|-------|------|--------------|----------------|-----------------------|---------|----------|------------|-------|----------------------------------|
| Tipo | | Dimensión | | | | | | | | | | | |
| Descripción | | Contiene el listado de Volcanes | | | | | | | | | | | |
| TABLA DIMENSIÓN | | | | | | TABLA FUENTE | | | | | CONVERSIÓN | | |
| N | Atributo | Tipo | Longitud | Clave | Null | Por Defecto | Tabla | Atributo | Tipo | Longitud | | Clave | Null |
| 1 | volc_id | int | - | PK | NO | - | | | | | | | Poblado secuencial |
| 2 | volc_id_volcan | int | - | - | NO | - | Volcan | volc_id | int | - | - | NO | |
| 3 | volc_nombre | nvarchar | 32 | - | NO | - | Volcan | volc_nombre | varchar | 50 | - | NO | |
| 4 | volc_estado | nvarchar | 10 | - | NO | - | Volcan | volc_estado | varchar | 10 | - | NO | |
| 5 | volc_estado_id | int | - | - | NO | - | CatalogoVolcan | cvol_id | int | - | - | SI | Limpiar datos Null (valor: -1) |
| 6 | volc_estado_nombre | nvarchar | 50 | - | NO | - | CatalogoVolcan | cvol_nombre | varchar | 50 | - | SI | Limpiar datos Null (valor: NONE) |
| 7 | volc_monitoreo | nvarchar | 10 | - | NO | - | Volcan | volc_monitoreo | varchar | 10 | - | SI | Limpiar datos Null (valor: NONE) |
| 8 | volc_monitoreo_id | int | - | - | NO | - | CatalogoVolcan | cvol_id | int | - | - | SI | Limpiar datos Null (valor: -1) |
| 9 | volc_monitoreo_nombre | nvarchar | 50 | - | NO | - | CatalogoVolcan | cvol_nombre | varchar | 50 | - | SI | Limpiar datos Null (valor: NONE) |
| 10 | volc_longitud | numeric | - | - | NO | - | Volcan | volc_longitud | float | - | - | SI | Limpiar datos Null (valor: 0) |
| 11 | volc_latitud | numeric | - | - | NO | - | Volcan | volc_latitud | float | - | - | SI | Limpiar datos Null (valor: 0) |
| 12 | volc_altura | numeric | - | - | NO | - | Volcan | volc_altura | float | - | - | SI | Limpiar datos Null (valor: 0) |
| 13 | volc_superficie | numeric | - | - | NO | - | Volcan | volc_superficie | float | - | - | SI | Limpiar datos Null (valor: 0) |
| 14 | volc_perimetro | numeric | - | - | NO | - | Volcan | volc_perimetro | float | - | - | SI | Limpiar datos Null (valor: 0) |
| 15 | volc_tipo_volcan | nvarchar | 10 | - | NO | - | Volcan | volc_tipo_volcan | varchar | 10 | - | SI | Limpiar datos Null (valor: 0) |
| 16 | volc_latitud_inicial | numeric | - | - | NO | - | Volcan | volc_latitud_inicial | real | - | - | SI | Limpiar datos Null (valor: 0) |
| 17 | volc_latitud_final | numeric | - | - | NO | - | Volcan | volc_latitud_final | real | - | - | SI | Limpiar datos Null (valor: 0) |
| 18 | volc_longitud_inicial | numeric | - | - | NO | - | Volcan | volc_longitud_inicial | real | - | - | SI | Limpiar datos Null (valor: 0) |
| 19 | volc_longitud_final | numeric | - | - | NO | - | Volcan | volc_longitud_final | real | - | - | SI | Limpiar datos Null (valor: 0) |
| 20 | volc_fecha_carga | datetime | - | - | NO | (getdate()) | | | | | | | |

➤ Tabla Dimensión 2: Tipo de Evento

Tabla 21*Atributos Dimensión Tipo de Evento*

| Tabla | | DimTipoEvento | | | | | | | | | | | |
|-----------------|------------------|--|----------|-------|------|--------------|--------|------------|----------|----------|------------|-------|-------------------------------------|
| Tipo | | Dimensión | | | | | | | | | | | |
| Descripción | | Contiene los tipo de eventos localizados | | | | | | | | | | | |
| TABLA DIMENSIÓN | | | | | | TABLA FUENTE | | | | | CONVERSIÓN | | |
| N | Atributo | Tipo | Longitud | Clave | Null | Por Defecto | Tabla | Atributo | Tipo | Longitud | | Clave | Null |
| 1 | teve_id | int | - | PK | NO | - | | | | | | | Poblado secuencial |
| 2 | teve_nombre | nvarchar | 32 | - | NO | - | Origin | type_event | nvarchar | 64 | - | SI | Limpiar datos Null (valor: default) |
| 3 | teve_fecha_carga | datetime | - | - | NO | (getdate()) | | | | | | | |

- Tabla Dimensión 3: Tipo de Evento Volcánico

Ver en la sección Atributos de Tablas Modelo N° 2.

- Tabla Dimensión 4: Fecha

Tabla 22*Atributos Dimensión Fecha*

| Tabla | | DimFecha | | | | | | | | | | | |
|-----------------|----------------------|------------------------------------|----------|-------|------|--------------|-------|----------|------|----------|------------|-------|----------------------|
| Tipo | | Dimensión | | | | | | | | | | | |
| Descripción | | Contiene las fechas de los eventos | | | | | | | | | | | |
| TABLA DIMENSIÓN | | | | | | TABLA FUENTE | | | | | CONVERSIÓN | | |
| N | Atributo | Tipo | Longitud | Clave | Null | Por Defecto | Tabla | Atributo | Tipo | Longitud | | Clave | Null |
| 1 | feh_id | int | - | PK | NO | - | | | | | | | Poblado secuencial |
| 2 | feh_codigo | int | - | - | NO | - | | | | | | | Llena responsable P. |
| 3 | feh_fecha | datetime | - | - | NO | - | | | | | | | Llena responsable P. |
| 4 | feh_anio | int | - | - | NO | - | | | | | | | Llena responsable P. |
| 5 | feh_semestre | nchar | | 2 | NO | - | | | | | | | Llena responsable P. |
| 6 | feh_trimestre | int | - | - | NO | - | | | | | | | Llena responsable P. |
| 7 | feh_mes | int | - | - | NO | - | | | | | | | Llena responsable P. |
| 8 | feh_nombre_mes | nvarchar | | 9 | NO | - | | | | | | | Llena responsable P. |
| 9 | feh_nombre_mes_corto | nchar | | 3 | NO | - | | | | | | | Llena responsable P. |
| 10 | feh_dia_anio | int | - | - | NO | - | | | | | | | Llena responsable P. |
| 11 | feh_nombre_dia | nvarchar | | 9 | NO | - | | | | | | | Llena responsable P. |
| 12 | feh_nombre_dia_corto | nchar | | 3 | NO | - | | | | | | | Llena responsable P. |
| 13 | feh_dias_mes | int | - | - | NO | - | | | | | | | Llena responsable P. |
| 14 | feh_semana_anio | int | - | - | NO | - | | | | | | | Llena responsable P. |
| 15 | feh_fecha_carga | datetime | - | - | NO | (getdate()) | | | | | | | |

- Tabla Dimensión 5: Tiempo

Tabla 23

Atributos Dimensión Tiempo

| Tabla | | DimTiempo | | | | | | | | | | | |
|-----------------|------------------|--|----------|-------|------|--------------|-------------|----------|------|----------|------------|-------|----------------------|
| Tipo | | Dimensión | | | | | | | | | | | |
| Descripción | | Contiene los tipo de eventos localizados | | | | | | | | | | | |
| TABLA DIMENSIÓN | | | | | | TABLA FUENTE | | | | | CONVERSIÓN | | |
| N | Atributo | Tipo | Longitud | Clave | Null | Por Defecto | Tabla | Atributo | Tipo | Longitud | | Clave | Null |
| 1 | tiem_id | int | - | PK | NO | - | | | | | | | Poblado secuencial |
| 2 | tiem_codigo | nvarchar | | 6 | - | NO | - | | | | | | Llena responsable P. |
| 3 | tiem_tiempo | time | - | | - | NO | - | | | | | | Llena responsable P. |
| 4 | tiem_hora | nchar | | 2 | - | NO | - | | | | | | Llena responsable P. |
| 5 | tiem_minuto | nchar | | 2 | - | NO | - | | | | | | Llena responsable P. |
| 6 | tiem_segundo | nchar | | 2 | - | NO | - | | | | | | Llena responsable P. |
| 7 | tiem_fecha_carga | datetime | - | | - | NO | (getdate()) | | | | | | |

➤ Tabla Dimensión 6: Estado de Evaluación

Tabla 24

Atributos Dimensión Estado de Evaluación

| Tabla | | DimEstadoEvaluacion | | | | | | | | | | | | |
|-----------------|------------------|---|----------|-------|------|--------------|-------------|----------|------------------|----------|------------|-------|--------------------|--|
| Tipo | | Dimensión | | | | | | | | | | | | |
| Descripción | | Contiene el estado de evaluación de los eventos localizados | | | | | | | | | | | | |
| TABLA DIMENSIÓN | | | | | | TABLA FUENTE | | | | | CONVERSIÓN | | | |
| N | Atributo | Tipo | Longitud | Clave | Null | Por Defecto | Tabla | Atributo | Tipo | Longitud | | Clave | Null | |
| 1 | eeva_id | int | - | PK | NO | - | | | | | | | Poblado secuencial | |
| 2 | eeva_nombre | nvarchar | | 16 | - | NO | - | Origin | evaluationStatus | nvarchar | | 64 | - | SI Limpiar datos Null (valor: default) |
| 3 | eeva_fecha_carga | datetime | - | | - | NO | (getdate()) | | | | | | | |

➤ Tabla Dimensión 7: Tipo de Magnitud Preferida

Tabla 25

Atributos Dimensión Tipo de Magnitud Preferida

| Tabla | | DimTipoMagnitudPreferida | | | | | | | | | | | |
|-----------------|------------------|---|----------|-------|------|--------------|--------|------------------|----------|----------|------------|------|-------------------------------------|
| Tipo | | Dimensión | | | | | | | | | | | |
| Descripción | | Contiene el tipo de magnitud preferida de los eventos localizados | | | | | | | | | | | |
| TABLA DIMENSIÓN | | | | | | TABLA FUENTE | | | | | CONVERSIÓN | | |
| N | Atributo | Tipo | Longitud | Clave | Null | Por Defecto | Tabla | Atributo | Tipo | Longitud | Clave | Null | CONVERSIÓN |
| 1 | tmpr_id | int | - | PK | NO | - | | | | | | | Poblado secuencial |
| 2 | tmpr_nombre | nvarchar | 8 | - | NO | - | Origin | magnitudo_tipo_P | nvarchar | 20 | - | SI | Limpiar datos Null (valor: default) |
| 3 | tmpr_fecha_carga | datetime | - | - | NO | (getdate()) | | | | | | | |

➤ Tabla Dimensión 8: Evento Localizado

Tabla 26

Atributos Dimensión Evento Localizado

| Tabla | | DimEventoLocalizado | | | | | | | | | | | |
|-----------------|-------------------------|--|----------|-------|------|--------------|--------|---------------------------|----------|----------|------------|------|--|
| Tipo | | Dimensión | | | | | | | | | | | |
| Descripción | | Contiene los tipo de eventos localizados | | | | | | | | | | | |
| TABLA DIMENSIÓN | | | | | | TABLA FUENTE | | | | | CONVERSIÓN | | |
| N | Atributo | Tipo | Longitud | Clave | Null | Por Defecto | Tabla | Atributo | Tipo | Longitud | Clave | Null | CONVERSIÓN |
| 1 | eloc_id | int | - | PK | NO | - | | | | | | | Poblado secuencial |
| 2 | eloc_id_evento | int | - | - | NO | - | Event | even_id | int | - | - | NO | |
| 3 | eloc_id_origen | int | - | - | NO | - | Origin | orig_id | int | - | - | NO | |
| 4 | eloc_evento | nvarchar | 13 | - | NO | - | Origin | orig_evento | nvarchar | 13 | - | NO | |
| 5 | eloc_fecha_evento | datetime | - | - | NO | - | Origin | time_value | datetime | - | - | NO | |
| 6 | eloc_fecha_modificacion | datetime | - | - | NO | - | Origin | orig_last_modified | datetime | - | - | NO | |
| 7 | eloc_fecha_creacion | datetime | - | - | NO | - | Origin | creationInfo_creationTime | datetime | - | - | SI | Limpiar datos Null (valor: 01/01/1900 0:00:00) |
| 8 | eloc_latitud | numeric | 8 | 2 | NO | - | Origin | latitude_value | numeric | 38 | 8 | SI | Limpiar datos Null (valor: 0) |
| 9 | eloc_longitud | numeric | 8 | 2 | NO | - | Origin | longitude_value | numeric | 38 | 8 | SI | Limpiar datos Null (valor: 0) |
| 10 | eloc_profundidad | numeric | 8 | 2 | NO | - | Origin | depth_value | numeric | 38 | 8 | SI | Limpiar datos Null (valor: 0) |
| 11 | eloc_modos_evaluacion | nvarchar | 9 | - | NO | - | Origin | evaluationMode | nvarchar | 64 | - | SI | Limpiar datos Null (valor: NONE) |
| 12 | eloc_autor | nvarchar | 40 | - | NO | - | Origin | creationInfo_author | nvarchar | 128 | - | SI | Limpiar datos Null (valor: NONE) |
| 13 | eloc_autor_nombre_corto | nvarchar | 16 | - | NO | - | | | | | | | Llena responsable P. |
| 14 | eloc_fecha_carga | datetime | - | - | NO | (getdate()) | | | | | | | |

➤ Tabla Dimensión 9: Evento No Localizado

Ver en la sección Atributos de Tablas Modelo N° 2.

➤ Tabla de Hechos 1: Sismicidad de Eventos Localizados

Tabla 27

Atributos Tabla de Hechos Sismicidad de Eventos Localizados

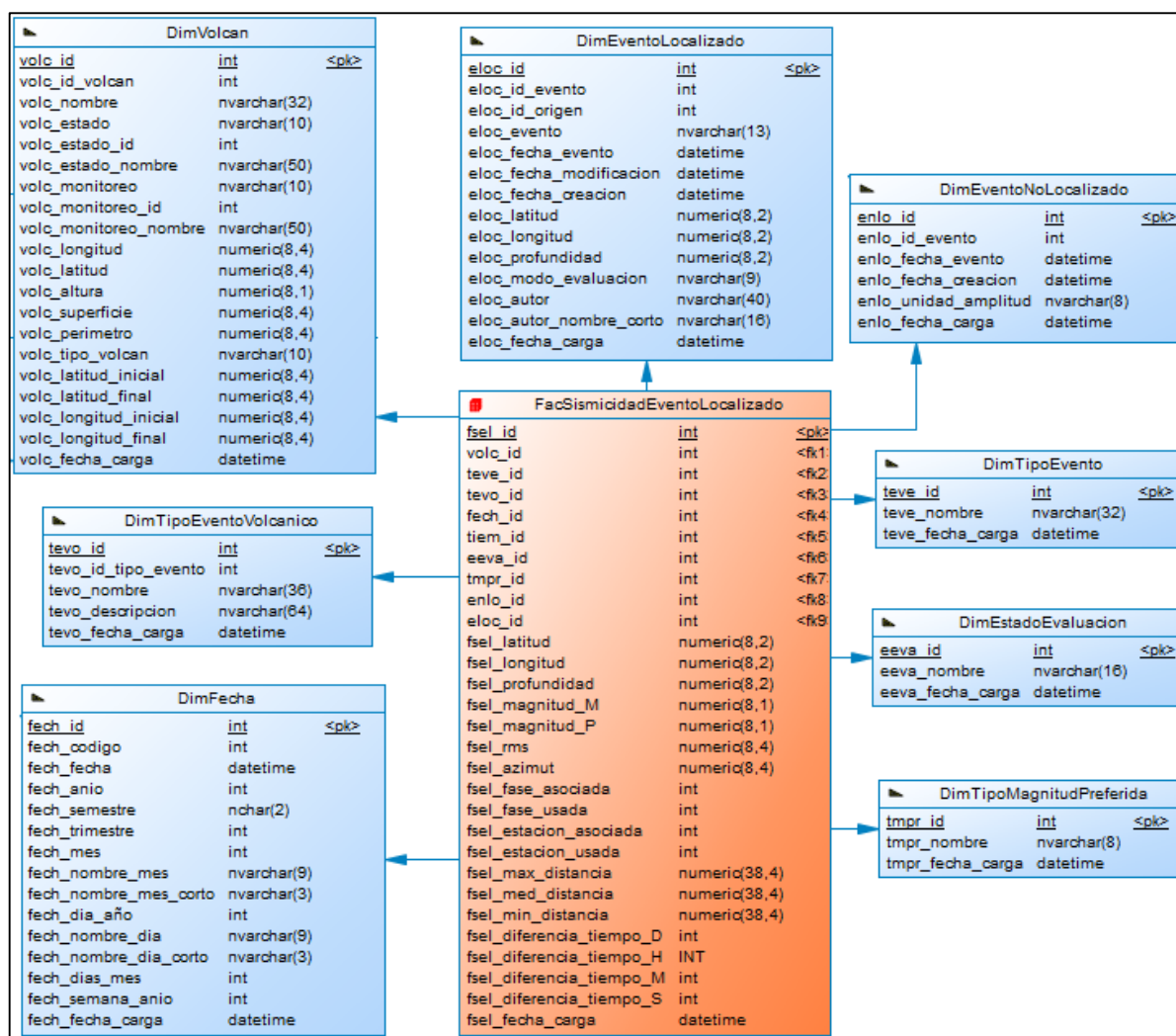
| Tabla | | FacSismicidadEventoLocalizado | | | | | | | | | | | |
|-------------|--------------------------|---|----------|-------|------|-------------|--------------|--------------------------------|---------|----------|-------|------------|-------------------------------|
| Tipo | | Hechos | | | | | | | | | | | |
| Descripción | | Contiene los eventos localizados con sus respectivos parámetros | | | | | | | | | | | |
| | | TABLA DIMENSIÓN | | | | | TABLA FUENTE | | | | | CONVERSIÓN | |
| N | Atributo | Tipo | Longitud | Clave | Null | Por Defecto | Tabla | Atributo | Tipo | Longitud | Clave | Null | |
| 1 | fsel_id | int | - | PK | NO | - | | | | | | | Poblado secuencial |
| 2 | volc_id | int | - | FK | NO | - | | | | | | | |
| 3 | teve_id | int | - | FK | NO | - | | | | | | | |
| 4 | tevo_id | int | - | FK | NO | - | | | | | | | |
| 5 | fech_id | int | - | FK | NO | - | | | | | | | |
| 6 | tiem_id | int | - | FK | NO | - | | | | | | | |
| 7 | eeva_id | int | - | FK | NO | - | | | | | | | |
| 8 | tmpr_id | int | - | FK | NO | - | | | | | | | |
| 9 | enlo_id | int | - | FK | NO | - | | | | | | | |
| 10 | eloc_id | int | - | FK | NO | - | | | | | | | |
| 11 | fsel_latitud | numeric | 8 | 2 | NO | - | Origin | latitude_value | numeric | 38 | 8 | NO | |
| 12 | fsel_longitud | numeric | 8 | 2 | NO | - | Origin | longitude_value | numeric | 38 | 8 | NO | |
| 13 | fsel_profundidad | numeric | 8 | 2 | NO | - | Origin | depth_value | numeric | 38 | 8 | NO | |
| 14 | fsel_magnitud_M | numeric | 8 | 1 | NO | - | Origin | magnitude_value_M | numeric | 38 | 8 | NO | |
| 15 | fsel_magnitud_P | numeric | 8 | 1 | NO | - | Origin | magnitude_value_P | numeric | 38 | 8 | NO | |
| 16 | fsel_rms | numeric | 8 | 4 | NO | - | Origin | quality_standardError | numeric | 38 | 8 | SI | Limpiar datos Null (valor: 0) |
| 17 | fsel_azimut | numeric | 8 | 4 | NO | - | Origin | quality_azimuthalGap | numeric | 38 | 8 | SI | Limpiar datos Null (valor: 0) |
| 18 | fsel_fase_asociada | int | - | - | NO | - | Origin | quality_associatedPhaseCount | int | - | - | SI | Limpiar datos Null (valor: 0) |
| 19 | fsel_fase_usada | int | - | - | NO | - | Origin | quality_usedPhaseCount | int | - | - | SI | Limpiar datos Null (valor: 0) |
| 20 | fsel_estacion_asociada | int | - | - | NO | - | Origin | quality_associatedStationCount | int | - | - | SI | Limpiar datos Null (valor: 0) |
| 21 | fsel_estacion_usada | int | - | - | NO | - | Origin | quality_usedStationCount | int | - | - | SI | Limpiar datos Null (valor: 0) |
| 22 | fsel_max_distancia | numeric | 38 | 4 | NO | - | Origin | quality_maximumDistance | numeric | 38 | 8 | SI | Limpiar datos Null (valor: 0) |
| 23 | fsel_med_distancia | numeric | 38 | 4 | NO | - | Origin | quality_medianDistance | numeric | 38 | 8 | SI | Limpiar datos Null (valor: 0) |
| 24 | fsel_min_distancia | numeric | 38 | 4 | NO | - | Origin | quality_minimumDistance | numeric | 38 | 8 | SI | Limpiar datos Null (valor: 0) |
| 25 | fsel_diferencia_tiempo_D | int | - | - | NO | - | | | | | | | |
| 26 | fsel_diferencia_tiempo_H | int | - | - | NO | - | | | | | | | |
| 27 | fsel_diferencia_tiempo_M | int | - | - | NO | - | | | | | | | |
| 28 | fsel_diferencia_tiempo_S | int | - | - | NO | - | | | | | | | |
| 29 | fsel_fecha_carga | datetime | - | - | NO | (getdate()) | | | | | | | |

Modelo Dimensional Modelo N° 1

En la **Figura 10** se puede ver el Modelo dimensional 1: Sismicidad de Eventos Localizados.

Figura 10

Modelo Dimensional N°1 Sismicidad de Eventos Localizados



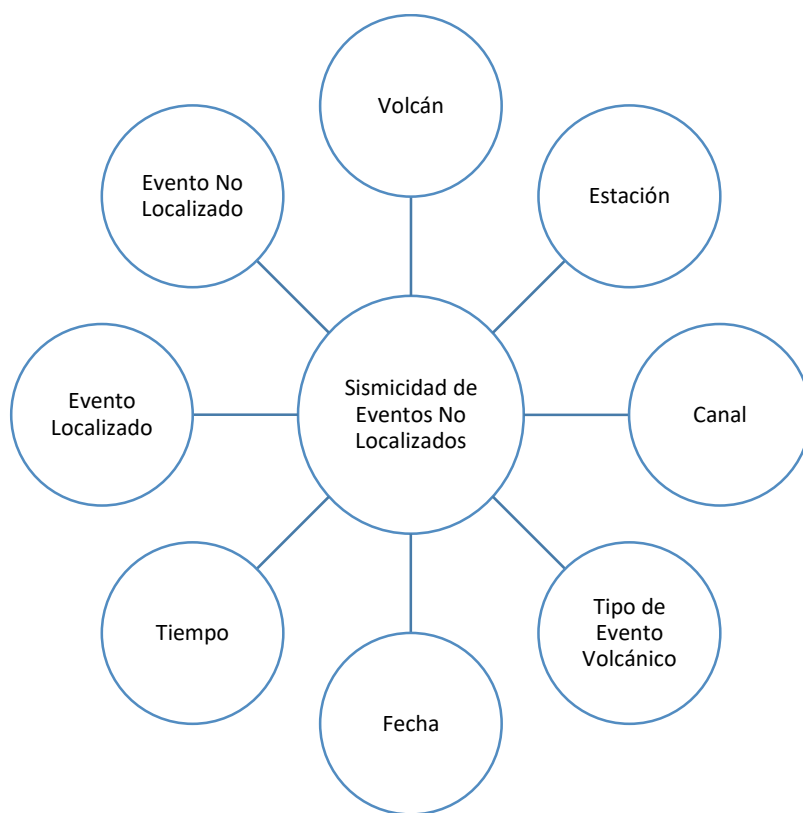
Modelo N° 2 – Sismicidad de Eventos No Localizados

Gráfico de Burbujas Modelo N° 2

El Modelo de Sismicidad de Eventos no localizados se creó para el análisis de la sismicidad volcánica de eventos no localizados.

Figura 11

Gráfico de Burbujas de Sismicidad de Eventos No Localizados



Atributos de Tablas Modelo N° 2

- Tabla Dimensión 1: Volcán

Ver en la sección Atributos de Tablas Modelo N° 1.

➤ Tabla Dimensión 3: Tipo de Evento Volcánico

Tabla 28

Atributos Dimensión Tipo de Evento Volcánico

| Tabla | | DimTipoEventoVolcanico | | | | | | | | | | | |
|-----------------|---------------------|--|----------|-------|------|-------------|---------------------|------------------|---------|----------|-------|------------|--------------------|
| Tipo | | Dimensión | | | | | | | | | | | |
| Descripción | | Contiene el tipo de eventos volcánicos | | | | | | | | | | | |
| TABLA DIMENSIÓN | | | | | | | TABLA FUENTE | | | | | CONVERSIÓN | |
| N | Atributo | Tipo | Longitud | Clave | Null | Por Defecto | Tabla | Atributo | Tipo | Longitud | Clave | | Null |
| 1 | tevo_id | int | - | PK | NO | - | | | | | | | Poblado secuencial |
| 2 | tevo_id_tipo_evento | int | - | - | NO | - | TipoEventoVolcanico | tevo_id | int | - | - | NO | |
| 3 | tevo_nombre | nvarchar | 36 | - | NO | - | TipoEventoVolcanico | tevo_nombre | varchar | 6 | - | NO | |
| 4 | tevo_descripcion | nvarchar | 64 | - | NO | - | TipoEventoVolcanico | tevo_descripcion | varchar | 100 | - | NO | |
| 5 | tevo_fecha_carga | datetime | - | - | NO | (getdate()) | | | | | | | |

➤ Tabla Dimensión 4: Fecha

Ver en la sección Atributos de Tablas Modelo N° 1.

➤ Tabla Dimensión 5: Tiempo

Ver en la sección Atributos de Tablas Modelo N° 1.

➤ Tabla Dimensión 8: Evento Localizado

Ver en la sección Atributos de Tablas Modelo N° 1.

➤ Tabla Dimensión 9: Evento No Localizado

Tabla 29

Atributos Dimensión Evento No Localizado

| Tabla | | DimEventoNoLocalizado | | | | | | | | | | | |
|-----------------|----------------------|--|----------|-------|------|-------------|-----------------|----------------------|----------|----------|-------|------------|----------------------------------|
| Tipo | | Dimensión | | | | | | | | | | | |
| Descripción | | Contiene los tipo de eventos localizados | | | | | | | | | | | |
| TABLA DIMENSIÓN | | | | | | | TABLA FUENTE | | | | | CONVERSIÓN | |
| N | Atributo | Tipo | Longitud | Clave | Null | Por Defecto | Tabla | Atributo | Tipo | Longitud | Clave | | Null |
| 1 | enlo_id | int | - | PK | NO | - | | | | | | | Poblado secuencial |
| 2 | enlo_id_evento | int | - | - | NO | - | EventoVolcanico | evol_id | int | - | - | NO | |
| 3 | enlo_fecha_evento | datetime | - | - | NO | - | EventoVolcanico | evol_fecha_evento | datetime | - | - | NO | |
| 4 | enlo_fecha_creacion | datetime | - | - | NO | - | EventoVolcanico | evol_fecha | datetime | - | - | NO | |
| 5 | enlo_unidad_amplitud | nvarchar | 8 | - | NO | - | EventoVolcanico | evol_unidad_amplitud | varchar | 10 | - | SI | Limpiar datos Null (valor: NONE) |
| 6 | enlo_fecha_carga | datetime | - | - | NO | (getdate()) | | | | | | | |

➤ Tabla Dimensión 10: Estación

Tabla 30

Atributos Dimensión Estación

| Tabla | | DimEstacion | | | | | | | | | | | |
|-------------|------------------------------|---------------------------------------|----------|-------|------|-------------|----------------|-----------------------|----------|----------|-------|------------|--|
| Tipo | | Dimensión | | | | | | | | | | | |
| Descripción | | Contiene el listado de las Estaciones | | | | | | | | | | | |
| | | TABLA DIMENSIÓN | | | | | TABLA FUENTE | | | | | CONVERSIÓN | |
| N | Atributo | Tipo | Longitud | Clave | Null | Por Defecto | Tabla | Atributo | Tipo | Longitud | Clave | Null | |
| 1 | esta_id | int | - | PK | NO | - | | | | | | | Poblado secuencial |
| 2 | esta_id_estacion | int | - | - | NO | - | Estacion | esta_id | int | - | - | SI | |
| 3 | esta_last_modified | datetime | - | - | NO | - | Estacion | esta_last_modified | datetime | - | - | SI | Limpiar datos Null (valor: 01/01/1900 0:00:00) |
| 4 | esta_code | nvarchar | 10 | - | NO | - | Estacion | esta_code | varchar | 10 | - | SI | Limpiar datos Null (valor: NONE) |
| 5 | esta_start | datetime | - | - | NO | - | Estacion | esta_start | datetime | - | - | SI | Limpiar datos Null (valor: 01/01/1900 0:00:00) |
| 6 | esta_end | datetime | - | - | NO | - | Estacion | esta_end | datetime | - | - | SI | Limpiar datos Null (valor: 01/01/1900 0:00:00) |
| 7 | esta_estado | bit | - | - | NO | - | Estacion | esta_estado | bit | - | - | SI | Limpiar datos Null (valor: -1) |
| 8 | esta_description | nvarchar | 128 | - | NO | - | Estacion | esta_description | varchar | 250 | - | SI | Limpiar datos Null (valor: NONE) |
| 9 | esta_latitud | numeric | - | - | NO | - | Estacion | esta_latitude | float | - | - | SI | Limpiar datos Null (valor: 0) |
| 10 | esta_longitud | numeric | - | - | NO | - | Estacion | esta_longitude | float | - | - | SI | Limpiar datos Null (valor: 0) |
| 11 | esta_profundidad | numeric | - | - | NO | - | Estacion | esta_elevation | float | - | - | SI | Limpiar datos Null (valor: 0) |
| 12 | esta_place | nvarchar | 100 | - | NO | - | Estacion | esta_place | varchar | 100 | - | SI | Limpiar datos Null (valor: NONE) |
| 13 | esta_country | nvarchar | 50 | - | NO | - | Estacion | esta_country | varchar | 50 | - | SI | Limpiar datos Null (valor: NONE) |
| 14 | esta_tipo | nvarchar | 50 | - | NO | - | Estacion | esta_tipo | varchar | 6 | - | SI | Limpiar datos Null (valor: NONE) |
| 15 | esta_tipo_sensor | nvarchar | 50 | - | NO | - | Estacion | esta_tipo_sensor | varchar | 10 | - | SI | Limpiar datos Null (valor: NONE) |
| 16 | esta_tipo_sensor_id | int | - | - | NO | - | CatalogoVolcan | cvol_id | int | - | - | SI | Limpiar datos Null (valor: -1) |
| 17 | esta_tipo_sensor_nombre | nvarchar | 50 | - | NO | - | CatalogoVolcan | cvol_nombre | varchar | 50 | - | SI | Limpiar datos Null (valor: NONE) |
| 18 | esta_adquisicion_data | nvarchar | 50 | - | NO | - | Estacion | esta_adquisicion_data | varchar | 10 | - | SI | Limpiar datos Null (valor: NONE) |
| 19 | esta_adquisicion_data_id | int | - | - | NO | - | CatalogoVolcan | cvol_id | int | - | - | SI | Limpiar datos Null (valor: -1) |
| 20 | esta_adquisicion_data_nombre | nvarchar | 50 | - | NO | - | CatalogoVolcan | cvol_nombre | varchar | 50 | - | SI | |
| 21 | esta_fecha_carga | datetime | - | - | NO | (getdate()) | | | | | | | |

➤ Tabla Dimensión 11: Canal

Tabla 31

Atributos Dimensión Canal

| Tabla | | DimCanal | | | | | | | | | | | |
|-------------|------------------|--|----------|-------|------|-------------|-----------------|---------------|---------|----------|-------|------------|--------------------|
| Tipo | | Dimensión | | | | | | | | | | | |
| Descripción | | Contiene los canales de las Estaciones de los Eventos no localizados | | | | | | | | | | | |
| | | TABLA DIMENSIÓN | | | | | TABLA FUENTE | | | | | CONVERSIÓN | |
| N | Atributo | Tipo | Longitud | Clave | Null | Por Defecto | Tabla | Atributo | Tipo | Longitud | Clave | Null | |
| 1 | cana_id | int | - | PK | NO | - | | | | | | | Poblado secuencial |
| 2 | cana_code | nvarchar | 4 | - | NO | - | EventoVolcanico | evol_fk_canal | varchar | 3 | - | NO | |
| 3 | cana_fecha_carga | datetime | - | - | NO | (getdate()) | | | | | | | |

➤ Tabla de Hechos 2: Sismicidad de Eventos No Localizados

Tabla 32

Atributos Tabla de Hechos Sismicidad de Eventos No Localizados

| Tabla | | FacSismicidadEventoNoLocalizado | | | | | | | | | | | |
|-------------|-------------------|--|----------|-------|------|-------------|-----------------|--------------------|-------|----------|-------|------------|--|
| Tipo | | Hechos | | | | | | | | | | | |
| Descripción | | Contiene los eventos no localizados con sus respectivos parámetros | | | | | | | | | | | |
| | | TABLA DIMENSIÓN | | | | | TABLA FUENTE | | | | | CONVERSIÓN | |
| N | Atributo | Tipo | Longitud | Clave | Null | Por Defecto | Tabla | Atributo | Tipo | Longitud | Clave | Null | |
| 1 | fsen_id | int | - | PK | NO | - | | | | | | | Poblado secuencial |
| 2 | volc_id | int | - | FK | NO | - | | | | | | | |
| 3 | esta_id | int | - | FK | NO | - | | | | | | | |
| 4 | cana_id | int | - | FK | NO | - | | | | | | | |
| 5 | tevo_id | int | - | FK | NO | - | | | | | | | |
| 6 | fech_id | int | - | FK | NO | - | | | | | | | |
| 7 | tiem_id | int | - | FK | NO | - | | | | | | | |
| 8 | eloc_id | int | - | FK | NO | - | | | | | | | |
| 9 | enlo_id | int | - | FK | NO | - | | | | | | | |
| 10 | fsen_coda | numeric | - | - | NO | - | EventoVolcanico | evol_coda | float | - | - | SI | Limpiar datos Null (valor: 0) |
| 11 | fsen_rms | numeric | - | - | NO | - | EventoVolcanico | evol_rms | float | - | - | SI | Limpiar datos Null (valor: 0) |
| 12 | fsen_amplitud_max | numeric | - | - | NO | - | EventoVolcanico | evol_amplitude_max | float | - | - | SI | Limpiar datos Null (valor: 0) |
| 13 | fsen_amplitud_min | numeric | - | - | NO | - | EventoVolcanico | evol_amplitude_min | float | - | - | SI | Limpiar datos Null (valor: 0) |
| 14 | fsen_periodo_s | numeric | - | - | NO | - | EventoVolcanico | evol_frecuencia | float | - | - | SI | Limpiar datos Null (valor: 0) Campo calculado: 1/evol_frecuencia |
| 15 | fsen_magnitud | numeric | - | - | NO | - | EventoVolcanico | evol_magnitud | float | - | - | SI | Limpiar datos Null (valor: 0) |
| 16 | fsen_energia | numeric | - | - | NO | - | EventoVolcanico | evol_energia | float | - | - | SI | Limpiar datos Null (valor: 0) |
| 17 | fsen_fecha_carga | datetime | - | - | NO | (getdate()) | | | | | | | |

Modelo Dimensional Modelo N° 2

En la **Figura 12** se muestra el Modelo dimensional 1: Eventos No Localizados.

Figura 12

Modelo Dimensional N°2 Eventos No Localizados

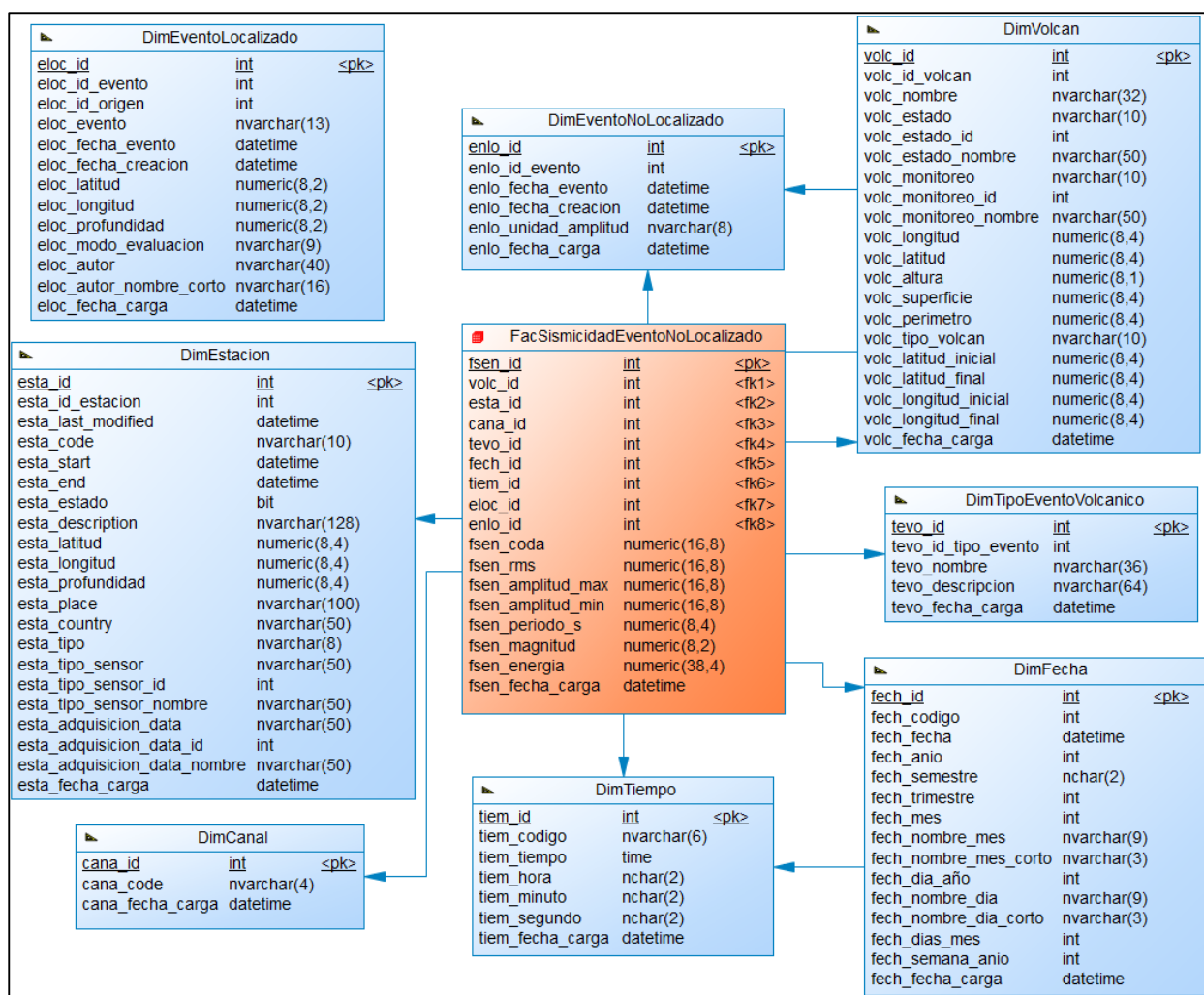
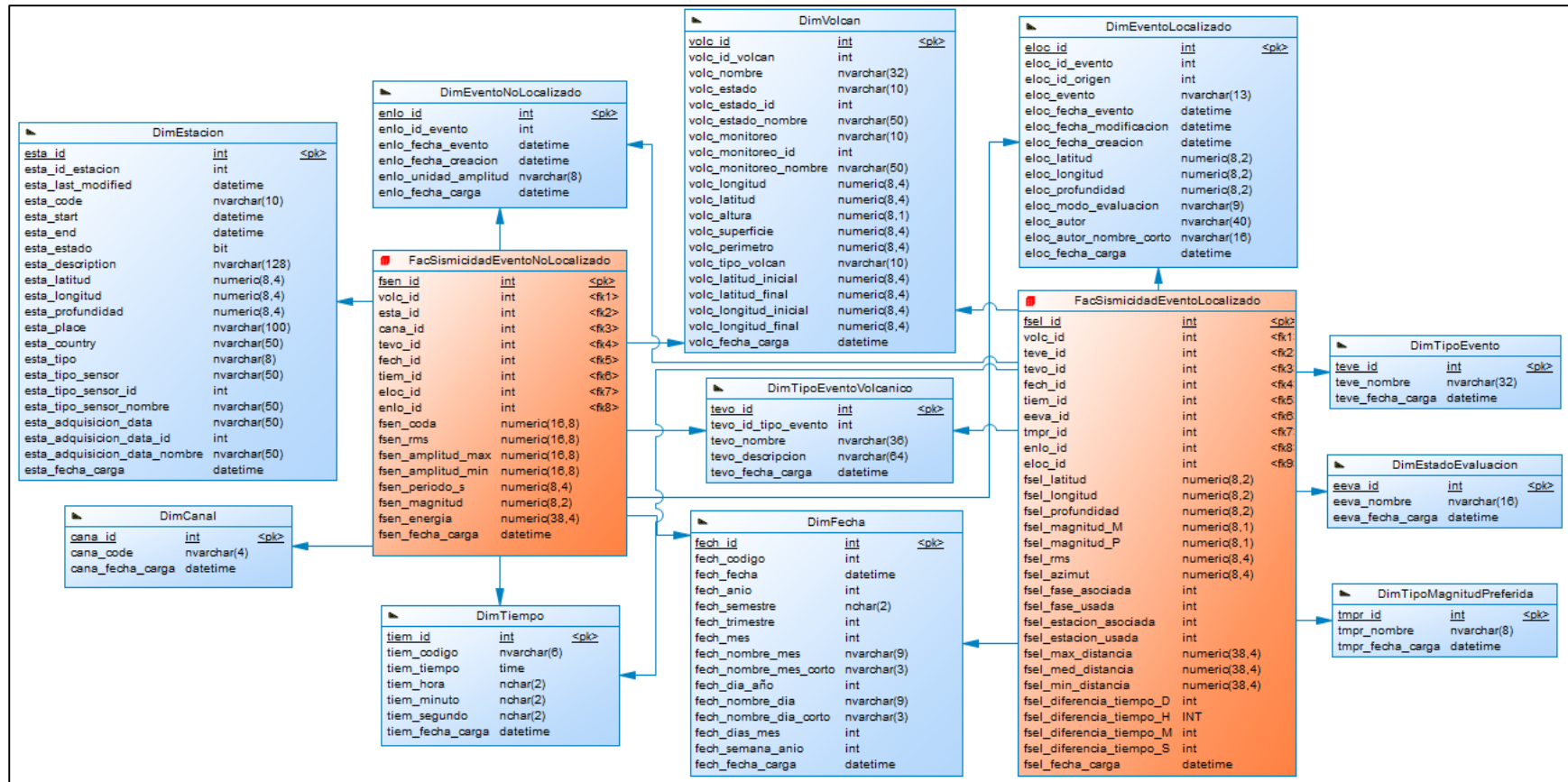


Figura 13

Modelo Dimensional de la Sismicidad Volcánica



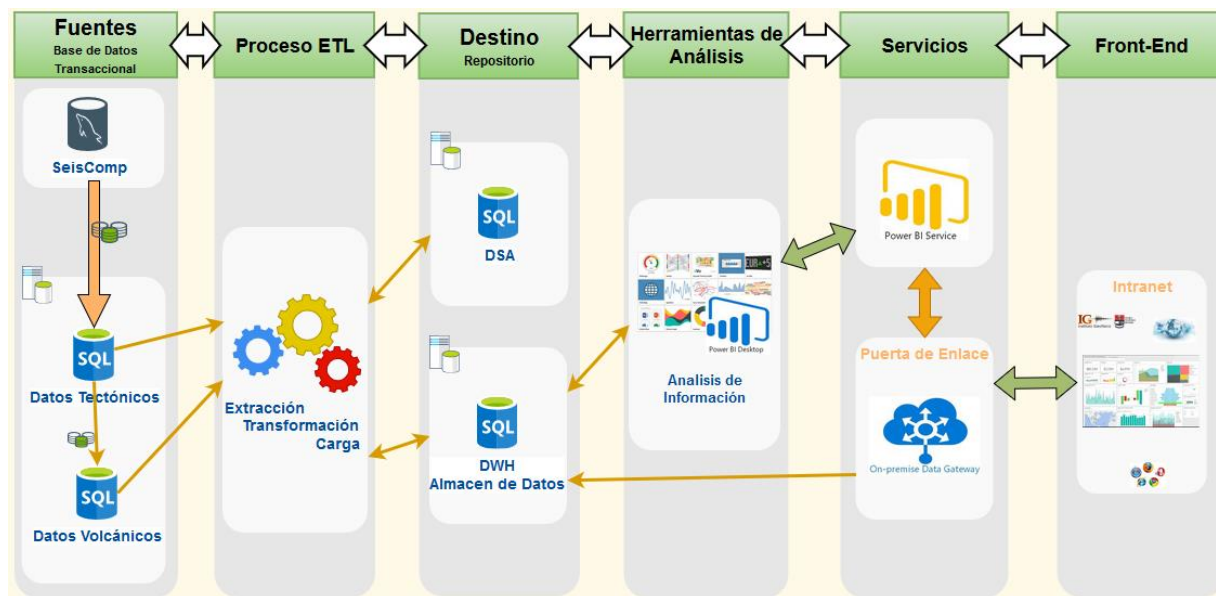
Fase 4. Diseño Físico

Arquitectura

El diseño propuesto permitirá un proceso automático que inicia con la extracción de información desde sus diversas fuentes, la información será transformada, cargada en un almacén de datos (DWH), una vez cargados los datos serán procesados con herramientas de análisis de información, generando dashboards que serán publicados en navegadores webs a nivel interno (intranet) y externo (sitio web), ver **Figura 14**:

Figura 14

Propuesta de Arquitectura



El diseño cuenta con 6 capas:

- Fuente.** – muestra las fuentes de información, en el caso de estudio se tiene dos bases de datos con información sísmica y volcánica, relacionada con los volcanes de Ecuador.

- b) **Proceso ETL.** – en esta capa se realizará el proceso de extracción de información desde las fuentes, transformación de la información acorde a las necesidades y la carga de información a un destino. Se realizarán dos procesos de transformación:
 - a. Se extraerá la información identificada en los requerimientos desde las fuentes hacia la base de datos DSA.
 - b. Se extraerá la información de la fuente “Base de Datos *DSA*” a la fuente la base de datos DWH
- c) **Destino.** – muestra el destino intermediario base de datos DSA y el destino final de la información tratada base de datos DWH.
- d) **Herramientas de Análisis.** – se plantea una herramienta de análisis de información, el cual procesará la información y permitirá generar dashboard acorde a los requerimientos.
- e) **Servicios.** – capa que permitirá la publicación de los dashboards en el servicio de Power BI y permitir el consumo de los dashboards desde la capa Front-End, a través de la puerta de enlace de acuerdo a los permisos.
- f) **Front-End.** – capa de consumo de información. Los dashboard serán publicados en sitios web: a nivel interno privados - intranet, para los usuarios de la organización.

Descripción de herramientas a utilizar en el desarrollo del proyecto

Las herramientas que se utilizaran en este proyecto se definieron en función de las facilitadas por la organización. Las herramientas se encuentran instaladas en un servidor de la organización, en el cual se desarrollará el proyecto.

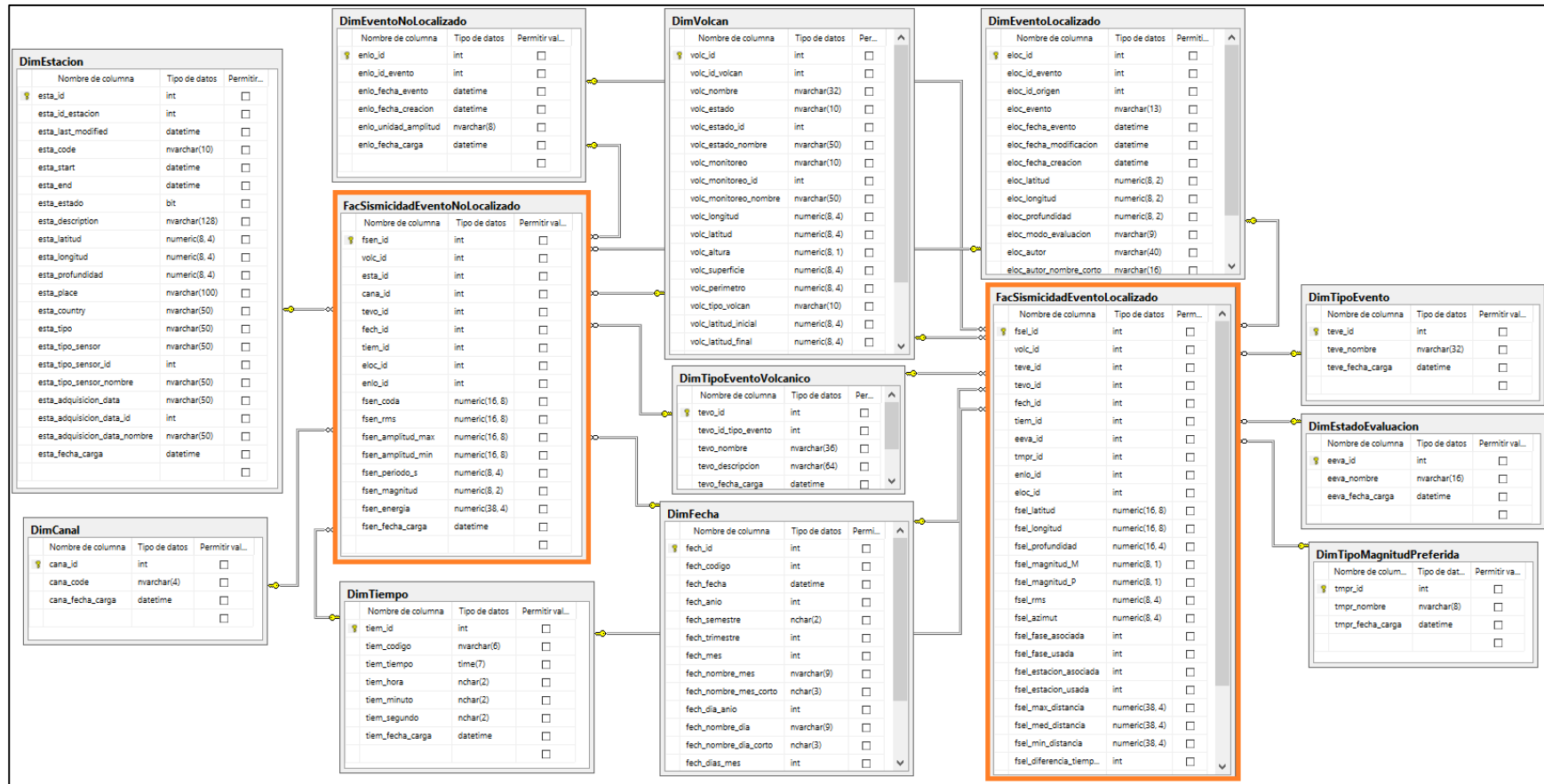
Tabla 33*Herramientas a utilizar en el desarrollo del proyecto*

| Herramientas | | |
|--------------------------|------------------------------|---|
| Tipo | Nombre | Detalle |
| Motor de Base de Datos | SQL Server 2014 Estándar | En esta herramienta se crearan las bases de datos: DSA y DWH, indicadas en la arquitectura propuesta. |
| Desarrollo ETL | SQL Server Data Tools (SSDT) | En esta herramienta se desarrollara los ETL, para cargar la información en las fuentes. |
| Inteligencia de Negocios | Power BI | Con esta herramienta se realizará el análisis de información. |

Diseño Físico de Base de Datos

Figura 15

Modelo Físico del Datamart de Sismicidad Volcánica



Fase 5. Diseño del sistema de Extracción, Transformación y Carga (ETL)

El diseño se realizó en SQL Server Data Tools (SSDT), que es una herramienta de desarrollo de base de datos nativa de SQL Server, gratuita, que se descarga de manera independiente y se encuentra en un entorno integrado de VisualStudio. La instalación de la herramienta se puede observar en los Anexos.

Esta fase se inició realizando un análisis de los datos transaccionales en función de identificar las transformaciones que se ajustaron a las conversiones que se aplicaron en la limpieza de los datos. Las conversiones requeridas se detallaron en los propiedades de las dimensiones y tablas de hechos en la sección Atributos de Tablas Modelo N° 1 y en la sección Atributos de Tablas Modelo N° 2.

Post análisis de los datos se realizó un breve análisis de los flujos de trabajo generales que se usaran, donde se definió que el Sistema ETL se ejecutará en el flujo de trabajo WF_SismicidadVolcanica (ver **Figura 16**) que llamará a los flujos de trabajo generales, los cuales serán DSA y DWH, y estos a su vez tendrán sus flujos específicos:

- Flujo de Trabajo Sismicidad Volcánica: contendrá el Flujo de Trabajo DSA y el Flujo de Trabajo DWH.
- Flujo de Trabajo DSA: se extraerá los datos transaccionales de las fuentes y se cargará en el DSA. DSA es una base de datos, donde se alojarán una réplica de los campos transaccionales en la misma estructura, las tablas de esta base de datos siempre serán truncadas.
- Flujo de Trabajo DWH: se extraerá los datos desde el DSA al DWH. DWH es una base de datos, donde se alojarán los datos transformados en las dimensiones y las tablas de hechos de

acuerdo, a las conversiones requeridas en la estructura definida la Fase 3. Modelado Dimensional.

Luego de la definición de los flujos de trabajo generales se inició con el uso de la herramienta en primera instancia se validó las conexiones a las bases de datos indicadas en la propuesta de la arquitectura, **Figura 14**.

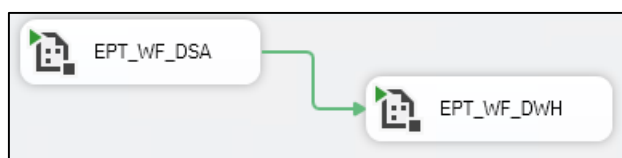
A continuación, se detalla los flujos de trabajo Generales y Específicos del Sistema ETL, donde se mostrará cómo se pobló el DSA y DWH.

Flujo de Trabajo: WF_SismicidadVolcanica

Flujo de trabajo principal desde donde se llamará a los flujos de trabajo del DSA y el DWH.

Figura 16

Flujo de Trabajo WF_SismicidadVolcanica

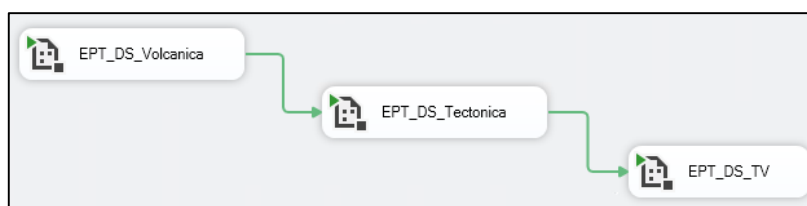


Flujo de Trabajo: WF_DSA

Flujo de trabajo general desde donde se llamará a los flujos de trabajo DS_Volcanica, DS_Tectonica y DS_TV.

Figura 17

Flujo de Trabajo WF_DSA

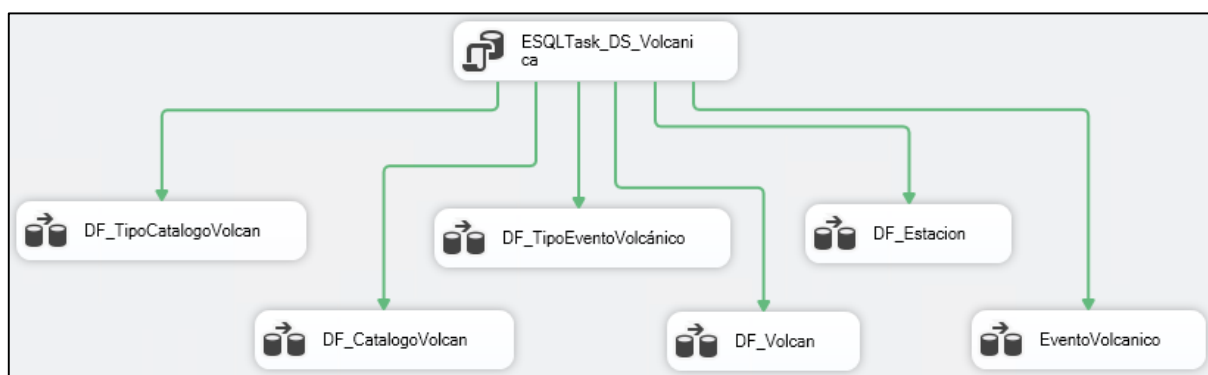


Flujo de Trabajo: DS_Volcanica

Flujo de trabajo que contiene los flujos de datos de las tablas que se requieren de la fuente “Datos Volcánicos”: TipoCatalogoVolcan, CatalogoVolcan, TipoEventoVolcanico, Volcan, Estacion y Evento Volcanico. En este flujo de trabajo se inicia truncando las tablas del DSA y luego se las puebla con su respectivo flujo de datos.

Figura 18

Flujo de Trabajo DS_Volcanica

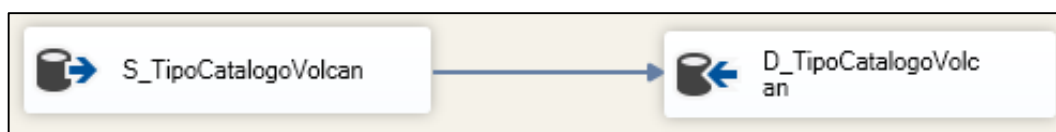


Flujo de Datos: DF_TipoCatalogoVolcan

El flujo de datos puebla la tabla transaccional TipoCatalogoVolcan de la fuente Volcánica al DSA.

Figura 19

Flujo de Datos DF_TipoCatalogoVolcan

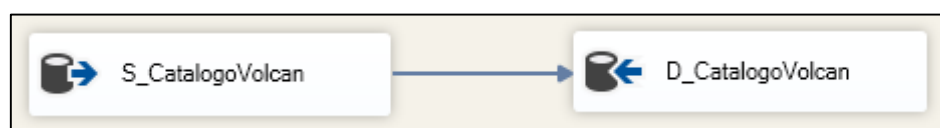


Flujo de Datos: DF_CatalogoVolcan

El flujo de datos puebla la tabla transaccional CatalogoVolcan de la fuente Volcánica al DSA.

Figura 20

Flujo de Datos DF_CatalogoVolcan

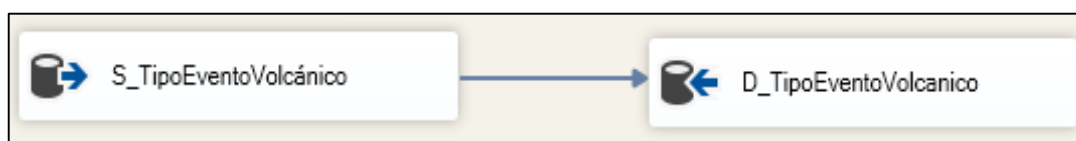


Flujo de Datos: DF_TipoEventoVolcánico

El flujo de datos puebla la tabla transaccional TipoEventoVolcanico de la fuente Volcánica al DSA.

Figura 21

Flujo de Datos DF_TipoEventoVolcanico

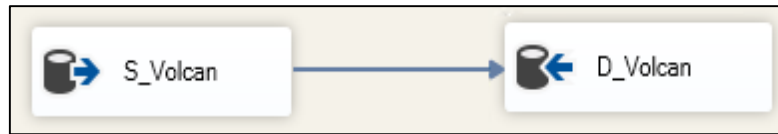


Flujo de Datos: DF_Volcan

El flujo de datos puebla la tabla transaccional Volcán de la fuente Volcánica al DSA.

Figura 22

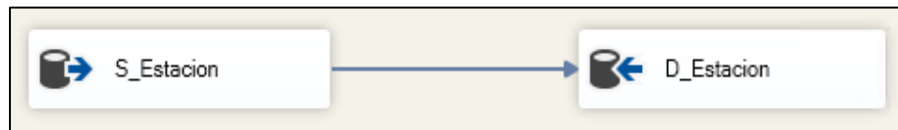
Flujo de Datos DF_Volcan

**Flujo de Datos: DF_Estacion**

El flujo de datos puebla la tabla transaccional TipoCatalogoVolcán de la fuente Volcánica al DSA.

Figura 23

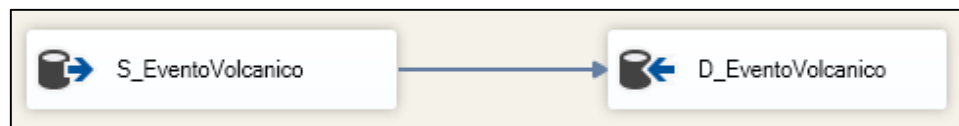
Flujo de Datos DF_Estacion

**Flujo de Datos: DF_EventoVolcanico**

El flujo de datos puebla la tabla transaccional EventoVolcánico de la fuente Volcánica al DSA.

Figura 24

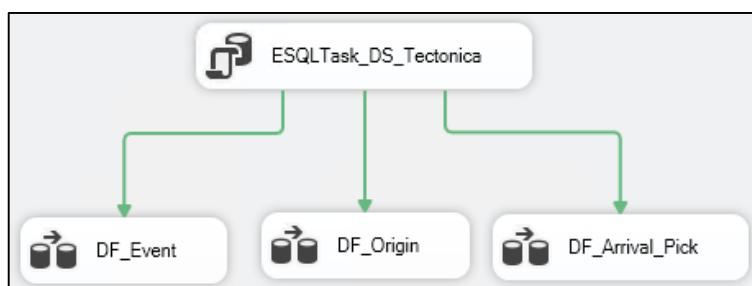
Flujo de Datos DF_EventoVolcanico

**Flujo de Trabajo: DS_Tectonica**

Flujo de trabajo que contiene los flujos de datos de las tablas que se requieren de la fuente “Datos Tectónicos”: Event, Origin, Arrival_Pick. En este flujo de trabajo se inicia truncando las tablas del DSA y luego se las puebla con su respectivo flujo de datos.

Figura 25

Flujo de Trabajo DS_Tectonica

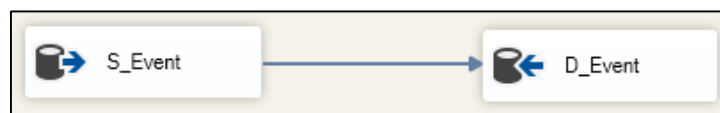


Flujo de Datos: DF_Event

El flujo de datos puebla la tabla transaccional Event de la fuente Tectónica al DSA.

Figura 26

Flujo de Datos DF_Event

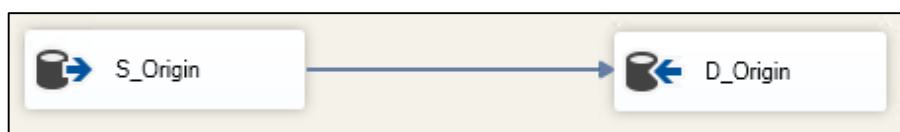


Flujo de Datos: DF_Origin

El flujo de datos puebla la tabla transaccional Origin de la fuente Tectónica al DSA.

Figura 27

Flujo de Datos DF_Origin

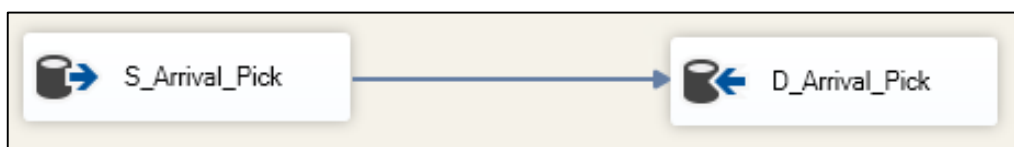


Flujo de Datos: DF_Arrival_Pick

El flujo de datos puebla la tabla transaccional Arrival_Pick de la fuente Tectónica al DSA.

Figura 28

Flujo de Datos DF_Arrival_Pick

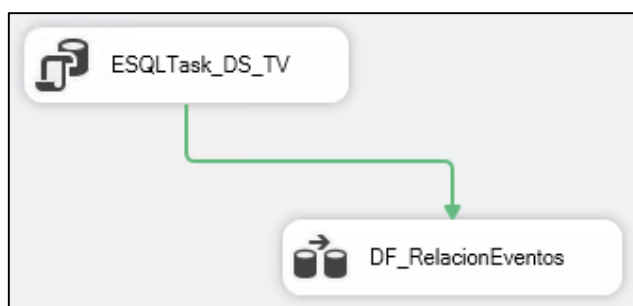


Flujo de Trabajo: DS_TV

Flujo de trabajo que contiene el flujo de datos que relaciona los eventos no localizados con los eventos localizados utilizando tablas cargadas en el DSA de las fuentes “Datos Volcánicos” y “Datos Tectónicos”. En este flujo de trabajo se truncará la tabla “RelacionEventos” del DSA y luego se las puebla el flujo de datos.

Figura 29

Flujo de Trabajo DS_TV

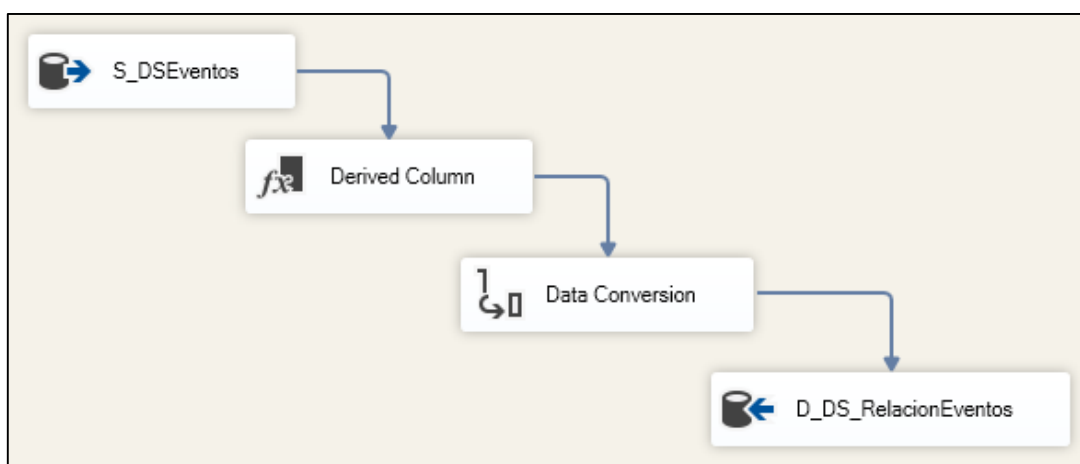


Flujo de Datos: DF_RelacionEventos

Flujo de datos que contiene el algoritmo que relaciona los eventos no localizados con los eventos localizados, consumiendo el DSA, la tabla EventoVolcanico poblada desde la fuente "Datos Volcánicos" y las tablas Origin y su relación Arrival_Pick poblada desde de la fuente "Datos Tectónicos". Los datos devueltos por el algoritmo son transformados y convertidos para poblar la tabla RelacionEventos de la base de datos DSA.

Figura 30

Flujo de Datos DF_RelacionEventos

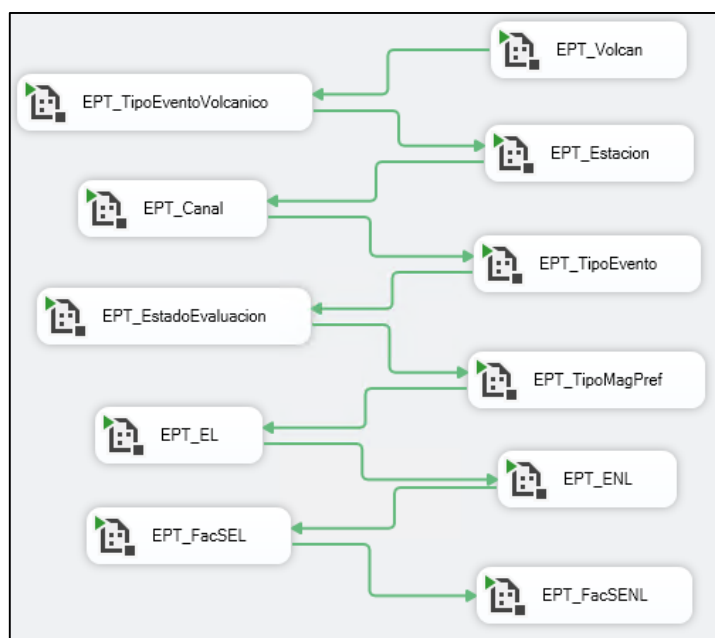


Flujo de Trabajo: WF_DWH

Flujo de trabajo general desde donde se llamará a los flujos de trabajo que se encargarán de poblar las dimensiones y tablas de hechos del destino DWH.

Figura 31

Flujo de Trabajo WF_DWH

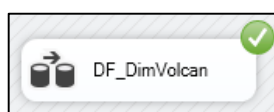


Flujo de Trabajo: DW_DimVolcan

Flujo de trabajo que contiene el flujo de datos que poblará la dimensión Volcán.

Figura 32

Flujo de Trabajo DW_DimVolcan

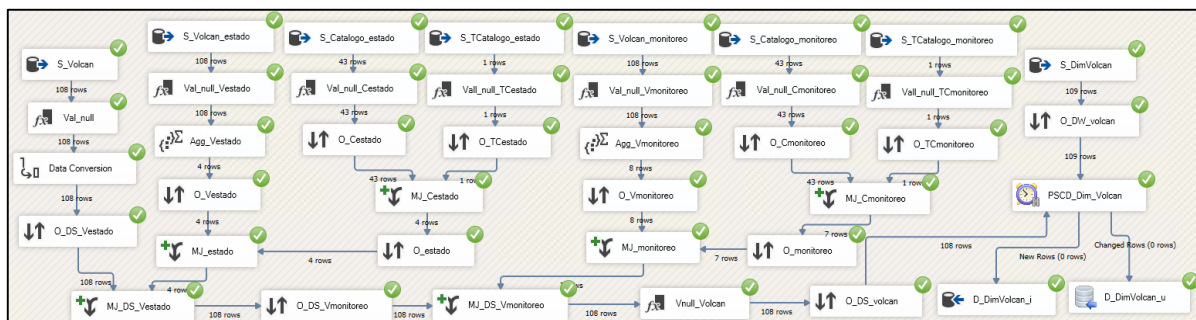


Flujo de Datos: DF_DimVolcan

La dimensión DimVolcan se pobló desde la tabla transaccional Volcán y su relación con la tabla CatalogoVolcan. Se realizó la conversión de la mayoría de los campos que en la tabla transaccional permitían campos NULL de la siguiente manera: los campos tipo varchar se los reemplazo por el valor “NONE”; los campos tipo float se los reemplazo por el valor 0 y los campos tipo int -1, el detalle de los campos se puede ver en la **Tabla 20**.

Figura 33

Flujo de Datos DF_DimVolcan

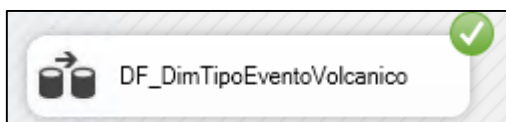


Flujo de Trabajo: DW_DimTipoEventoVolcanico

Flujo de trabajo que contiene el flujo de datos que poblará la dimensión Tipo de Evento Volcánico.

Figura 34

Flujo de Trabajo DW_DimTipoEventoVolcanico

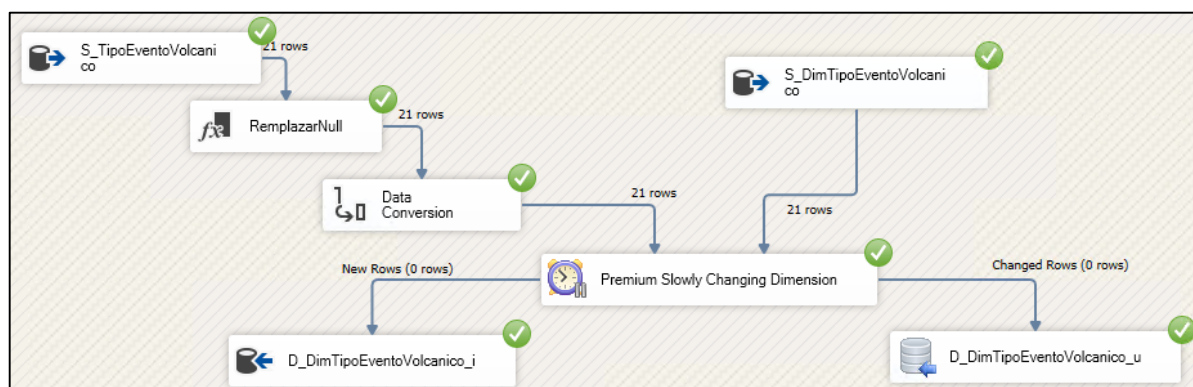


Flujo de Datos: DF_DimTipoEventoVolcanico

La dimensión DimTipoEventoVolcanico se pobló desde la tabla transaccional TipoEvento. Se realizó la conversión de los campos tipo varchar respecto al tamaño del mismo en la dimensión, el detalle de los campos se puede ver en la **Tabla 28**.

Figura 35

Flujo de Datos DF_DimTipoEventoVolcanico

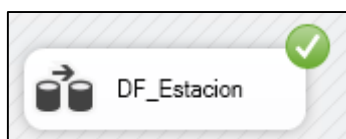


Flujo de Trabajo: DW_DimEstacion

Flujo de trabajo que contiene el flujo de datos que poblará la dimensión Estación.

Figura 36

Flujo de Trabajo DW_DimEstacion

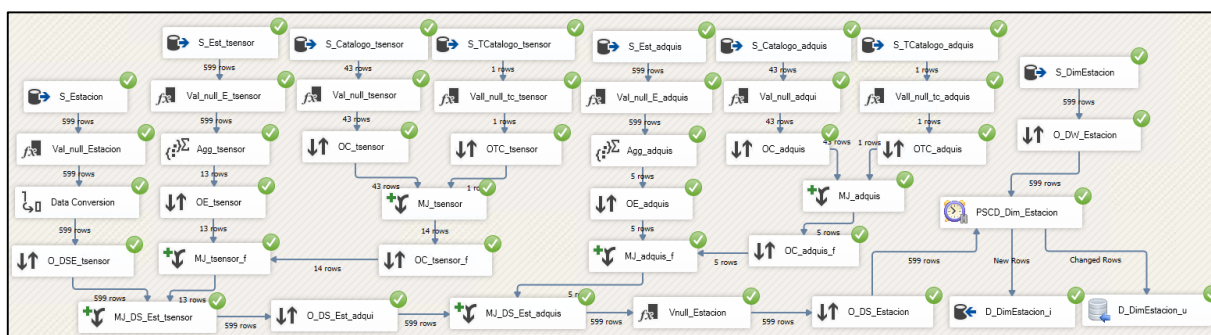


Flujo de Datos: DF_Estacion

La dimensión DimEstacion se pobló desde la tabla transaccional Estación y su relación con la tabla CatalogoVolcan. Se realizó la conversión de la mayoría de los campos que en la tabla transaccional permitían campos NULL de la siguiente manera: los campos tipo varchar se los reemplazo por el valor “NONE”; los campos tipo float se los reemplazo por el valor 0, los campos tipo int -1 y los campos tipo datetime con el valor ‘01/01/1900 0:00:00’, el detalle de los campos se puede ver en la **Tabla 30**.

Figura 37

Flujo de Datos DF_Estacion

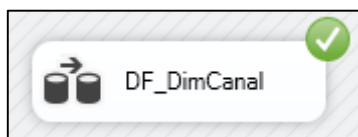


Flujo de Trabajo: DW_DimCanal

Flujo de trabajo que contiene el flujo de datos que poblará la dimensión Canal.

Figura 38

Flujo de Trabajo DW_DimCanal



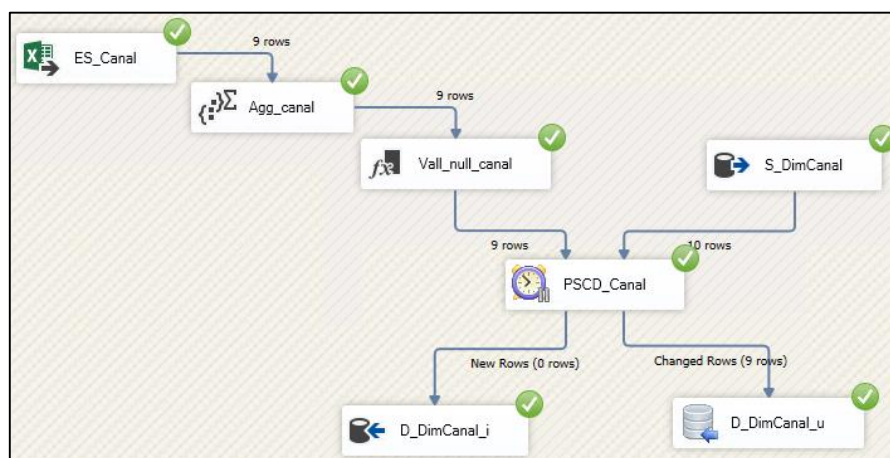
Flujo de Datos: DF_DimCanal

La dimensión DimCanal se pobló desde la hoja Canal de un archivo Excel que contenía el listado de los canales obtenidos de la tabla transaccional EventoVolcanico. Se realizó la conversión de los campos respecto al tamaño del mismo en la dimensión, el detalle de los campos se puede ver en la

Tabla 31.

Figura 39

Flujo de Datos DF_DimCanal



Flujo de Trabajo: DW_DimTipoEvento

Flujo de trabajo que contiene el flujo de datos que poblará la dimensión Tipo de Evento.

Figura 40

Flujo de Trabajo DW_DimTipoEvento

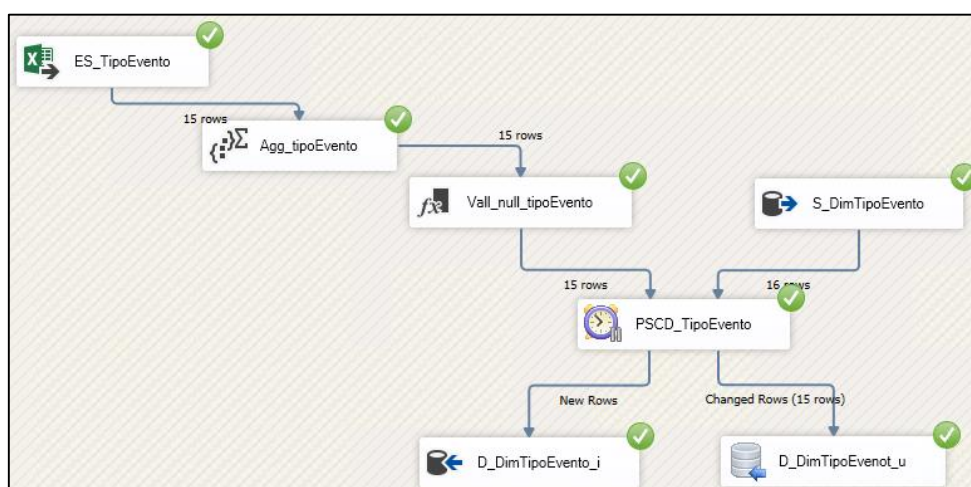


Flujo de Datos: DF_DimTipoEvento

La dimensión DimTipoEvento se pobló desde la hoja TipoEvento de un archivo Excel que contenía el listado de los tipos de eventos obtenidos de la tabla transaccional Origin. Se realizó la conversión de los campos respecto al tamaño del mismo en la dimensión, el detalle de los campos se puede ver en la **Tabla 21**.

Figura 41

Flujo de Datos DF_DimTipoEvento

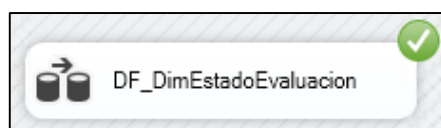


Flujo de Trabajo: DW_DimEstadoEvaluacion

Flujo de trabajo que contiene el flujo de datos que poblará la dimensión Estado de Evaluación.

Figura 42

Flujo de Trabajo DW_DimEstadoEvaluacion

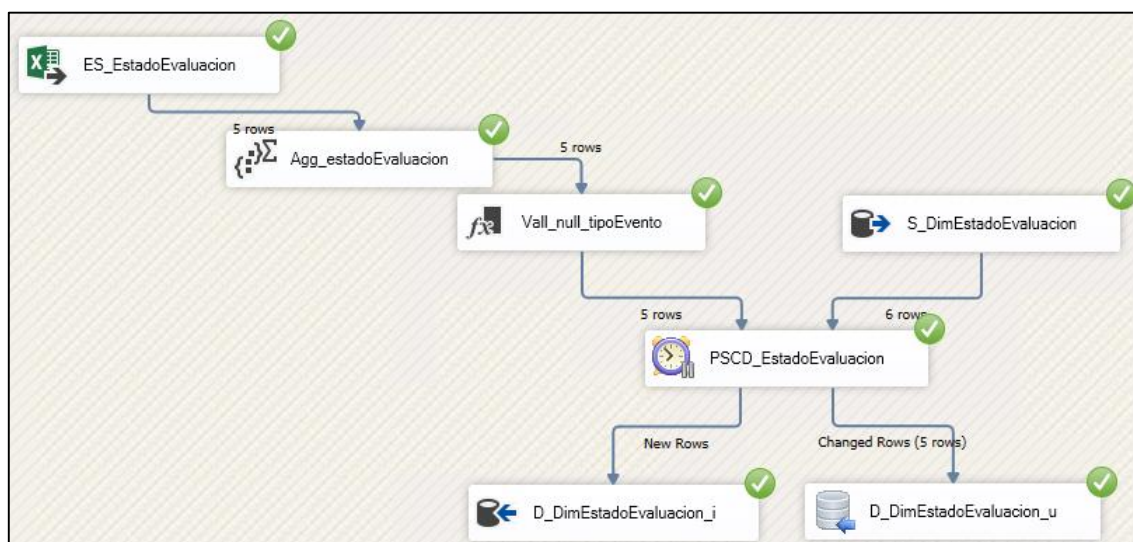


Flujo de Datos: DF_DimEstadoEvaluacion

La dimensión DimEstadoEvaluacion se pobló desde la hoja EstadoEvolucion de un archivo Excel que contenía el listado de los estados de evaluación de un evento localizado obtenidos de la tabla transaccional Origin. Se realizó la conversión de los campos respecto al tamaño del mismo en la dimensión, el detalle de los campos se puede ver en la **Tabla 24**.

Figura 43

Flujo de Datos DF_DimEstadoEvaluacion

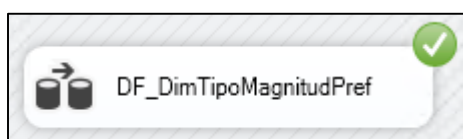


Flujo de Trabajo: DW_DimTipoMagnitud

Flujo de trabajo que contiene el flujo de datos que poblará la dimensión Tipo de Magnitud Preferida.

Figura 44

Flujo de Trabajo DW_DimTipoMagnitud

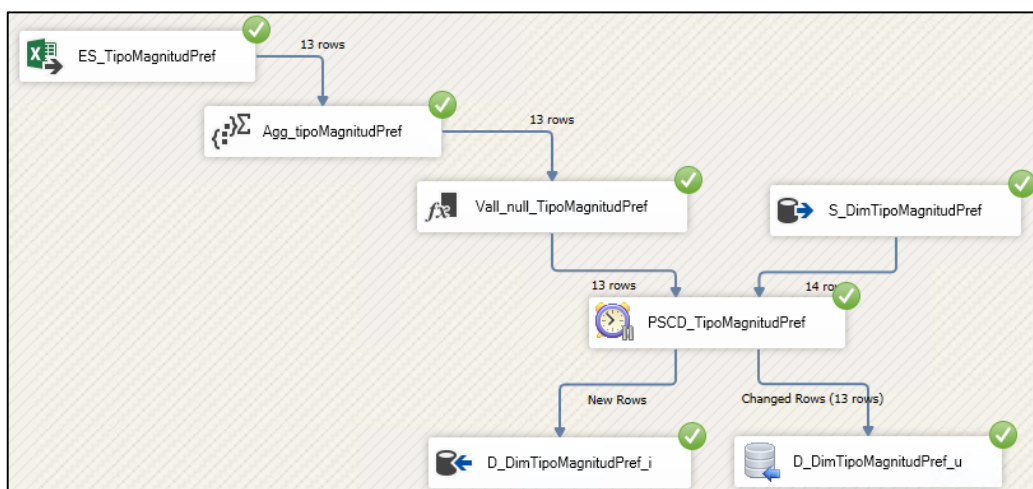


Flujo de Datos: DF_DimTipoMagnitudPref

La dimensión DimTipoMagnitudPreferida se pobló desde la hoja TipoMagnitud de un archivo Excel que contenía el listado de los tipos de magnitud obtenidos de la tabla transaccional Origin. Se realizó la conversión de los campos respecto al tamaño del mismo en la dimensión, el detalle de los campos se puede ver en la **Tabla 25**.

Figura 45

Flujo de Datos DF_DimTipoMagnitudPref



Flujo de Trabajo: DW_DimEventoLocalizado

Flujo de trabajo que contiene el flujo de datos que poblará la dimensión Evento Localizado.

Figura 46

Flujo de Trabajo DW_DimEventoLocalizado

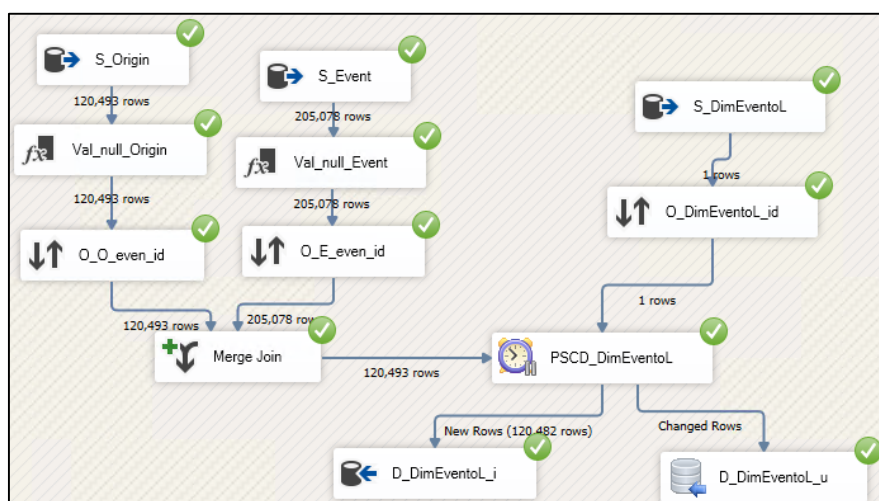


Flujo de Datos: DF_EventoL

La dimensión DimEventoLocalizado se pobló desde la tabla transaccional Event y su relación con la tabla Origin. Se realizó la conversión de los campos que en la tabla transaccional permitían campos NULL de la siguiente manera: los campos tipo varchar se los reemplazo por el valor "NONE"; los campos tipo float se los reemplazo por el valor 0 y los campos tipo datetime con el valor '01/01/1900 0:00:00', el detalle de los campos se puede ver en la **Tabla 26**.

Figura 47

Flujo de Datos DF_EventoL

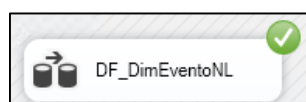


Flujo de Trabajo: DW_DimEventoNoLocalizado

Flujo de trabajo que contiene el flujo de datos que poblará la dimensión Evento No Localizado.

Figura 48

Flujo de Trabajo DW_DimEventoNoLocalizado

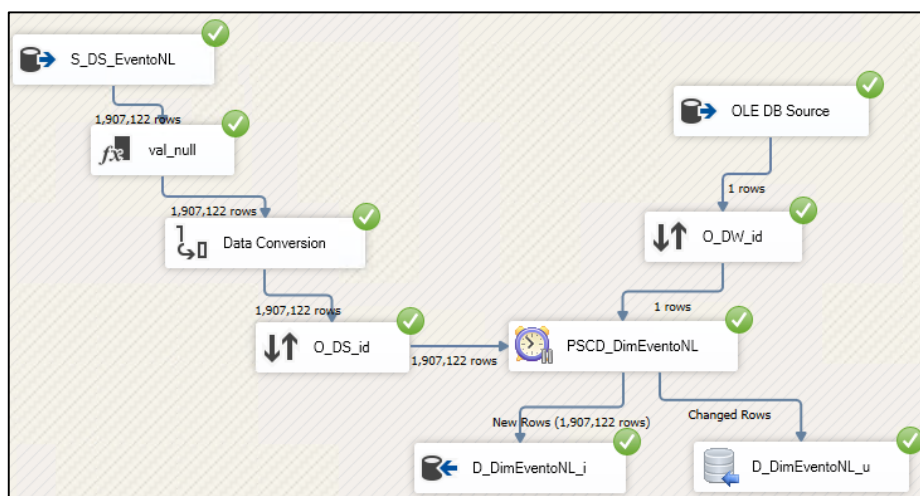


Flujo de Datos: DF_DimEventoNL

La dimensión DimEventoNoLocalizado se pobló desde la tabla transaccional EventoVolcanico. Se realizó la conversión de los campos que en la tabla transaccional permitían campos NULL de la siguiente manera: los campos tipo varchar se los reemplazo por el valor "NONE", el detalle de los campos se puede ver en la **Tabla 29**.

Figura 49

Flujo de Datos DF_DimEventoNL

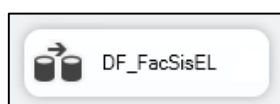


Flujo de Trabajo: DW_FacSisEventOL

Flujo de trabajo que contiene el flujo de datos que poblará la tabla de hechos Sismicidad Eventos Localizados.

Figura 50

Flujo de Trabajo DW_FacSisEventOL



Flujo de Datos: DF_FacSisEL

Una vez realizado el proceso ETL, donde se obtuvo datos de calidad en las dimensiones requeridas para la tabla de hechos FacSismicidadEventoLocalizado, se procedió a poblarla.

La tabla de hechos FacSismicidadEventoLocalizado se pobló desde la tabla transaccional Origin y sus claves foráneas desde las respectivas dimensiones, ver **Figura 10**. Para el caso de los valores de la tabla transaccional que sean NULL se los reemplazo con un valor 0, el detalle de los campos se puede ver en la **Tabla 27**.

El Flujo de datos que se muestra en la **Figura 51** es complejo y se muestra en dos partes.

Figura 51

Flujo de Datos DF_FacSisEL



Flujo de Trabajo: DW_FacSisEventoNL

Flujo de trabajo que contiene el flujo de datos que poblará la tabla de hechos Sismicidad Eventos No Localizados.

Figura 52

Flujo de Trabajo DW_FacSisEventoNL



Flujo de Datos: DF_FEventNL

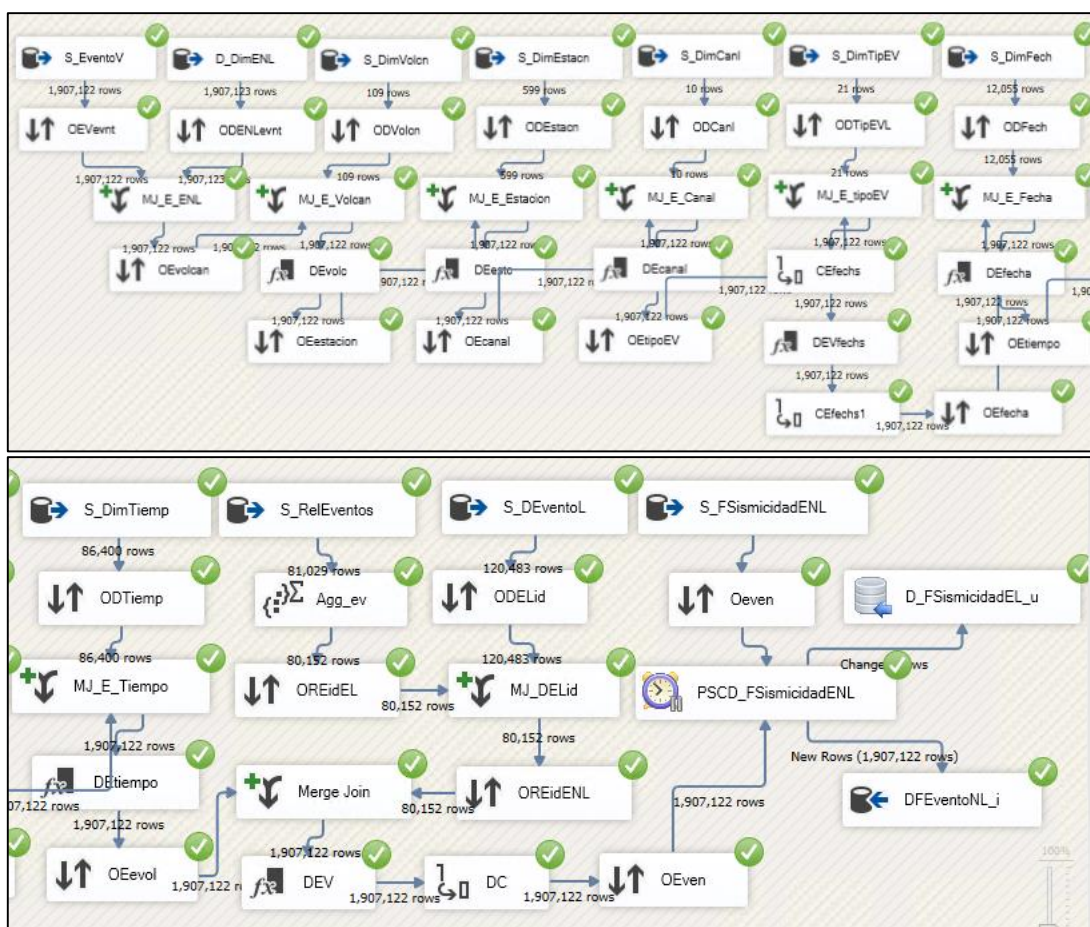
Una vez realizado el proceso ETL, donde se obtuvo datos de calidad en las dimensiones requeridas para la tabla de hechos FacSismicidadEventoNoLocalizado, se procedió a poblarla.

La tabla de hechos FacSismicidadEventoNoLocalizado se pobló desde la tabla transaccional EventoVolcanico y sus claves foráneas desde las respectivas dimensiones, ver **Figura 13**. Para el caso de los valores de la tabla transaccional que sean NULL se los reemplazo con un valor 0, el detalle de los campos se puede ver en la **Tabla 32**.

El Flujo de datos que se muestra en la **Figura 53** es complejo y se muestra en dos partes.

Figura 53

Flujo de Datos FEventNL



Fase 6. Especificación y desarrollo de aplicaciones de BI

El aplicativo para BI que se está proponiendo en este proyecto está enfocada principalmente para el consumo interno de la organización, sin embargo, la arquitectura propuesta soporta el compartir información específica y que sea aprobada para mostrar al público en general.

La aplicación será desarrolló con la herramienta de inteligencia empresarial Power BI, que forma parte de la suite productiva de Office 365, esta herramienta permite modelar y analizar datos desde sus

fuentes, para luego poder visualizarlos por medio de informes dinámicos o tableros que se pueden compartir a toda la organización de diversas formas.

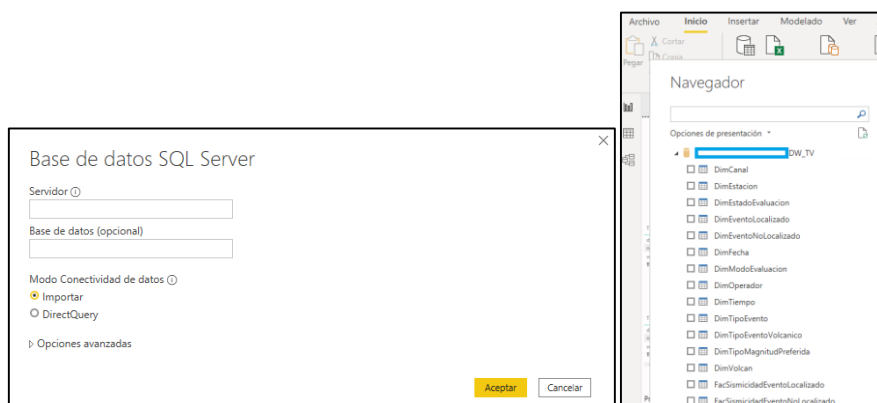
El desarrollo de la aplicación se lo realizó en varios pasos:

1. *Elaboración y Publicación de informes dinámicos*, se utilizó la herramienta Power BI Desktop.
2. *Compartir informes dinámicos*, se utilizó el servicio de Power BI.
3. *Insertar informes dinámicos en aplicación web*, desde donde las personas de la organización puedan consultarlos de manera fácil e intuitiva.

Luego de la definición identificar los pasos para el desarrollo de la aplicación BI, se procedió a instalar la herramienta, ver en los Anexos. Con Power BI desktop instalado se configuró la conexión a la base de dato DWH, como se puede ver en la **Figura 54**.

Figura 54

Conexión a la base de datos DWH



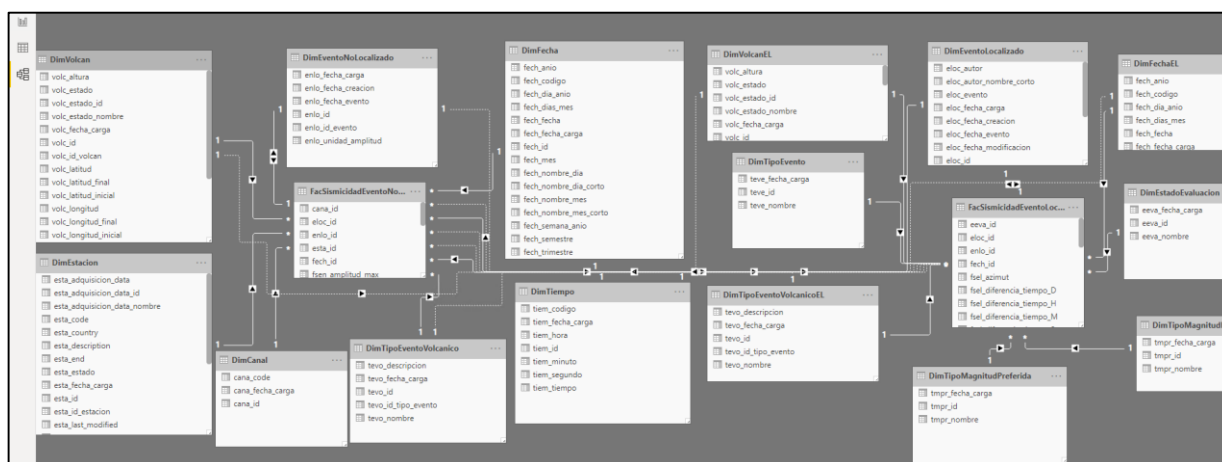
Verificada la conexión de la base de datos, se procede a realizar el modelo seleccionando las dimensiones y tablas de hechos que se requieren para la elaboración de los informes dinámicos. Luego de esto se elabora el informe dinámico, se publica, se comparte y finalmente se inserta en el sitio web.

Resumen de Eventos Sísmicos

El informe dinámico Resumen de Eventos Sísmicos responde al requerimiento de mostrar el número de eventos: por fecha, por volcán, por tipo de eventos y la relación entre eventos localizados y eventos no localizados. El modelo se detalla en la **Figura 55** y este informe cuenta con 3 páginas.

Figura 55

Modelo Resumen de Eventos Sísmicos

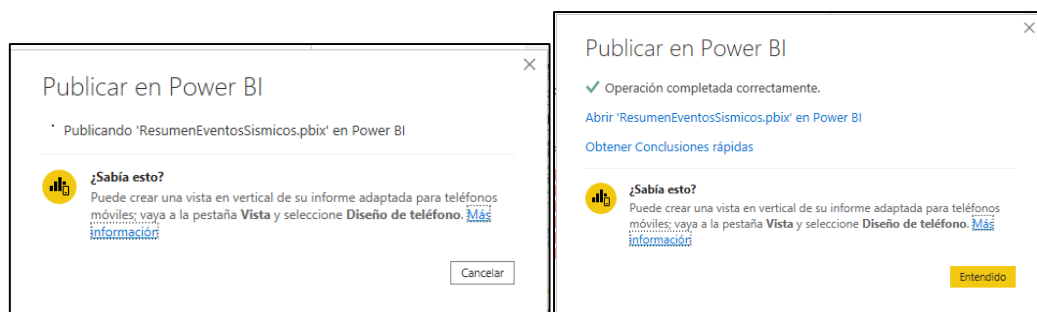


Con el modelo se elaboró el informe dinámico y posterior se publicó como se evidencia en la

Figura 56.

Figura 56

Publicación Resumen de Eventos Sísmicos

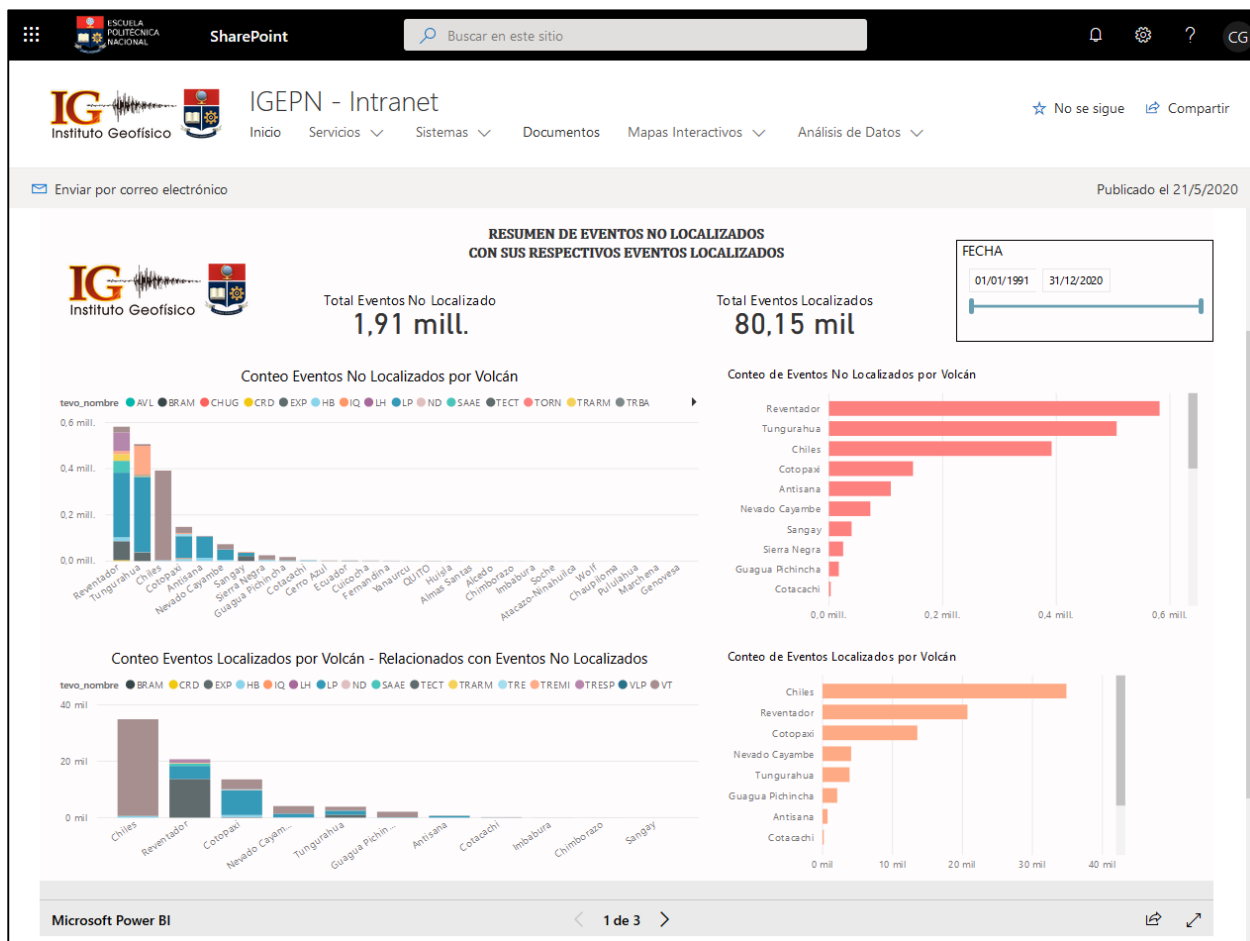


Luego de la publicación se comparte el informe y finalmente se lo inserta en el sitio web, donde será consumido por los usuarios de la organización.

En la **Figura 57** se muestra el dashboard que permitirá visualizar el resumen de los eventos no localizados con sus respectivos eventos localizados, por volcán, por tipo de evento, además se puede seleccionar un periodo de tiempo.

Figura 57

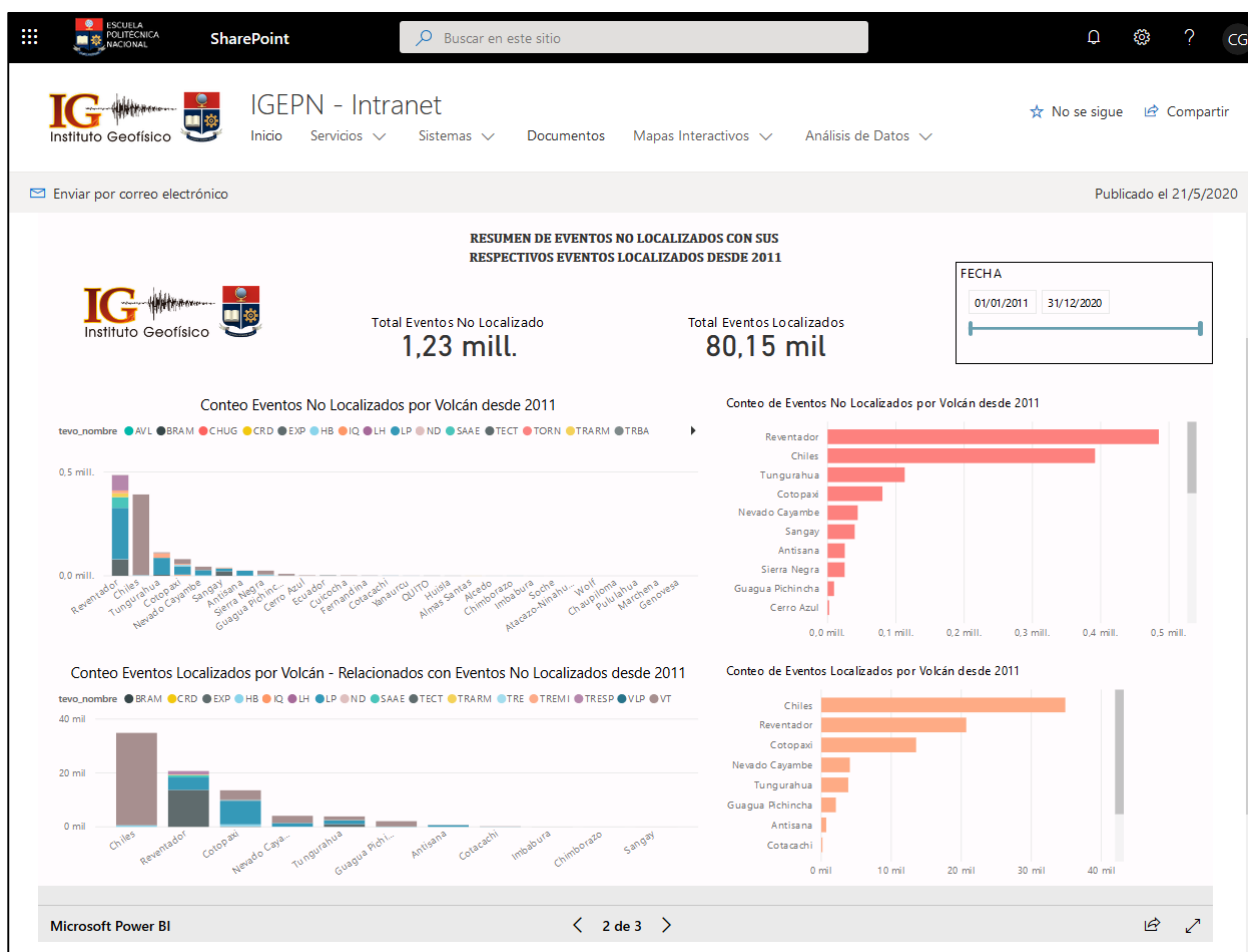
Dashboard Resumen de Eventos No Localizados con sus respectivos Eventos Localizados



En la **Figura 58** se muestra el dashboard que permitirá visualizar el resumen de los eventos no localizados con sus respectivos eventos localizados desde el año 2011, por volcán, por tipo de evento, además se puede seleccionar un periodo de tiempo.

Figura 58

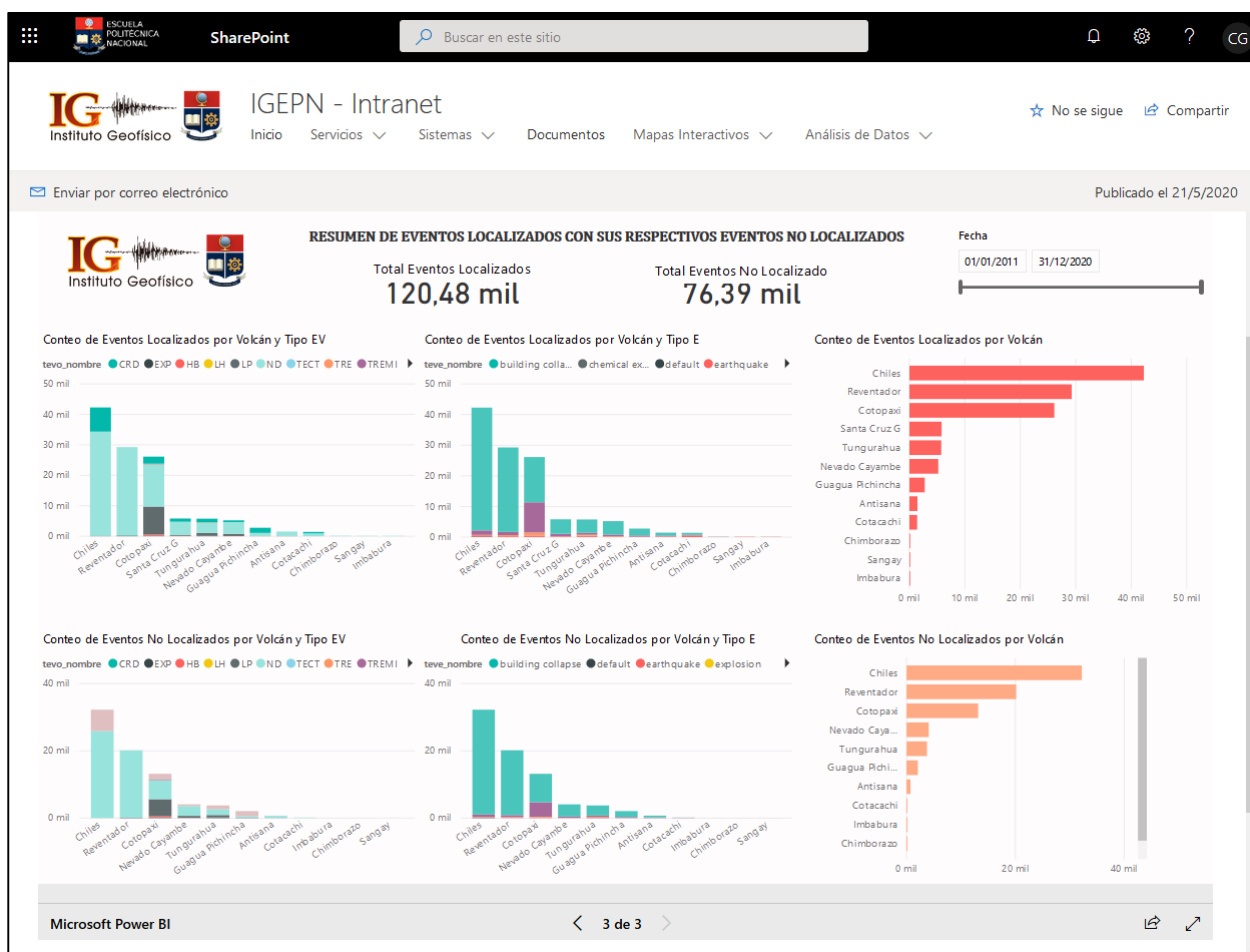
Dashboard Resumen de Eventos No Localizados con sus respectivos Eventos Localizados desde 2011



En la **Figura 59** se muestra el dashboard que permitirá visualizar el resumen de los eventos localizados con sus respectivos eventos no localizados, por volcán, por tipo de evento, además se puede seleccionar un periodo de tiempo.

Figura 59

Dashboard Resumen de Eventos Localizados con sus respectivos Eventos No Localizados

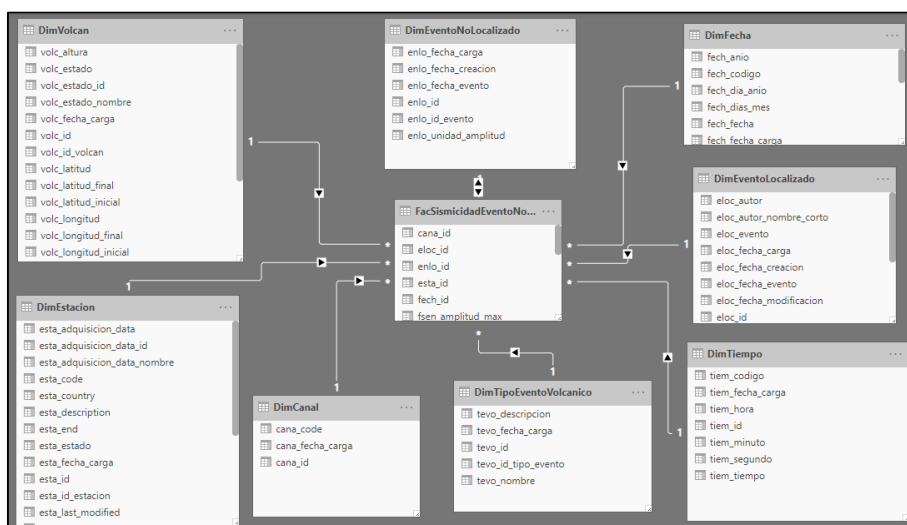


Eventos Sísmicos No Localizados

El informe dinámico Eventos Sísmicos No Localizados responde al requerimiento de mostrar el número de eventos: por fecha, por volcán, por tipo de eventos. El modelo se puede observar en la **Figura 60** y este informe cuenta con 1 página.

Figura 60

Modelo Eventos Sísmicos No Localizados



Con el modelo se elaboró el informe dinámico y posterior se publicó como se evidencia en la

Figura 61.

Figura 61

Publicación Eventos Sísmicos No Localizados

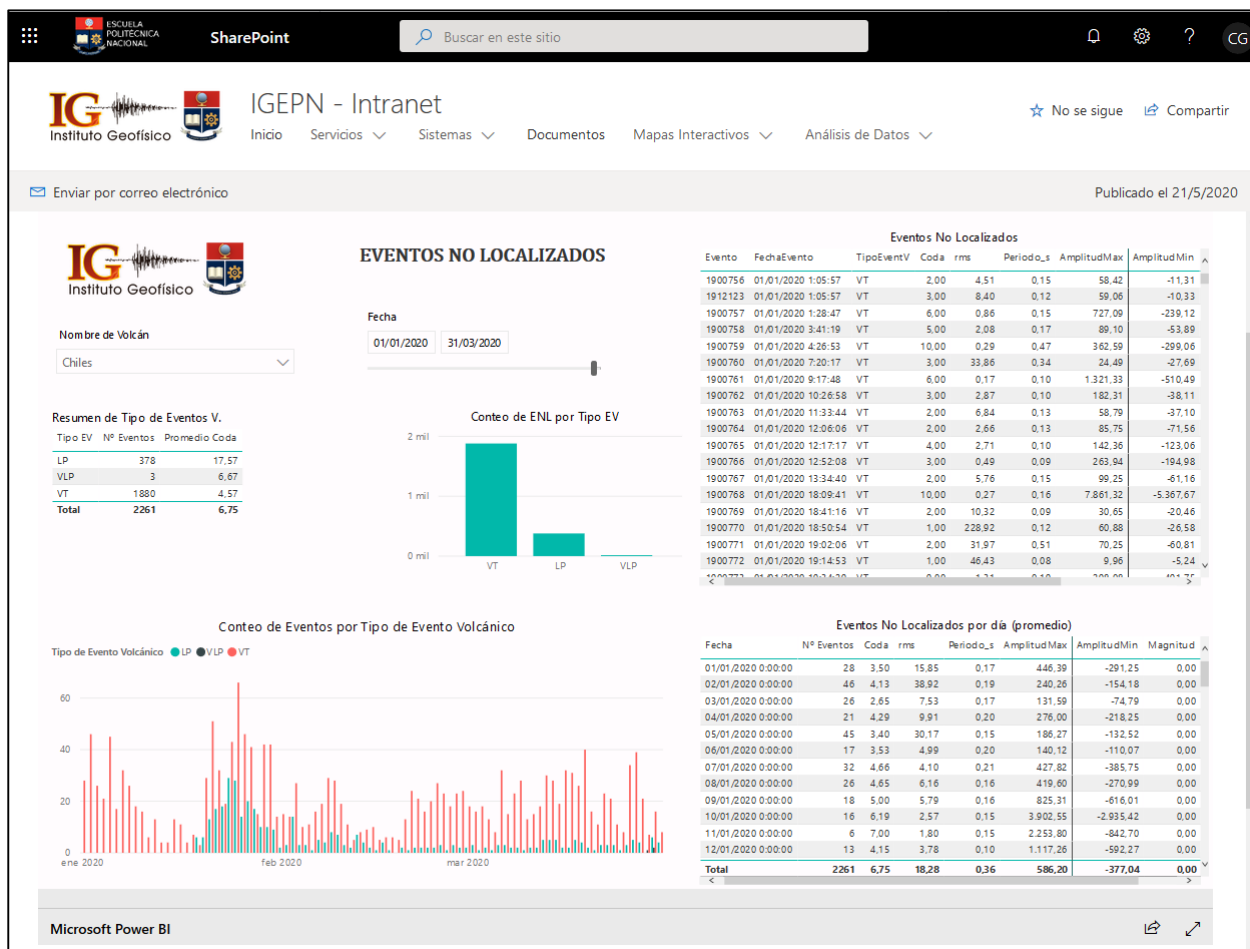


Luego de la publicación se comparte el informe y finalmente se lo inserta en el sitio web, donde será consumido por los usuarios de la organización.

En la **Figura 62** se muestra el dashboard que permitirá visualizar los eventos no localizados por tipo de eventos volcánico, por volcán, por periodos de tiempo. Además, me muestra un listado de los eventos no localizados de manera individual y un consolidado por día.

Figura 62

Dashboard Eventos No Localizados

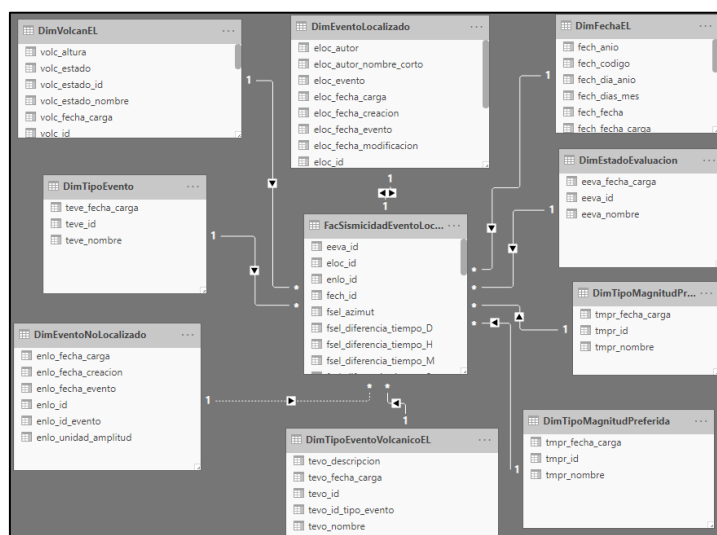


Eventos Sísmicos Localizados

El informe dinámico Eventos Sísmicos Localizados responde al requerimiento de mostrar el número de eventos: por fecha, por volcán, por tipo de eventos. El modelo se detalla en la **Figura 63** y este informe cuenta con 2 páginas.

Figura 63

Modelo Eventos Sísmicos Localizados

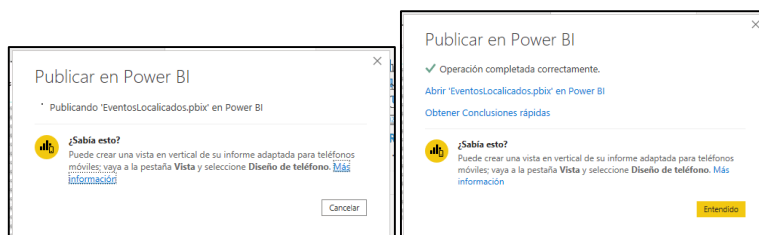


Con el modelo se elaboró el informe dinámico y posterior se publicó como se evidencia en la

Figura 64.

Figura 64

Publicación Eventos Sísmicos Localizados

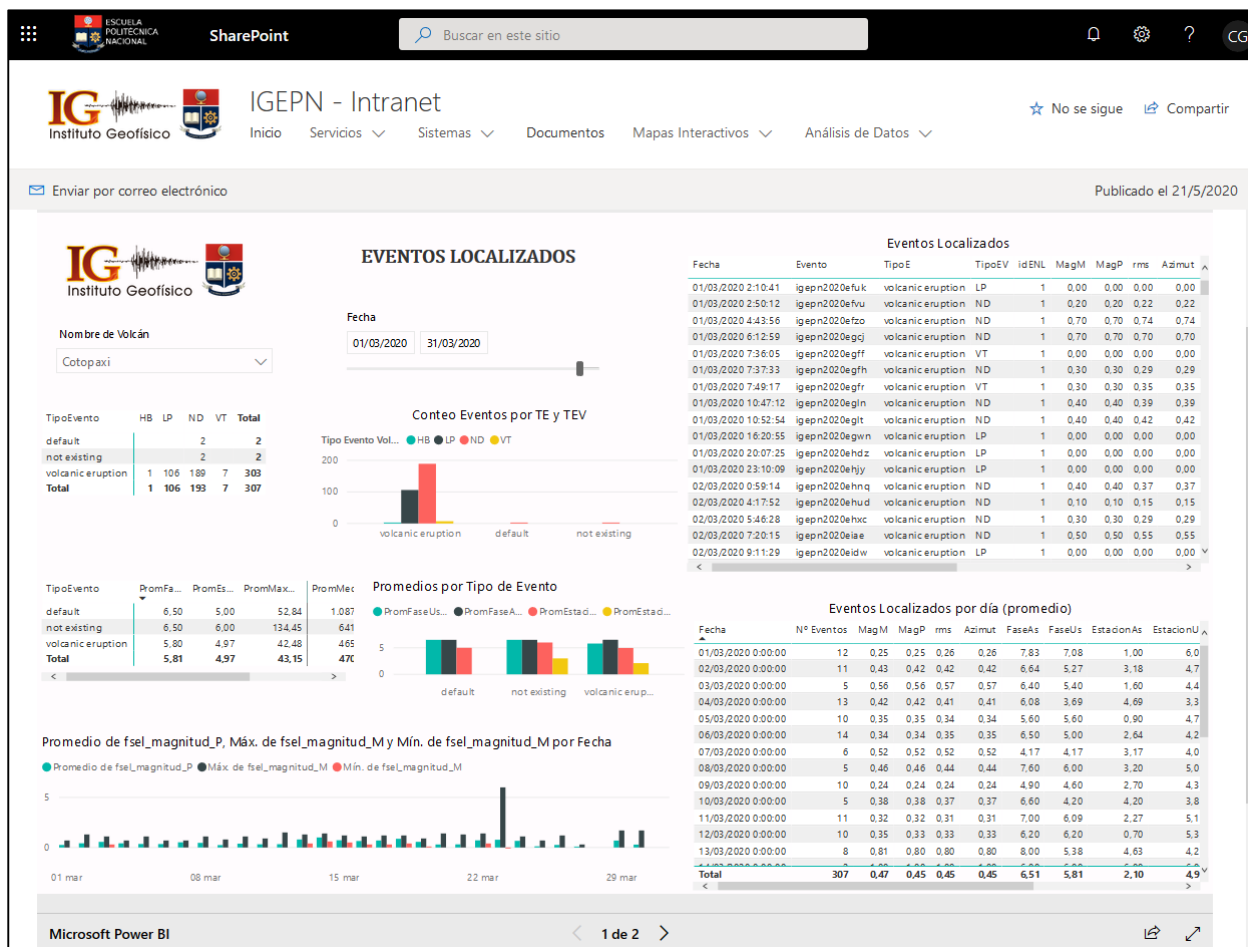


Luego de la publicación se comparte el informe y finalmente se lo inserta en el sitio web, donde será consumido por los usuarios de la organización.

En la **Figura 65** se muestra el dashboard que permitirá visualizar los eventos localizados por tipo de evento, por tipo de evento volcánico, por volcán y en un periodo de tiempo. Además, me muestra un listado de los eventos localizados de manera individual y un consolidado por día.

Figura 65

Dashboard Eventos Localizados

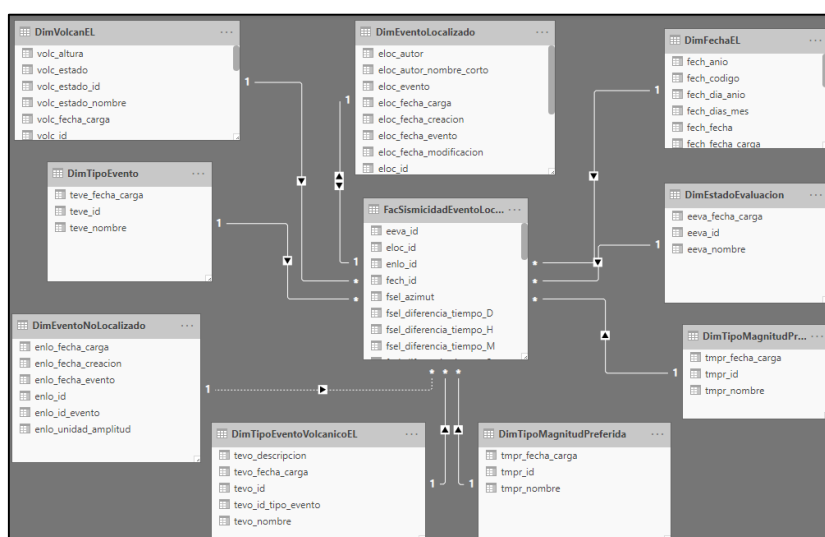


Eventos Sísmicos Localizados por Autor

El informe dinámico Eventos Sísmicos Localizados por Autor responde al requerimiento de mostrar el número de eventos: por fecha, por tipo de eventos, por operador (autor). El modelo se detalla en la **Figura 66** y este informe cuenta con 2 páginas.

Figura 66

Modelo Eventos Sísmicos Localizados por Autor



Con el modelo se elaboró el informe dinámico y se posterior se publicó como se evidencia en la

Figura 67.

Figura 67

Publicación Eventos Sísmicos Localizados por Autor

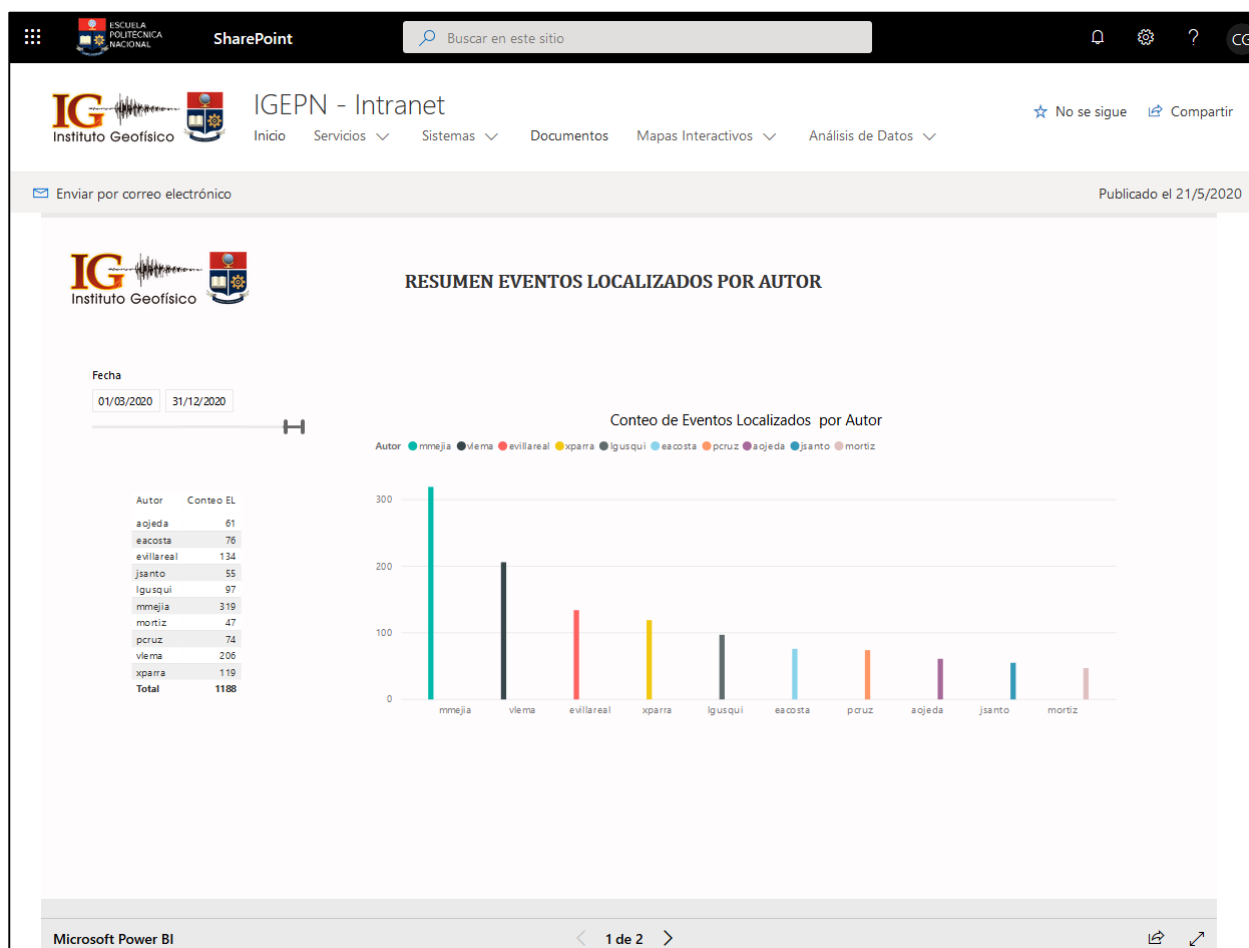


Luego de la publicación se comparte el informe y finalmente se lo inserta en el sitio web, donde será consumido por los usuarios de la organización.

En la **Figura 68** se muestra el dashboard que permitirá visualizar el número de los eventos localizados por autor en un periodo de tiempo.

Figura 68

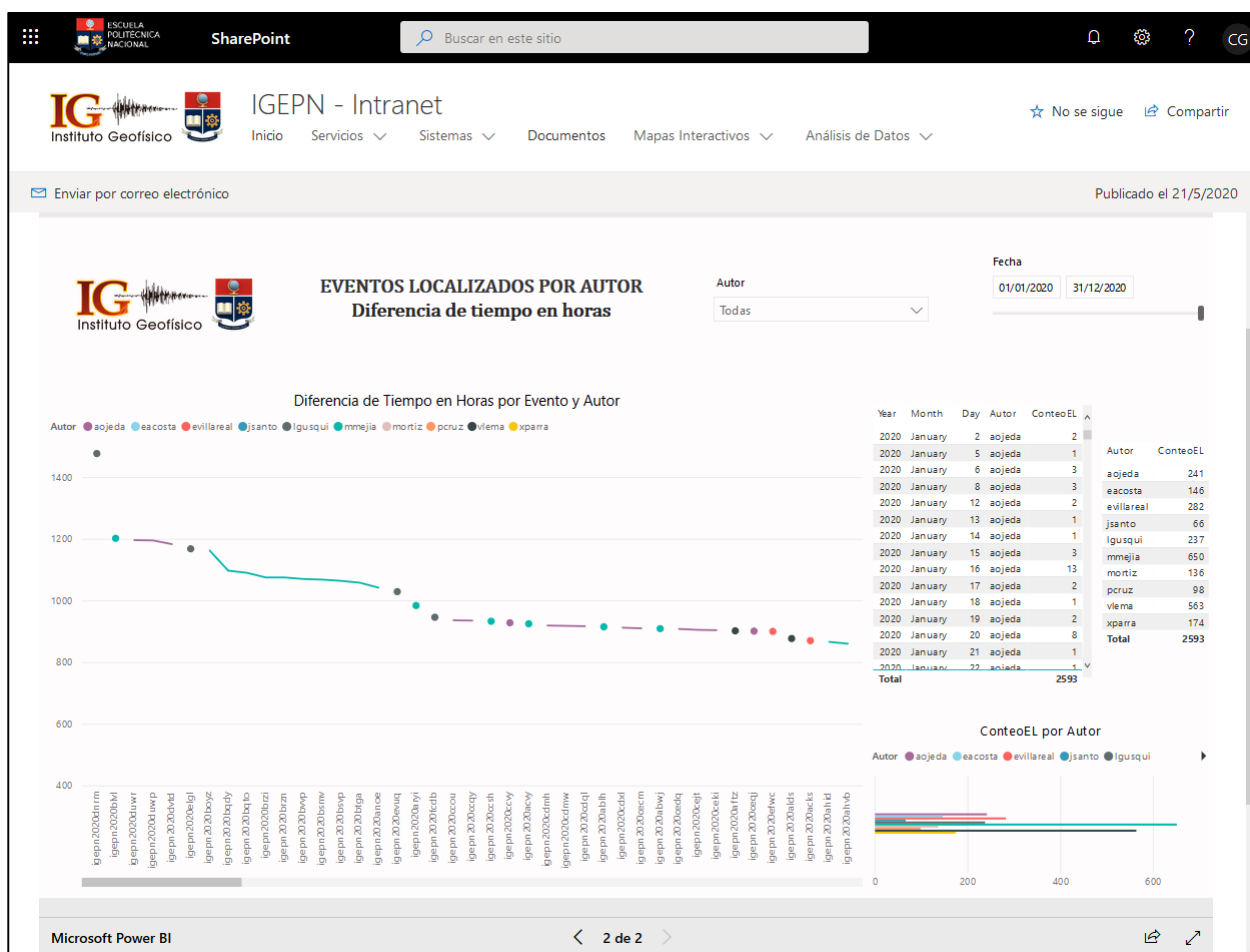
Dashboard Resumen Eventos Localizados por Autor



En la **Figura 69** se muestra el dashboard que permitirá visualizar los eventos localizados por autor con una diferencia de tiempo en horas del procesamiento de los eventos y en un periodo de tiempo.

Figura 69

Eventos Localizados por Autor – diferencia de tiempo en horas



Capítulo IV

Discusión de Resultados

Delimitación de los casos de evaluación

La delimitación de los casos de evaluación – CE, se lo realizó tomando como referencia el funcionamiento actual del Proceso de Análisis Estadístico de Eventos Sismo Volcánicos, (que es descrito en el Contexto del Problema), con el fin de validar el sistema propuesto.

Para realizar las pruebas con los casos de evaluación se realizó dos algoritmos que indica cómo acceder a la información desde el proceso actual y desde el sistema propuesto, se los detalla en el siguiente ítem. En la **Tabla 34** se muestra el resumen de casos de evaluación.

Tabla 34

Resumen de Casos de Evaluación

| Nº CE | Permisos de Usuario | | Herramientas | |
|----------|---------------------|---------------|---------------------------|--------------------------|
| | Repositorio | Base Volcanes | Sistema Operativo Windows | Excel v. 2013 o superior |
| 1 | SI | SI | SI | SI |
| 2 | SI | NO | SI | SI |
| 3 | NO | SI | SI | SI |
| 4 | SI | SI | NO | NO |
| 5 | SI | SI | SI | NO |

Algoritmos para los casos de evaluación

Es importante mencionar que el proceso actual y el sistema propuesto están enfocados en usuarios que sean parte de la organización, motivo por el cual el acceso a la información será de carácter exclusivo para los miembros de la organización.

Requisito: tener un usuario de dominio.

Proceso Actual – Consulta de datos de la Base Volcanes

1. Ingresar remotamente al repositorio de Archivos “SRV Archivos”:
<\\192.168.x.x\Observatorio\BaseVolcan\>
2. Tiene acceso:
 - A. **SI:** Abrir el archivo Excel de la base volcán correspondientes al volcán X: V_X.xlsx – continuar numeral 4.
 - B. **NO:** Solicitar al Administrador de red que revise los permisos, o su vez solicitar al Administrador de base volcanes el archivo Excel actualizado – termina el ciclo.
3. Seleccionar la base volcanes (archivo Excel) del volcán requerido.
4. Abrir el archivo.
5. Actualizar datos: Clic en el menú datos / Clic en la opción Actualizar todo.
 - A. **SI:** Revisar los datos – termina el ciclo.
 - B. **NO:** Solicitar al Administrador de base volcanes, que revise los permisos o a su vez que actualice los datos – termina el ciclo.

Sistema Propuesto – Consulta de datos de la Base Volcanes:

1. A través de un browser ingresar al link: <https://epnecuador.sharepoint.com/sites/IGEPN-Intranet>
2. Ingresar usuario de dominio y contraseña
3. Tiene acceso:
 - C. **SI:** Accede al sitio web – continuar numeral 4.

D. **NO:** Solicitar al Administrador de base volcanes, que revise los permisos o a su vez que actualice los datos – termina el ciclo.

4. Dar clic en el Menú *Análisis de Datos / Volcánica*
5. Seleccionar el dashboard a consultar y revisar los datos – termina el ciclo.

Casos de Evaluación

CE1 - Caso de Evaluación 1: Usuario con permisos completos, con sistema operativo Windows y con una versión actual de Excel

En el Caso de Evaluación 1 el usuario cuenta con permisos de lectura al repositorio y a la base volcanes, con sistema operativo Windows y con una versión 2013 de Excel.

Tabla 35

Características Caso de Evaluación 1 – CE1

| Nº CE | Permisos de Usuario | | Herramientas | |
|----------|---------------------|---------------|---------------------------|--------------------------|
| | Repositorio | Base Volcanes | Sistema Operativo Windows | Excel v. 2013 o superior |
| 1 | SI | SI | SI | SI |

CE2 - Caso de Evaluación 2: Usuario con permisos únicamente al repositorio, con sistema operativo Windows y con una versión actual de Excel

En el Caso de Evaluación 2 el usuario cuenta con permisos de lectura al repositorio y sin permisos de lectura a la base volcanes, con sistema operativo Windows y con una versión 2013 de Excel.

Tabla 36*Características Caso de Evaluación 2 – CE2*

| Nº CE | Permisos de Usuario | | Herramientas | |
|----------|---------------------|---------------|---------------------------|--------------------------|
| | Repositorio | Base Volcanes | Sistema Operativo Windows | Excel v. 2013 o superior |
| 2 | SI | NO | SI | SI |

CE3 - Caso de Evaluación 3: Usuario con permisos únicamente a la base volcanes con sistema operativo Windows y con una versión actual de Excel

En el Caso de Evaluación 3 el usuario no cuenta con permisos de lectura al repositorio y si cuenta con permisos de lectura a la base volcanes, con sistema operativo Windows y con una versión 2013 de Excel.

Tabla 37*Características Caso de Evaluación 3 – CE3*

| Nº CE | Permisos de Usuario | | Herramientas | |
|----------|---------------------|---------------|---------------------------|--------------------------|
| | Repositorio | Base Volcanes | Sistema Operativo Windows | Excel v. 2013 o superior |
| 3 | NO | SI | SI | SI |

CE4 - Caso de Evaluación 4: Usuario con permisos completos, con sistema operativo diferente de Windows y una hoja de cálculo libre

En el Caso de Evaluación 4 el usuario cuenta con permisos de lectura al repositorio y a la base volcanes, con sistema operativo diferente de Windows y una hoja de cálculo libre.

Tabla 38*Características Caso de Evaluación 4 – CE4*

| Nº CE | Permisos de Usuario | | Herramientas | |
|----------|---------------------|---------------|---------------------------|--------------------------|
| | Repositorio | Base Volcanes | Sistema Operativo Windows | Excel v. 2013 o superior |
| 4 | SI | SI | NO | NO |

CE5 - Caso de Evaluación 5: Usuario con permisos de lectura al repositorio y a la base volcanes con sistema operativo Windows y con una versión anterior de Excel

En el Caso de Evaluación 5 el usuario cuenta con permisos de lectura al repositorio y a la base volcanes, con sistema operativo Windows y con una versión 2003 de Excel.

Tabla 39*Características Caso de Evaluación 5 – CE5*

| Nº CE | Permisos de Usuario | | Herramientas | |
|----------|---------------------|---------------|---------------------------|--------------------------|
| | Repositorio | Base Volcanes | Sistema Operativo Windows | Excel v. 2013 o superior |
| 5 | SI | SI | SI | NO |

Resultados de Casos de Evaluación

Resultado CE1 - Caso de Evaluación 1: Usuario con permisos completos, con sistema operativo Windows y con una versión actual de Excel

El usuario accede fácilmente a la información sismo-volcánica utilizando el proceso actual y el sistema propuesto, con una mejora en el tiempo del 50% utilizando el sistema propuesto, ver **Tabla 40**.

Criterio de usuario:

- Proceso actual: fácil de usar, el tiempo de acceso está bien.
- Sistema propuesto: innovador, fácil de acceder a la información de varios volcanes desde un solo lugar, el tiempo está bien e indica algunas cosas nuevas que serían útiles en el aplicativo para versiones futuras.

Tabla 40*Resultado Caso de Evaluación 1 – CE1*

| Nº CE | Permisos de Usuario | | Herramientas | | Tiempo (minutos) | | Acceso directo a los Datos | | Mejora en el tiempo con sistema propuesto (%) |
|----------|---------------------|---------------|---------------------------|--------------------------|------------------|-------------------|----------------------------|-------------------|---|
| | Repositorio | Base Volcanes | Sistema Operativo Windows | Excel v. 2013 o superior | Proceso Actual | Sistema Propuesto | Proceso Actual | Sistema Propuesto | |
| 1 | SI | SI | SI | SI | 3.19 | 1.58 | SI | SI | 50 |

Resultado CE2 - Caso de Evaluación 2: Usuario con permisos únicamente al repositorio, con sistema operativo Windows y con una versión actual de Excel

El usuario accede a la información sismo-volcánica, por medio de otro usuario (se depende de la disponibilidad de este usuario) en el proceso actual; mientras que, en el sistema propuesto accede directamente a la información con una mejora en el tiempo del 20 al 39 %, ver **Tabla 41**.

Criterio de usuario:

- Proceso actual: es complicado depender de una tercera persona para obtener la información.
- Sistema propuesto: fácil de usar, útil ya que permite el acceso directo y rápido a la información desde un navegador.

Tabla 41*Resultado Caso de Evaluación 2 – CE2*

| Nº CE | Permisos de Usuario | | Herramientas | | Tiempo (minutos) | | Acceso directo a los Datos | | Mejora en el tiempo con sistema propuesto (%) | |
|----------|---------------------|---------------|---------------------------|--------------------------|------------------|-------------------|----------------------------|-------------------|---|----|
| | Repositorio | Base Volcanes | Sistema Operativo Windows | Excel v. 2013 o superior | Proceso Actual | Sistema Propuesto | Proceso Actual | Sistema Propuesto | | |
| 2 | SI | NO | SI | SI | 8 - 15 | 3.12 | NO | SI | 21 | 39 |

Resultado CE3 - Caso de Evaluación 3: Usuario con permisos únicamente a la base volcanes con sistema operativo Windows y con una versión actual de Excel

El usuario accede a la información sismo-volcánica, por medio de otro usuario (se depende de la disponibilidad de este usuario) en el proceso actual; mientras que, en el sistema propuesto accede directamente a la información, con una mejora en el tiempo del 17 al 31 %, ver **Tabla 42**.

Criterio de usuario:

- Proceso actual: está bien si se puede acceder prontamente a la información.
- Sistema propuesto: fácil de usar y útil para acceder a la información.

Tabla 42*Resultado Caso de Evaluación 3 – CE3*

| Nº CE | Permisos de Usuario | | Herramientas | | Tiempo (minutos) | | Acceso directo a los Datos | | Mejora en el tiempo con sistema propuesto (%) | |
|----------|---------------------|---------------|---------------------------|--------------------------|------------------|-------------------|----------------------------|-------------------|---|----|
| | Repositorio | Base Volcanes | Sistema Operativo Windows | Excel v. 2013 o superior | Proceso Actual | Sistema Propuesto | Proceso Actual | Sistema Propuesto | | |
| 3 | NO | SI | SI | SI | 8 - 15 | 2.50 | NO | SI | 17 | 31 |

Resultado CE4 - Caso de Evaluación 4: Usuario con permisos completos, con sistema operativo diferente de Windows y una hoja de cálculo libre

El usuario accede a la información sismo-volcánica, por medio de un tercer usuario (se depende de la disponibilidad de este usuario) en el proceso actual; mientras que, en el sistema propuesto accede directamente a la información, con una mejora en el tiempo del 15 al 28 %, ver **Tabla 43**.

Criterio de usuario:

- Proceso actual: se torna complicado acceder prontamente a la información.
- Sistema propuesto: innovador, fácil de usar y resulta muy útil para el trabajo.

Tabla 43

Resultado Caso de Evaluación 4 – CE4

| Nº CE | Permisos de Usuario | | Herramientas | | Tiempo (minutos) | | Acceso directo a los Datos | | Mejora en el tiempo con sistema propuesto (%) | |
|----------|---------------------|---------------|---------------------------|--------------------------|------------------|-------------------|----------------------------|-------------------|---|----|
| | Repositorio | Base Volcanes | Sistema Operativo Windows | Excel v. 2013 o superior | Proceso Actual | Sistema Propuesto | Proceso Actual | Sistema Propuesto | | |
| 4 | SI | SI | NO | NO | 8 - 15 | 2.27 | NO | SI | 15 | 28 |

Resultado CE5 - Caso de Evaluación 5: Usuario con permisos de lectura al repositorio y a la base volcanes con sistema operativo Windows y con una versión anterior de Excel

El usuario accede a la información sismo-volcánica con la ayuda de otro usuario (se depende de la disponibilidad de este usuario) en el proceso actual, mientras en el sistema propuesto accede directamente a la información, con una mejora en el tiempo del 16 al 30 %, ver **Tabla 44**.

Criterio de usuario:

- Proceso actual: está bien si se puede acceder a la información.
- Sistema propuesto: práctico y facilita el trabajo.

Tabla 44

Resultado Caso de Evaluación 5 – CE5

| Nº CE | Permisos de Usuario | | Herramientas | | Tiempo (minutos) | | Acceso directo a los Datos | | Mejora en el tiempo con sistema propuesto (%) | |
|----------|---------------------|---------------|---------------------------|--------------------------|------------------|-------------------|----------------------------|-------------------|---|----|
| | Repositorio | Base Volcanes | Sistema Operativo Windows | Excel v. 2013 o superior | Proceso Actual | Sistema Propuesto | Proceso Actual | Sistema Propuesto | | |
| 5 | SI | SI | SI | NO | 8 - 15 | 2.41 | NO | SI | 16 | 30 |

Análisis de Resultados

Una vez realizada la delimitación de los casos de evaluación se procedió a realizar las pruebas con los usuarios “responsables de volcanes”, quienes son las personas que se encargan de la revisión, análisis e interpretación de la información sismo-volcánica.

El resumen de los resultados se muestra en la **Tabla 45**.

Tabla 45

Resultados de los Caso de Evaluación

| Nº CE | Permisos de Usuario | | Herramientas | | Tiempo (minutos) | | Acceso directo a los Datos | | Mejora en el tiempo del sistema propuesto (%) respecto al tiempo del proceso actual | |
|----------|---------------------|---------------|---------------------------|--------------------------|------------------|-------------------|----------------------------|-------------------|---|----|
| | Repositorio | Base Volcanes | Sistema Operativo Windows | Excel v. 2013 o superior | Proceso Actual | Sistema Propuesto | Proceso Actual | Sistema Propuesto | | |
| 1 | SI | SI | SI | SI | 3.19 | 1.58 | SI | SI | 50 | |
| 2 | SI | NO | SI | SI | 8 - 15 | 3.12 | NO | SI | 21 | 39 |
| 3 | NO | SI | SI | SI | 8 - 15 | 2.50 | NO | SI | 17 | 31 |
| 4 | SI | SI | NO | NO | 8 - 15 | 2.27 | NO | SI | 15 | 28 |
| 5 | SI | SI | SI | NO | 8 - 15 | 2.41 | NO | SI | 16 | 30 |

Los resultados muestran:

- CE1: en el proceso actual como en el sistema propuesto se puede acceder a la información sismo-volcánica de manera sencilla y amigable, sin embargo, el sistema propuesto es innovador, fácil de usar y permite acceder desde un solo lugar a los datos de cualquier volcán con una mejora en los tiempos de acceso del 50% respecto al tiempo del proceso actual.
- CE2 al CE5: en el proceso actual se puede acceder a la información sismo-volcánica, por medio de otro usuario, dependiendo de la disponibilidad del mismo; mientras que, en el proceso propuesto se puede acceder de manera fácil y directa a la información con una mejora en el tiempo requiriendo entre el 17 al 32 % en promedio respecto al tiempo del proceso actual.

En función de los casos de evaluación realizados se puede evidenciar que tanto con el proceso actual como con el sistema propuesto se puede acceder a la información sismo-volcánica, considerando que en el proceso actual se requiere de otro usuario cuando no es el caso ideal – CE1; además se identificó que con el sistema propuesto los tiempos de acceso a la información mejoran, utilizando un rango del 24 al 36% en promedio respecto al tiempo del proceso actual.

Discusión

En el ítem 0 acerca de la problemática, se indica que, la información resultante del proceso actual de análisis estadístico de eventos sismo-volcánicos provoca que los usuarios: - No puedan realizar un análisis inmediato; - No puedan validar la congruencia de la información; - No puedan identificar si la información está actualizada o no; -Dependan de terceros para actualizar la información. Lo cual, se pudo observar al realizar las pruebas de los casos de evaluación, así también se muestra un caso de

evaluación ideal – CE01 que será la excepción. Además, se observa que con el sistema propuesto se solventa las dificultades descritas en el proceso actual, ver detalle en la **Tabla 46**.

Tabla 46

Descripción del proceso actual vs el sistema propuesto

| Descripción | Proceso Actual | | | Sistema Propuesto | | |
|--|----------------|----|---|-------------------|----|--|
| | SI | NO | Comentario | S | NO | Comentario |
| Se puede realizar un análisis inmediato | | X | En el CE1 si, para los demás casos se depende del tiempo de otro usuario. | X | | Al ser un aplicativo web, es una plataforma independiente de sistema operativo u otras herramientas, razón por la cual el usuario puede acceder rápidamente a la información para su respectivo análisis. |
| Se puede validar la congruencia de la información | | X | Al ser un archivo Excel puede ocurrir que se edite la información de forma no voluntaria, lo que implica pérdida de integridad en la información. | X | | Al ser un aplicativo web, el usuario accede directamente a la información, sin la preocupación de que esta información se ha editado o ha sufrido cambios, ya que detrás de todo existen procesos automáticos validados. |
| Se puede identificar si la información está actualizada o no | | X | En el CE1 si, para los demás casos deberá confiar en la información que se le es entregada por el otro usuario. | X | | Al ser un aplicativo web se tendrá identificado la periodicidad de actualización de los datos. |
| Dependan de terceros para actualizar la información | X | | En el caso 1 no, para el resto de casos si, ya que se debe tener ciertas condiciones para acceder a la información. | | X | Al ser un aplicativo web, el usuario tendrá acceso directo a la información, ya que es miembro de la organización. |

Este trabajo ha permitido evidenciar que el proceso utilizado actualmente por la organización para el acceso a la información sismo-volcánica cumple con su objetivo de permitir accesibilidad a la información sismo-volcánica por parte de los diferentes usuarios, más sin embargo, el sistema propuesta es una plataforma en la cual se ha automatizado tareas que al momento se realizan de forma

manual por los usuarios, permitiendo el acceso inmediato a la información actualizada y eso a su vez un análisis rápido de la misma. Razón por la cual se puede indicar que el sistema propuesta resulta en una herramienta útil para los usuarios.

Así también, se pudo evidenciar que el sistema propuesta permite a los usuarios acceder directamente a la información de una manera amigable, fácil y con una mejora considerable en cuanto al tiempo de acceso a la información.

Capítulo V

Conclusiones y Líneas de Trabajo Futuro

Conclusiones

Con este trabajo se ha realizado un sistema de visualizaciones y consultas, que permite el acceso a la información sismo-volcánica de manera amigable, sencilla, dinámica y rápida para que el usuario pueda realizar los análisis necesarios de la información.

En base al estudio inicial del proceso “análisis estadístico de información de eventos sismo volcánicos”, tal como fue concebido, tiene falencias en: el análisis inmediato, la validación rápida de la congruencia de la información, en la actualización de la información, y depende de terceros para actualizarla (de manera manual). Una vez efectuado el estudio inicial se realizó la revisión de literatura, donde, se identificó que en los estudios que se muestran en este documento, sección Trabajos Relacionados, están relacionados explícitamente en otras etapas de la gestión de los datos sísmicos, sin embargo, estos estudios no son semejantes al trabajo planteado; lo que evidencia que no se ha trabajado en la entrega de información estadística inmediata.

Con estos antecedentes, se realizó el diseño del sistema objeto de la presente investigación en función de los requerimientos de los usuarios, los cuales fueron recopilados por medio de observación del proceso, entrevistas a los usuarios, entre otros. Con el diseño se realizó el desarrollo y la implementación del sistema con herramientas Microsoft disponibles en la organización. El sistema como tal se lo colocó en la intranet de la organización, y la validación se realizó con una comparación del proceso actual de “análisis estadístico de información de eventos sismo volcánicos” vs el sistema

propuesto, evidenciando una mejora en la forma y a su vez en el tiempo de acceso a la información sísmo-volcánica, requiriendo en promedio del 24 al 36% del tiempo del proceso actual.

Futuras líneas de trabajo

Las contribuciones de este trabajo a futuras investigaciones son:

- Ampliar las visualizaciones a otros parámetros volcánicos.
- Desarrollar trabajos similares para otras áreas de interés, por ejemplo:
 - En el Área de Sismología se puede realizar visualizaciones sobre la sismicidad regional.
 - En el Área de Instrumentación se puede realizar visualizaciones sobre el estado de las estaciones.
 - En el Centro Terras se puede realizar visualizaciones de las novedades registradas en los turnos.
 - En el Área de Sistemas se puede realizar visualizaciones sobre el soporte a usuarios.

Referencias Bibliográficas

- Alvarado, J. (2012). *Enfoques de desarrollo DW Kimball/Inmon*. <https://docplayer.es/689468-Enfoques-de-desarrollo-dw-kimball-inmon.html>
- Astera. (2019). *Conceptos de Data Warehouse: enfoque de Kimball vs. Inmon*.
<https://www.astera.com/es/type/blog/data-warehouse-concepts/>
- B. Vasconez, F. B. (2016). *Crónicas de la erupción del volcán Cotopaxi 2015*.
<https://www.igepn.edu.ec/servicios/noticias/1376-cronicas-de-la-erupcion-del-volcan-cotopaxi-2015>
- Biggek. (2015). *Arquitectura BI (Parte II): El enfoque de William H. Inmon*. <https://blog.bi-geek.com/arquitectura-enfoque-de-william-h-inmon/>
- Castillo, L. (2019, December). *El material volcánico del Sangay que estuvo represado descendió por el río Upano*.
- EFE, A. (2018, July). *Instituto Geofísico registra descenso de bloques desde el cráter del volcán Reventador*.
- Garcés, M. (2015). *Metodologías e implementación de alternativas business intelligence opensource vs. propietarias en entornos tradicionales; caso prototipo en las pymes en el sector agroindustrial* [Universidad de las Américas]. <http://dspace.udla.edu.ec/bitstream/33000/2660/1/UDLA-EC-TMGSTI-2015-01.pdf>
- Helms, R., Giovacchini, E., Teigland, R., & Kohler, T. (2018). A Design Research Approach to Developing User Innovation Workshops in Second Life. *Journal For Virtual Worlds Research*, 3(1), 3–36.

<https://doi.org/10.4101/jvwr.v3i1.819>

Instituto Geofísico. (2019). *Instituto Geofísico*. <https://www.igepn.edu.ec/>

Leonard, E., & Castro, Y. (2013). Metodologías para desarrollar Almacén de Datos. *Revista de Arquitectura e Ingeniería*, 7. <https://www.redalyc.org/pdf/1939/193930080003.pdf>

McNutt, S. R., & Roman, D. C. (2015). Volcanic Seismicity. In *The Encyclopedia of Volcanoes* (Second Edi). Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-385938-9.00059-6>

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2016). *En tierra segura. Desastres naturales y tendencia de la tierra*. 12.

Rivadera, G. (2010). *La metodología de Kimball para el diseño de almacenes de datos (Data warehouses)*.

Servicio Geológico de los Estados Unidos. (2019). *USGS science for a changing world*. <https://volcanoes.usgs.gov/vhp/monitoring.html>

Sinnexus. (2019). *Business Intelligence informática estratégica*. https://www.sinnexus.com/business_intelligence/

TechTarget. (2019). *Data Analytics*. <https://searchdatamanagement.techtarget.com/definition/data-analytics>

Ulloa, F. (2011). *MANUAL DE GESTIÓN*. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000219184>

Vaishnavi, V., & Kuechler, W. (2004). *Design Research in Information Systems*. <https://aisnet.org/page/DesignResearchMethod>

Vargas, J. E. (2002). *Políticas Publicas para la reducción de vulnerabilidad frente a los desastres naturales y socio-naturales*.

https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=9MI_rBPavQoC&oi=fnd&pg=PA11&dq=desastres+naturales&ots=gc8Ra61iBH&sig=6-pMGFaY_exfEx57EyRJAebvnXA#v=onepage&q=desastres naturales&f=false

Anexos