



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE SISTEMAS

Automatización de interoperabilidad semántica para el modelado del
Sistema eléctrico peruano de media tensión en PowerFactory

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniera de Sistemas

AUTORA:

Burbano Quintero, Vanessa Elizabeth (orcid.org/0009-0001-3116-6244)

ASESORA:

Mg. Ayala Ñiquen, Evelyn Elizabeth (orcid.org/0000-0003-2875-283X)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Sistema de Información y Comunicaciones

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

LIMA – PERÚ

2024



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE SISTEMAS**

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, AYALA ÑIQUEN EVELYN ELIZABETH, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA DE SISTEMAS de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, asesor de Tesis titulada: "Automatización de interoperabilidad semántica para el modelado del Sistema eléctrico peruano de media tensión en PowerFactory", cuyo autor es BURBANO QUINTERO VANESSA ELIZABETH, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 13%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

LIMA, 22 de Agosto del 2024

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
AYALA ÑIQUEN EVELYN ELIZABETH DNI: 41758132 ORCID: 0000-0003-2875-283X	Firmado electrónicamente por: EAYALANI el 14-10- 2024 10:33:22

Código documento Trilce: TRI - 0862702





UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE SISTEMAS**

Declaratoria de Originalidad del Autor

Yo, BURBANO QUINTERO VANESSA ELIZABETH estudiante de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA DE SISTEMAS de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Automatización de interoperabilidad semántica para el modelado del Sistema eléctrico peruano de media tensión en PowerFactory", es de mi autoría, por lo tanto, declaro que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. He mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Nombres y Apellidos	Firma
VANESSA ELIZABETH BURBANO QUINTERO DNI: 49062230 ORCID: 0009-0001-3116-6244	Firmado electrónicamente por: VABURBANOQU el 22- 08-2024 10:35:48

Código documento Trilce: TRI - 0862703



Dedicatoria

Se la dedico a Dios en especial, por todo lo que hace por mí.

A mis hijos, esposo y madre, pues son el motivo de mi lucha diaria.

Agradecimiento

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a mi madre, cuyo constante estímulo y apoyo han sido fundamentales para que pueda dar este importante paso en mi vida académica. Además, deseo reconocer a todas las personas que, de diversas maneras, contribuyeron al desarrollo y culminación de esta investigación.

Índice de contenidos

Carátula.....	i
Declaratoria de Autenticidad del Asesor	ii
Declaratoria de Originalidad del Autor.....	iii
Dedicatoria	iv
Agradecimiento	v
Índice de contenidos	vi
Índice de tablas	vii
Índice de figuras	viii
Resumen.....	ix
Abstract.....	x
I. INTRODUCCIÓN	1
II. METODOLOGÍA	15
III. RESULTADOS.....	23
IV. DISCUSIÓN	31
V. CONCLUSIONES	36
VI. RECOMENDACIONES	37
REFERENCIAS.....	38
ANEXOS	45

Índice de tablas

Tabla 1: Resumen de metodología de desarrollo.....	13
Tabla 2: Medidas descriptivas del tiempo de dibujo (TD)	23
Tabla 3: Medidas descriptivas del tiempo de asignación de librería (TAL)	24
Tabla 4: Medidas descriptivas de errores en el modelado (EM)	25
Tabla 5: Tabla de normalidad indicador tiempo de dibujo (TD).....	26
Tabla 6: Tabla de normalidad Tiempo de Asignación de Librería (TAL)	27
Tabla 7: Tabla de normalidad de errores en el modelado (EM).....	27
Tabla 8: Prueba de Rangos de Wilcoxon para la CHE1	28
Tabla 9: Prueba de Rangos de Wilcoxon para la CHE2	29
Tabla 10: Prueba de Rangos de Wilcoxon para la CHE3.....	30
Tabla 11: Tabla de operacionalización de variables	45
Tabla 12: Matriz de consistencia	46
Tabla 13: Resultado Pre-Test Tiempo de Dibujo (TD)	61
Tabla 14: Resultado Pre-Test Tiempo de Asignación de Librería (TAL)	62
Tabla 15: Resultado Pre-Test de Errores en el Modelado (EM)	63
Tabla 16: Resumen de los resultados Pre-Test.....	64
Tabla 17: Resumen de los resultados Post-Test	65
Tabla 18: Datos comparativa Pre-Test y Post-Test para análisis SPSS	66
Tabla 19: Épicas definidas en el proyecto (Scrum)	67
Tabla 20: Lista de prioridades (Scrum)	68
Tabla 21: Estimación de los requerimientos (Scrum).....	69
Tabla 22: Descripción y estimación de las historias de usuarios (Scrum).....	70
Tabla 23: Tabla se muestra la comparación de AS-IS y TO-BE	76
Tabla 24: Concesionaria del sistema de distribución peruana	93
Tabla 25: Elementos del formato DGS	94

Índice de figuras

Figura 1: Comparativo del indicador tiempo de dibujo (TD)	23
Figura 2: Comparativo del indicador tiempo de asignación de librería (TAL).....	24
Figura 3: Comparativo del indicador errores en el modelado (EM).....	25
Figura 4: Fases de Scrum	67
Figura 5: Diagrama AS-IS	75
Figura 6: Diagrama TO-BE.....	75
Figura 7: Diagrama de contexto del Sistema.....	77
Figura 8: Diagrama de componente del Servicio Importación Formato DGS	77
Figura 9: Diagrama de componente del Servicio Formato VNR.....	78
Figura 10: Modelo de datos VNR	79
Figura 11: Modelo de datos DGS	80
Figura 12: Diagrama de tecnología de la aplicación.....	82

Resumen

El propósito de esta investigación fue determinar cómo la automatización de la interoperabilidad semántica influye en el modelado del sistema eléctrico peruano de media tensión en PowerFactory. Se analizaron cinco sistemas eléctricos que incluyen 26 alimentadores de una empresa de distribución eléctrica en Perú. Los resultados revelaron que el Tiempo de Dibujo (TD) se redujo de 247.68 horas en el pre-test a 10.2 minutos en el post-test, mientras que el Tiempo de Asignación de Librerías (TAL) pasó de 71.30 horas a 1.2 minutos. Además, los errores en el modelado (EM) disminuyó de 26 en el pre-test a solo 1 error en el post-test. Las pruebas de normalidad de Shapiro-Wilk indicaron que los datos no seguían una distribución normal, lo que justificó el uso de pruebas no paramétricas. Los análisis estadísticos mostraron para el TD y TAL una Sig. de 0 y un Z de -4.457b, mientras que para la EM la Sig. fue de 0.010 y el Z de -2.585b. En conclusión, la automatización redujo el TD en un 99.94%, el TAL en un 99.98%, y los errores en un 85%.

Palabras clave: Automatización, Formato DGS, PowerFactory, Interoperabilidad, Modelado.

Abstract

The purpose of this research was to determine how the automation of semantic interoperability impacts the modeling of the Peruvian medium-voltage electrical system in PowerFactory. Five electrical systems comprising 26 feeders from a Peruvian electrical distribution company were analyzed. The results revealed that the Drawing Time (TD) was reduced from 247.68 hours in the pre-test to 10.2 minutes in the post-test, while the Library Assignment Time (TAL) decreased from 71.30 hours to 1.2 minutes. Additionally, modeling errors (ME) were reduced from 26 in the pre-test to just 1 error in the post-test. The Shapiro-Wilk normality tests indicated that the data did not follow a normal distribution, which justified the use of non-parametric tests. Statistical analysis showed a Sig. of 0 and a Z-value of -4.457b for both TD and TAL, while for ME, the Sig. was 0.010, and the Z-value was -2.585b. In conclusion, automation reduced TD by 99.94%, TAL by 99.98%, and errors by 85%.

Keywords: Automation, DGS Format, PowerFactory, Interoperability, Modeling.

I. INTRODUCCIÓN

En todo el mundo, se está experimentando una mayor presencia de Fuente de Energía Renovable (FER) en el Sistema Eléctrico de Potencia (SEP) de distribución, especialmente la solar y la eólica (Walmsley et al. 2023). Esta nueva ola de energías impulsa que la tendencia energética se encamine hacia el autoconsumo, pero manteniendo una conexión a la red como respaldo energético ya sea por deficiencia o sobreproducción de energía (Hatziaargyriou et al. 2021). Este proceso requiere ajustes a nivel de tecnología e infraestructuras eléctricas para manejar eficazmente estas fuentes de energía intermitentes y descentralizadas (Akan et al. 2023),(Luo 2023). A partir de este contexto, el desafío de interoperabilidad en los SEP adquiere una relevancia aún mayor. Esto se debe a que las Redes Eléctricas Inteligentes (Smart Grids) demandan una digitalización de sus equipos y un nivel de interoperabilidad más exhaustivo (Yadav, Pal, Saini 2023).

En Perú, OSINERGMIN, el ente supervisor de la inversión en energía y minería de este país, juega un papel fundamental ya que entre sus responsabilidades no solo determina tarifas equitativas, sino que establece estándares de calidad en la distribución eléctrica (Aguirre 2022). En consecuencia, las empresas del sector eléctrico se han apoyado históricamente en herramientas aisladas y servicios externos para abordar los desafíos de interoperabilidad del sistema eléctrico; donde han adoptado tecnologías como GIS, conocido en sus siglas en español como SIG (Sistema de Información Geográfica), para mantener registros precisos de la infraestructura, y software de simulación de potencia para llevar a cabo análisis detallados del SEP (Anderson, Agalgaonkar 2023).

Sin embargo, la interoperabilidad representa un desafío común en la industria eléctrica, especialmente durante este periodo de transición hacia las Smart Grids. Los sistemas GIS y el software de simulación eléctrica suelen emplear diferentes formatos de datos, lo que puede dificultar su compatibilidad (Gómez et al. 2020). Además, mantener los datos sincronizados y actualizados entre ambos sistemas puede resultar complicado. Así mismo, la carencia de modelos computacionales detallados para las redes del Sistema de Distribución Eléctrica (SDE) ha sido un aspecto significativo en el pasado. No obstante, la tendencia actual se inclina hacia

la creación de modelos detallados para determinar el impacto de la incorporación de FER y tecnologías de Smart Grid (Marcelo Tenesaca-Caldas et al. 2022).

En el caso de una empresa ubicada en la Av. Sergio Bernales, Surquillo – Lima, dedicada a la ejecución de estudios y proyectos en generación, transmisión y distribución eléctrica, así como a estudios de coordinación de protecciones, proyectos de innovación tecnológica, regulación, y mejora de procesos del sector eléctrico peruano. El proceso actual, según Diagrama TO-BE de la Figura 5, presenta varios desafíos. Esta empresa recibe datos de red eléctrica en formato GIS de sus clientes; dichos datos varían significativamente en cuanto a topología, parámetros eléctricos, y personalizaciones específicas, las cuales están adaptadas a las necesidades y capacidades económicas de cada empresa eléctrica. El proceso consiste en analizar e interpretar manualmente la red en el GIS y, posteriormente, modelarla en PowerFactory basándose en esta interpretación visual. Esta variabilidad en los datos dificulta una interpretación y análisis uniforme de las redes eléctricas de media tensión, lo que impacta negativamente en la rentabilidad y competitividad del servicio de modelado en PowerFactory para la realización de estudios eléctricos. Para entender mejor este problema, se ha elaborado un diagrama de Ishikawa, que se presenta en el Anexo 12.

La justificación práctica desarrolla un método o una serie de lineamientos que contribuye a la resolución de un problema (Sevilla Muñoz et al. 2021). Esta investigación se justifica al abordar los desafíos prácticos que surgen al integrar diversos datos GIS del SDE peruana, con la finalidad de mejorar la eficiencia operativa, reduciendo tiempo y recursos, generando beneficios tangibles en costos y precisión en la representación del sistema eléctrico en PowerFactory.

Metodológicamente, la investigación se basa en un enfoque innovador que propone utilizar los datos del SED peruano en el estándar VNR OSINERGMIN, para posteriormente traducirlos al formato DGS PowerFactory. Este enfoque no solo beneficia a la empresa al mejorar la eficiencia en el modelado de redes eléctricas, sino que también establece un estándar potencialmente adoptable por otras empresas, contribuyendo al avance global en la gestión de datos eléctricos desde el enfoque de un ente regulador. En la Figura 6 se puede ver el diagrama TO-BE, que nos proporciona una visión clara y detallada de la adopción de este enfoque.

Ante lo expuesto, surge la siguiente pregunta general de investigación: ¿De qué manera la automatización de interoperabilidad semántica influye en el modelado del Sistema eléctrico peruano de media tensión en PowerFactory? Las preguntas específicas son: ¿Cómo influye la automatización de la interoperabilidad semántica en el tiempo de dibujo durante el modelado del Sistema eléctrico peruano de media tensión en PowerFactory? ¿Cómo influye la automatización de la interoperabilidad semántica en el tiempo de asignación de las librerías durante el modelado del Sistema eléctrico peruano de media tensión en PowerFactory? ¿Cuál es el impacto de la automatización de la interoperabilidad semántica en la cantidad de errores en el modelado del Sistema Eléctrico Peruano de Media Tensión utilizando PowerFactory?

En la misma medida, se establece como objetivo general: Determinar de qué manera la automatización de interoperabilidad semántica influye en el modelado del Sistema eléctrico peruano de media tensión en PowerFactory. Como objetivos específicos los siguientes: Determinar la influencia de la automatización de la interoperabilidad semántica en el tiempo de dibujo durante el modelado del Sistema eléctrico peruano de media tensión en PowerFactory. Determinar la influencia de la automatización de la interoperabilidad semántica en el tiempo de asignación de las librerías durante el modelado del Sistema eléctrico peruano de media tensión en PowerFactory. Evaluar el efecto que tiene la automatización de la interoperabilidad semántica en la cantidad de errores producidos en el modelado del Sistema eléctrico peruano de media tensión en PowerFactory.

Por consiguiente, la hipótesis general: La automatización de interoperabilidad semántica influye significativamente en el modelado del Sistema eléctrico peruano de media tensión en PowerFactory. Mientras que las específicas son: La automatización de la interoperabilidad semántica tiene un impacto significativo en la reducción del tiempo de dibujo durante el modelado del Sistema eléctrico peruano de media tensión en PowerFactory. La automatización de la interoperabilidad semántica tiene un impacto significativo en la reducción del tiempo de asignación de las librerías durante modelado del Sistema eléctrico peruano de media tensión en PowerFactory. Finalmente, la automatización de la

interoperabilidad semántica reduce la cantidad de errores en el modelado del Sistema Eléctrico peruano de media tensión en PowerFactory.

Antecedentes internacionales:

En 2023, la Universidad Técnica de Cotopaxi en Latacunga, Ecuador, realizó un análisis sobre la estimación de la demanda de una estación de carga para vehículos eléctricos en la región de Tungurahua, utilizando simulación de Montecarlo. El estudio se centró en entender cómo la incertidumbre y la variabilidad en la demanda afectan la infraestructura de carga eléctrica y en identificar estrategias para optimizar su eficiencia y sostenibilidad, incluyendo la generación de energía fotovoltaica. Se emplearon herramientas como PowerFactory para modelar el sistema eléctrico subyacente y realizar simulaciones de flujo de carga, mientras que Python se utilizó para la automatización del procesamiento de datos. Gracias al modelado en PowerFactory y análisis detallado de sistemas eléctricos, los resultados destacaron la importancia de la gestión eficiente de la carga, revelando fluctuaciones en el perfil de voltaje y la necesidad de estrategias para mantener la estabilidad del sistema (Lascano et al. 2023).

En un artículo publicado en el año 2023 por la Universidad Tecnológica de Graz, Austria, abordó GridTool: una aplicación que permite convertir datos de la red eléctrica en modelos listos para usar en software de simulación de potencia. Este software fue diseñado con el propósito de simplificar y agilizar la conversión de datos de redes eléctricas, utilizando información de fuentes públicas, como el proyecto OpenStreetMap (OSM), para su aplicación en modelos de simulación de potencia. La metodología de GridTool se basó en la división de varios módulos, desde la configuración inicial hasta la exportación de datos, permitiendo una mayor flexibilidad y personalización en comparación con otras herramientas similares. Es importante tener en cuenta la limitación de la calidad y disponibilización de los datos en OSM. En las futuras actualizaciones de GridTool, se pretende incorporar otras fuentes de entrada y se busca una función para cambiar el formato de salida de archivos CSV (Gaugl et al. 2023).

En un artículo de 2022 derivado de una conferencia europea sobre tecnologías de redes inteligentes, se propuso un método automatizado para generar modelos

detallados de SED de baja tensión en áreas residenciales suburbanas. Este método utilizó datos de GIS y OpenStreetMaps (OSM), junto con estadísticas públicas, integrados en un modelo PowerFactory mediante softwares de código abierto como OSMnx, NetworkX, NumPy y Pyproj. Estas herramientas permitieron crear una estructura de grafo para facilitar la generación de modelos de simulación. La red modelada, de 241 ubicaciones residenciales, incluía 485 líneas, 10 transformadores; así como, 243 cargas de baja tensión. La evaluación se llevó a cabo mediante simulaciones de flujo de carga (FC) y flujo de energía cuasi-dinámico en ocho escenarios, mostrando una carga máxima del 141,47% al mediodía en verano y una carga promedio del 51,44%, indicando que el cable superó su límite durante periodos prolongados. Las limitaciones del método incluyen la escasez de datos reales, simplificaciones en el modelo, y la falta de funcionalidad para seleccionar cables más grandes en rutas altamente cargadas, sugiriendo mejoras necesarias en la representación del sistema y la gestión de la carga para futuros desarrollos (Cakmak et al. 2022). Este artículo es considerado fundamental por su enfoque innovador en la modelación automatizada de redes de distribución eléctrica utilizando datos geoespaciales y simulaciones para evaluar el rendimiento del sistema en diversas situaciones.

Un artículo en Brasil abordó la cuestión que implica la elaboración de modelos de SEP de distribución a partir de GIS utilizando Grafos, con el propósito de hallar soluciones para la integración de la generación distribuida sostenible. Propone una metodología eficiente que utiliza Python con GDAL para conectar GIS, extraer datos y construir grafos con NetworkX. Los modelos se exportan a OpenDSS y PowerFactory para simulaciones, demostrando su aplicación en subestaciones ecuatorianas. Los tiempos de construcción de modelos para 11 alimentadores varían entre 355 y 827 segundos por alimentador y un total acumulado de 4948.27 segundos. Estos valores proporcionan una perspectiva cuantitativa sobre el esfuerzo computacional requerido, resaltando diferencias específicas entre alimentadores y permitiendo una evaluación precisa de la eficiencia de la metodología propuesta (Marcelo Tenesaca-Caldas et al. 2022). La metodología y enfoques presentados en este artículo son esenciales para el actual proyecto de investigación, ya que proporcionan una base sólida tanto en términos teóricos como prácticos.

En un artículo del Departamento de Tecnología de Redes de Energía de la Universidad Montan de Leoben en Austria en 2022, se abordó el modelado, simulación y optimización de la gestión del sistema eléctrico austríaco con un enfoque en alta resolución espacial y temporal. Se desarrolló un marco de simulación MES para representar precisamente el sistema energético, incluyendo redes eléctricas, de gas y calefacción, así como la interacción de diversas fuentes de energía y comportamientos de consumidores. Se utilizó el software HyFlow MES con un enfoque celular y se implementó un modelo basado en diagrama de Voronoi para subdividir Austria en distritos de subestaciones. El resultado más destacado es la importancia de la interoperabilidad eléctrica para los objetivos de #mission2030 para evaluar la flexibilidad del sistema y derivar indicadores cruciales para la toma de decisiones (Greiml et al. 2022). A pesar de usar otro software de simulación de potencia, este artículo da una visión fundamental de la interoperabilidad tecnológica en los modelos de red energética en Austria para evaluar la flexibilidad del sistema.

Un artículo abordó la creciente importancia de los modelos de simulación que representan el comportamiento dinámico de los SEP europeos. La European Network of Transmission System Operators for Electricity (ENTSO-E) estableció requisitos para la implementación de códigos de red, que demandan modelos dinámicos para simulaciones en el análisis de compensaciones al conectar diferentes fuentes de energía a la red. El trabajo destacó que las herramientas tradicionales de simulación de sistemas eléctricos no cumplen completamente con estos requisitos, ya que no permiten la exportación de toda la información necesaria del modelo para garantizar la consistencia. Se tomó como muestra las herramientas de simulación PSS/E, Dymola y OpenModelica. Desde la perspectiva de modelado, se destacó la creciente necesidad de intercambiar información en sistemas ciberfísicos en estado estacionario y dinámico. Se abogó por la adopción del estándar CIM/CGMES y la adopción de Modelica para representaciones precisas basadas en ecuaciones, señalando la necesidad futura de herramientas que cumplan con lenguajes de modelado estándar y promuevan la interoperabilidad en entornos ciberfísicos complejos (Gómez et al. 2020).

Antecedentes nacionales:

Por su parte en Perú, un artículo publicado en 2023, se trataron las complejidades de las redes eléctricas durante la transición hacia Smart Grids y la necesidad de intercambiar datos de manera coherente y estandarizada en un entorno que involucra más actores y tecnologías. Se destacó la dificultad en la adopción de estándares como CIM/CGMES en proyectos de software debido a su naturaleza compleja y cambiante, que requiere actualizaciones manuales propensas a errores. Para abordar este desafío, se desarrolló la herramienta automatizada CIMgen, que genera código fuente específico del lenguaje a partir de especificaciones de CIM/CGMES, priorizando la flexibilidad y la facilidad de mantenimiento. Utilizando lenguajes como C++ y Python, y tecnologías como Mustache y XML2dict, CIMgen demostró eficacia en la simulación de flujo de potencia al representar adecuadamente componentes como ACLineSegment, EnergyConsumer, PowerTransformer, entre otros. El estudio resalta la necesidad de una metodología adicional para validar de manera completa y automatizada las bases de código generadas (Dinkelbach et al. 2023).

En Perú, sugirió una investigación para examinar la eficacia del servicio eléctrico comparado con estándares internacionales, utilizando normativas y estatutos del derecho internacional como base. Se propusieron indicadores regulatorios y se evaluaron dos escenarios utilizando los índices SAIDI y SAIFI. Mediante el análisis DEA, se concluyó que el Perú necesita mejorar la calidad del suministro eléctrico, especialmente para usuarios de baja tensión, sugiriendo ajustes en políticas energéticas y el control tarifario. El artículo destacó las condiciones geográficas y la dispersión de la demanda como factores influyentes en la disponibilidad eléctrica del país, subrayando la necesidad de integrar estándares como el VNR OSINERGMIN para mejorar el sistema eléctrico peruano (1).

En un artículo publicado en el año 2022 por Pontificia Universidad Católica Lima, Perú, abordó el análisis de los sistemas de generación distribuida que proveen energía eléctrica a redes de distribución peruanas. Se enfocó en revisar avances en la gestión de energía y evaluar el desempeño de generadores distribuidos conectados al Peruvian National Interconnected Electrical System (PNIES). Utilizando herramientas como Matlab y Simulink, se preparó y configuró modelos de red eléctrica, asegurando la precisión de datos y parámetros para el flujo de

carga. El estudio proporciona una guía detallada sobre el proceso de modelado y análisis, destacando la importancia para futuras investigaciones en la automatización del modelado del sistema eléctrico peruano (Alamo, Quinteros, Cenzano 2022).

En un artículo publicado en el año 2022 por la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, donde la población de interés se desplazó hacia los ámbitos eléctricos y gas natural en el territorio peruano. El estudio evaluó detalladamente la implementación de políticas públicas y regulaciones, destacando desafíos como la sobreoferta en generación eléctrica y la necesidad de equilibrar la regulación de mercado con la planificación gubernamental para asegurar un suministro eficiente y seguro de energía. Se concluyó que el régimen de economía social de mercado permite la intervención estatal cuando existen fallos de mercado justificando la planificación. El artículo también propuso mejoras en la planificación integral del sector energético para promover un desarrollo sostenible e eficiente de la infraestructura energética en el país (Leyva Flores 2022). Este artículo proporciona una perspectiva valiosa sobre los desafíos y áreas de mejora en el sistema eléctrico peruano. Al entender las deficiencias en la calidad del servicio, se destaca la importancia de mejoras tecnológicas y operativas para abordar eficazmente estos problemas de interoperabilidad.

A continuación, se expondrán los fundamentos teóricos de la investigación que nos han permitido llevar a cabo el estudio:

La interoperabilidad, es la capacidad de diferentes sistemas, plataformas o aplicaciones para intercambiar y utilizar información de manera efectiva; en el contexto de la informática, implica la capacidad de sistemas heterogéneos para trabajar juntos sin problemas (Etzkorn 2023).

La interoperabilidad semántica es la capacidad tanto del emisor como del receptor para comprender claramente el significado de la información intercambiada. Se considera el nivel más alto de interoperabilidad y para lograrlo, es crucial la selección de datos, lo que implica la traducción o normalización de la información para garantizar una representación unificada de cada concepto dentro del flujo de datos (Umberfield et al. 2022). En el contexto eléctrico implica la

capacidad de emplear un significado común a los datos intercambiados entre software eléctricos heterogéneos, en tal sentido se considera un desafío abierto en el campo de las redes eléctricas inteligentes (Cavaliere 2021).

Sistema eléctrico o sistema eléctrico de potencia (SEP): Es una conexión entre elementos que permite generar, transmitir, distribuir y consumir energía eléctrica. Este sistema abarca desde las instalaciones de generación, como centrales eléctricas, hasta los puntos de consumo, como hogares y empresas, incluyendo líneas de transmisión, subestaciones y redes de distribución (Malon 2020).

Una subestación eléctrica de transmisión (SET) es una instalación especializada en el sistema eléctrico que se ubica estratégicamente a lo largo de las líneas de transmisión. Desempeña un papel esencial tanto en la transmisión como en la distribución de la energía. En este punto estratégico, se ajustan las tensiones para facilitar el transporte eficiente de la electricidad a largas distancias en las líneas de transmisión de alta tensión. Además, la SET sirve como punto de conexión donde la energía se ramifica hacia redes de distribución de media tensión (Jimenez, Lescano, Will 2020)

Sistema de Distribución eléctrica (SDE): En el contexto peruano, existen compañías de distribución eléctrica que operan en diferentes regiones del país y representa una etapa del SEP que tiene como objetivo llevar energía desde las subestaciones eléctricas transformadoras (SET) a los usuarios finales, dividiéndose en redes de media y baja tensión (Quispe 2022). Las redes de media tensión abarcan voltajes de 20 kV, 22,9 kV, 33 kV, 22,9/13,2 kV y 33/19 kV, destinadas a proporcionar energía eléctrica a instalaciones industriales y zonas urbanas más extensas (Arellán Yanac 2020). El SEP de distribución de media tensión inicia desde los alimentadores y se extiende hacia subredes interconectadas que albergan infraestructuras eléctricas diversas, como subestaciones de distribución (SED), líneas, cargas y otros componentes esenciales (Cakmak et al. 2022). Además de estos elementos, los modelos de red incorporan datos detallados sobre las conexiones entre ellos y características técnicas específicas de cada equipo, proporcionando así una representación integral y detallada de la red eléctrica de media y baja tensión. Estas subredes de distribución también son conocidas como modelos de red (Marcelo Tenesaca-Caldas et al. 2022).

Modelar un SEP implica la creación digital de una porción significativa de activos eléctricos para ser representados en un software (Gómez-Ramírez, Mora-Jiménez, Meza 2023).

Valor nuevo de reemplazo (VNR) de las instalaciones de distribución eléctrica, es un conjunto de directrices y metodologías establecidas por Osinergmin para calcular el valor actualizado de los activos utilizados en la distribución eléctrica; para ello Osinergmin ha establecido un formato específico y directrices detalladas para la organización de la información pertinente a estas redes, utilizando archivos de texto (txt) que adoptan la estructura de tablas. Cada archivo representa una tabla, y cada tabla corresponde a un activo eléctrico específico. Esta metodología estandarizada proporciona coherencia y transparencia al especificar la disposición de cada campo de datos, permitiendo así una gestión eficiente de la información relacionada con el VNR en el ámbito de la distribución eléctrica (2).

En el formato VNR se tiene los siguientes elementos:

Central de transformación o SET, Está conformado por barras, transformadores y equipos de protección (Donev 2019).

Transformadores, son dispositivos que modifican el nivel de voltaje de la corriente eléctrica para su transmisión y distribución eficiente, los cuales pueden estar presentes en subestaciones (3).

Equipos MT, Se refiere a todo el conjunto que interviene en la distribución de media tensión (OSINERGMIN 2003).

Punto de Conexión, Punto conector que alimenta a uno o varios suministros (OSINERGMIN 2003).

Salida, Se encuentra al inicio del alimentador y es el sitio de unión el centro de transformación o la central de generación aislada y la red de MT (OSINERGMIN 2003).

Subestación eléctrica de distribución (SED), Es la unión de varias instalaciones donde la energía se transforma de MT a BT e instalaciones par alumbrado público (OSINERGMIN 2003).

Suministro, Es el abastecimiento de energía eléctrica hacia el usuario final (OSINERGMIN 2003).

Tramo de Media Tensión, Es parte de la red de MT con el mismo tipo de material, fase y sección, o está delimitado por una derivación a otra porción de red (OSINERGMIN 2003).

Tramo de MT Vértices: Es la tabla que contiene información del identificador de la acometida, Secuencia, Coordenada UTM X y UTM Y (OSINERGMIN 2003).

Por otro lado, PowerFactory, la empresa DigSilent crea PowerFactory como una herramienta que ofrece una amplia gama de parámetros en la simulación y análisis de redes eléctricas. Además del flujo de carga, también permite analizar la estabilidad transitoria, la estabilidad del voltaje, la protección, la calidad de la energía, la generación distribuida, entre otros (Oscullo, Jumbo, Otero 2024). Esto incluye la capacidad de modelar y simular sistemas con fuentes de energía renovable, dispositivos de almacenamiento, y evaluar la interacción con la red existente (Yoldas, Yumurtaci 2023).

DGS, es una interfaz estándar para el intercambio de datos con otras aplicaciones, la interfaz DGS facilita la importación de modelos de red completos y la actualización de modelos existentes a través de su función de importación. Además, ofrece la posibilidad de exportar datos del modelo de red y resultados de cálculos, con soporte para exportación selectiva; en este contexto es una interfaz que facilita el intercambio de datos entre DigSILENT PowerFactory y otras aplicaciones, permitiendo la importación y exportación de modelos de red eléctrica y resultados de cálculos de manera eficiente y estructurada (4). Como se visualiza en la Tabla 25, PowerFactory cuenta con tres diferentes categorías, tales como: Graphic data, Element data y Type data, que representan diferentes aspectos del sistema de modelado eléctrico.

Java, reconocido como un lenguaje de programación orientado a objetos. Destaca por su excepcional portabilidad, robustez y seguridad. Además, ofrece una gran variedad de frameworks que simplifican el desarrollo de aplicaciones sofisticadas (Fadilah Aulia, Yahfizham 2024).

Spring Boot es un framework de código abierto que facilita el desarrollo rápido y eficiente de aplicaciones Java al proporcionar configuraciones automáticas y convenciones inteligentes. Además, incluye un servidor integrado y proporciona una amplia gama de características, como seguridad y administración de dependencias (Kale et al. 2024). Se eligió Spring Boot como framework para implementar la solución tecnológica debido a que, según la opinión del experto, se obtuvo mejor puntuación, tal como se detalla en el Anexo 6.

Eclipse es un IDE, entorno de desarrollo integrado, muy utilizado para la elaboración de software en Java. Proporciona herramientas y funcionalidades que facilitan la escritura, prueba y depuración de código; así como, para la gestión de proyectos (Bork, Langer 2023).

Maven es una herramienta de código abierto que simplifica la construcción, mantenimiento y la gestión de proyectos al proporcionar estándares y convenciones para la estructura del proyecto, la gestión de dependencias y la distribución de artefactos. Utiliza un archivo de configuración denominado POM para definir la configuración del proyecto y gestiona dependencias mediante repositorios remotos y locales (Auch et al. 2024).

Docker es una plataforma que simplifica la creación y ejecución de aplicaciones mediante el uso de contenedores, los cuales son entornos aislados y portátiles que encapsulan las aplicaciones y sus dependencias. Estos contenedores son altamente eficientes y escalables, lo que permite ejecutar aplicaciones de manera consistente en diferentes entornos (Muzumdar et al. 2024).

En la presente investigación, se realizó un exhaustivo análisis de las opiniones de varios expertos en el área de Tecnologías de la Información (TI), Anexo 5. Se solicitó a estos expertos evaluar diferentes metodologías de desarrollo de software, que incluye SCRUM, RUP y XP. Según el análisis de las evaluaciones proporcionadas por los expertos, SCRUM emergió como la metodología preferida para el desarrollo de software en los puntos evaluados. A continuación, se presenta la Tabla 1 que cuenta con la consolidación de las evaluaciones proporcionadas por cada experto:

Tabla 1: Resumen de metodología de desarrollo

Experto (a)	Metodología		
	SCRUM	XP	RUP
Villarreal Albújar Ricardo	24	21	20
Vasquez Edgar Fernando	23	20	20
Padilla Pun Lester	23	20	21
Promedio	70	61	61

Fuente: Elaboración propia

Por lo tanto, Scrum es un marco de trabajo ágil diseñado para abordar proyectos caracterizados por la incertidumbre. Se basa en el control empírico del proceso, guiándose por principios de transparencia, inspección y adaptación continua. Su enfoque se centra en la entrega iterativa e incremental del producto, dividiendo el trabajo en intervalos denominados sprints. En la gestión de requisitos, se emplean conceptos clave como épicas, que representan funcionalidades extensas, e historias de usuarios (HU), descripciones específicas desde la perspectiva del usuario. Definition of Ready (DoR) establece los criterios que una tarea o historia de usuario debe cumplir antes de que el equipo la considere apta para la implementación en un sprint. Por otro lado, Definition of Done (DoD) establece los criterios que una tarea o historia de usuario debe cumplir para considerarse totalmente completada y lista para ser entregada o implementada. Estas definiciones son esenciales para garantizar la calidad y la claridad en el proceso de desarrollo. Así mismo, el Product Backlog constituye una lista dinámica y priorizada que comprende todas las características, funcionalidades, mejoras y correcciones planificadas para la implementación en un producto. Por otro lado, el Sprint Backlog se deriva del Product Backlog durante la reunión de planificación del sprint. Es una selección específica de elementos que el equipo se compromete a abordar durante un sprint determinado. Esta lista proporciona una visión focalizada de las tareas a realizar en el sprint y puede ajustarse dinámicamente según las necesidades emergentes durante el desarrollo del proyecto (5).

De igual manera, se establecieron dos dimensiones y tres indicadores para medir la variable dependiente y evaluar su relevancia en los procesos de modelado de la

red eléctrica de media tensión peruana en PowerFactory dentro de una organización, en la Tabla 12 correspondiente a la Matriz de consistencia, se presenta un resumen conciso de lo anteriormente mencionado.

El primero indicador es tiempo de Dibujo (TD), se refiere al tiempo necesario para crear o modificar los diagramas y representaciones gráficas en el software de simulación eléctrica, como PowerFactory. Incluye el tiempo empleado en dibujar líneas, colocar símbolos, configurar parámetros visuales y estructurar el diseño del sistema eléctrico (Shishlakov et al. 2020, p. 3).

Como segundo indicador tenemos el tiempo de asignación de las Librerías (TAL), este indicador se refiere al tiempo requerido para seleccionar, configurar y asignar los elementos de las bibliotecas disponibles dentro del software de simulación eléctrica (Shishlakov et al. 2020, p. 3).

Finalmente, el tercer indicador es errores en el modelado (EM) el cual cuantifica la cantidad de errores encontrados en el modelo eléctrico creado (Anderson, Agalgaonkar 2023).

Por otro lado, tenemos la primera dimensión tiempo de modelado, se refiere al tiempo total empleado en todas las fases del proceso de modelado dentro del software de simulación eléctrica, como el TD y TAL (Chiza, Llagua 2022).

Por consiguiente, la segunda dimensión es evaluación del modelo que abarca el proceso sistemático de revisión y análisis del modelo eléctrico creado (Cakmak et al. 2022).

Así mismo la definición conceptual de la variable independiente, automatización de interoperabilidad semántica, se refiere al proceso y la capacidad de integrar de manera automatizada y eficiente diferentes softwares que manejan datos eléctricos heterogéneos (Lin et al. 2015).

Por su parte la variable Dependiente, modelado del Sistema Eléctrico Peruano de Media Tensión en PowerFactory, se refiere al proceso de crear representaciones digitales y matemáticas del sistema eléctrico de media tensión utilizando el software de simulación PowerFactory (Anderson, Agalgaonkar 2023).

II. METODOLOGÍA

Tipo y diseño de investigación

El presente proyecto de investigación se considera aplicada, dado que este enfoque posibilita la utilización de todo el conocimiento existente en un ámbito particular con el fin de solventar problemas concretos. Los hallazgos de la investigación aplicada se enfocan en verificar potenciales implementaciones de productos o prototipos (Castro, Gómez, Camarg 2023).

El enfoque de investigación es cuantitativo, dado que busca medir y analizar el impacto de la automatización en términos de tiempo de modelado y precisión en la representación de redes eléctricas en PowerFactory.

La presente investigación tiene un diseño experimental enfocado en preexperimental, ya que se caracteriza por su enfoque preliminar y exploratorio, con el fin de evaluar la eficacia de una intervención o tratamiento particular (Ramos-Galarza 2021).

En cuanto al alcance de la investigación, esta se delimita al análisis de 26 alimentadores de media tensión en el contexto del sector eléctrico peruano, conforme a la norma VNR de OSINERGMIN. El objetivo es evaluar el impacto de la automatización en el modelado de la red eléctrica de media tensión peruana, utilizando el formato VNR de OSINERGMIN, con énfasis en la reducción del tiempo de modelado y la precisión en la representación de los sistemas eléctricos peruano.

Variables y operacionalización

La definición teórica de la variable independiente busca la automatización de interoperabilidad semántica, la cual se basa en la capacidad automatizada de sistemas heterogéneos para intercambiar y comprender activos eléctricos de manera coherente, siguiendo estándares semánticos. (Dervišević, Zajc, Suljanović 2021). La interoperabilidad semántica se centra en comprender y procesar el significado de la información intercambiada entre sistemas, en lugar de simplemente transferir datos.

La variable dependiente, modelado del sistema eléctrico peruano de media tensión en PowerFactory se conceptualiza como el proceso de representar

digitalmente de manera detallada y eficiente el SEP peruano de media tensión en la herramienta PowerFactory. Esta representación abarca la creación de modelos precisos que reflejen la topología, elementos, conexiones y características específicas de la red eléctrica para lograr una representación fidedigna del sistema eléctrico peruano de media tensión en la herramienta (Cakmak et al. 2022, p. 5).

La variable dependiente implica la generación automática de modelos, con el fin de optimizar el tiempo de modelado. Por otra parte, la evaluación del modelo permite determinar si la presión de los modelos creados en PowerFactory se mantiene (Cakmak et al. 2022, p. 5).

Los indicadores son el accionar de las variables y en la investigación tenemos las siguientes:

Tiempo de dibujo (TD): Se refiere al tiempo que se tarda en crear o modificar modelos dentro del software, dependerá de la complejidad del sistema que se modele, la cantidad de detalles que se incorpora en el modelo y la eficiencia y experticia del usuario en el uso del software (Caballero, Espinosa 2020). Aquí se crea dos categorías de datos: Element data y Graphic data, necesarios para el modelamiento. Donde, FHF (Fecha Hora de Fin) representa la fecha y hora en la que finaliza la actividad de dibujar un alimentador. Por consiguiente, FHI (Fecha Hora de Inicio) indica la fecha y hora en la que se inicia la actividad de dibujar un alimentador. La fórmula en sí es $TD = FHF - FHI$.

Tiempo de asignación de librería o tipo (TAL): Es el tiempo dedicado a asignar valores, características y parámetros a los equipos en un entorno de modelado (Caballero, Espinosa 2020). Aquí se crea una categoría de datos: Type data necesaria para la asignación de la librería. Los elementos de la formula son: FHF (Fecha Hora de Fin) representa la fecha y hora en la que finaliza la actividad de creación y asignar de librerías a un alimentador. Por consiguiente, FHI (Fecha Hora de Inicio) indica la fecha y hora en la que se inicia la actividad de creación y asignar de librerías a un alimentador. La fórmula en sí es $TAL = FHF - FHI$.

La detección de errores en el modelado se lleva a cabo al importar la red eléctrica en el software PowerFactory. Este software permite analizar la red importada y

mostrar errores relacionados con el dibujo y la asignación de librerías (Oscullo, Jumbo, Otero 2024).

En el Anexo 1, se presenta la Tabla de Operacionalización de variables, donde se detallan de manera sintetizada las definiciones operacionales, los indicadores y las escalas de medición utilizadas para cada una de las variables.

Población y muestra

La población de la investigación científica, también conocida como población teórica, engloba todos los elementos que comparten las características en el ámbito de estudio, pero esta población no siempre es directamente accesible para el investigador en su totalidad (Mucha-Hospinal et al. 2021). En este sentido, la población del presente proyecto de investigación se encuentra definida por la red del sistema eléctrico peruano de media tensión. Estas redes de distribución están constituidas por elementos organizados en varios sistemas eléctricos que se encuentran interconectados entre sí. Un sistema eléctrico de media tensión contienen elementos tales como: alimentadores, tramos de líneas, subestaciones, derivaciones, carga, equipos de protección y seccionamiento (OSINERGMIN 2003). Estos sistemas eléctricos están asignados por OSINERGMIN bajo concesión a 24 empresas de distribución eléctrica, como se muestra en la Tabla 24.

Como criterios de inclusión se tienen los siguientes:

CI01: Deben estar compuestos por datos de las redes del SDE de media tensión peruana.

CI02: Los datos deben estar representados en el formato VRN OSINERGMIN como estándar semántico.

CI03: Los datos VNR deben estar contenidos en archivos TXT.

CI04: La unidad de análisis debe formar parte de un sistema eléctrico de media tensión que contenga alimentador, subestaciones, tramos, barras, equipos de protección, cargas, así como parámetros eléctricos y conectividad.

CI05: La conectividad topológica de los equipos debe haberse validado previamente en un GIS.

CI06: Las redes eléctricas de la concesionaria seleccionada deben contener un modelado real en el software PowerFactory por alimentador.

Así mismo, los criterios de exclusión:

CE01: Se descartan datos de modelos de SEP de baja tensión y alta tensión.

CE02: Se descartan redes eléctricas modelados en otro software de simulación.

CE03: Se excluyen los sistemas eléctricos de las empresas concesionarias que no son contempladas por la consultora en la que se centra la presente investigación.

CE04: Se excluye alimentadores que no tienen elementos conectados aguas abajo.

Por su lado, la muestra se refiere a un subconjunto de la población del cual se han obtenido datos relevantes, y es fundamental que dicha muestra sea representativa de manera probabilística para permitir la generalización de los resultados. Sin embargo, la selección de la muestra también puede ser efectuada de manera eficiente, en virtud de la proximidad de los objetos y la accesibilidad para el investigador (Castañeda Escarate 2023). En este sentido, la población accesible es una muestra de la población teórica que está constituida por criterios de selección previamente establecidos para la investigación (Mucha-Hospinal et al. 2021). En base a los criterios de inclusión y exclusión se determinó como muestra la empresa estatal Electro Ucayali S.A. (ELUC), la cual abastece a los sistemas eléctricos de: Pucallpa, Parque Industrial, Yarinacocha, Aguaytia y Atalaya. Los cuatros primeros están conectados al Sistema Eléctrico Interconectado Nacional (SEIN) y el quinto es un sistema aislado. Constituida por 26 alimentadores que incluye 1703 subestaciones y extensiones de redes que varían entre 10 kV y 22.9 kV, para ser modelados en PowerFactory.

Para el caso de esta investigación y tratarse de una información finita la muestra no se llevó a cabo de manera aleatoria o siguiendo un proceso probabilístico; en tal sentido, se ha considerado los sistemas eléctricos de la empresa Ucayali, constituido por 26 alimentadores que incluye 1703 subestaciones entre otros elementos, para ser modelados en PowerFactory.

La unidad de análisis, determinante en la investigación, especifica la audiencia o instancias a medir, definiendo así el alcance y la aplicabilidad de la evaluación hacia

los participantes o elementos específicos (6). La red de media tensión se origina en los alimentadores, donde cada uno suministra energía a diversas subestaciones y otros elementos eléctricos. Un alimentador, junto con sus elementos aguas abajo, constituyen un modelo de red eléctrica de media tensión en el software PowerFactory (OSINERGMIN 2003). Por lo tanto, en el contexto de este proyecto de investigación, la unidad de análisis es un modelo de red eléctrica de media tensión representado por el alimentador y sus elementos aguas abajo.

Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Se utiliza la observación con el propósito de establecer una conexión con la realidad y generar una perspectiva acerca del problema que se está investigando. Es de suma importancia destacar que la observación implica la emisión de un registro sistemático, confiable y válido de las conductas manifestadas. Asimismo, es necesario que las variables a observar estén concebidas y evaluadas por los sentidos antes de comenzar la recolección de datos (Meiggs Monteblanco 2023). La obtención de datos se llevará a cabo a través de la técnica de la observación.

El instrumento ideal es aquel que captura de manera precisa los datos relevantes para el estudio, es decir, la información necesaria para los indicadores de cada dimensión de la variable de interés (Meiggs Monteblanco 2023). En este sentido, se utiliza la ficha de registro como herramienta para realizar mediciones tanto antes como después del experimento, facilitando la recopilación de datos e información relacionada con el objeto de estudio. La validación de los instrumentos utilizados para cada indicador ha sido realizada y se presenta en el Anexo 4: Ficha de validación de instrumentos para la recolección de datos Anexo 4.

Para el presente estudio la herramienta que se requiere cuando se trata de aplicaciones de generación, transmisión, distribución y sistemas industriales, PowerFactory cumple esa necesidad debido a que cuenta con una interfaz fácil de usar, este software integral combina a la perfección todas las funciones de cálculo en una sola y ofrece una gama de funciones de modelado confiables y adaptables para sistemas eléctricos. Equipado con algoritmos de vanguardia y un concepto de base de datos unificado que garantiza un rendimiento óptimo (Chere-Quiñónez et al. 2020).

El procedimiento empleado en este estudio es el siguiente: Se llevó a cabo reuniones con los directivos de la empresa, específicamente con el Gerente de Operaciones, donde se habló de manera detallada la problemática y propuestas de mejora. Este encuentro sirvió como punto de partida para obtener la aprobación y el respaldo necesario.

Tras la presentación, se redactó un documento formal solicitando la autorización para la recopilación de datos y la implementación de la propuesta de mejora. El Anexo 7, contiene la carta de autorización, la cual fue firmada por las partes involucradas.

Se coordinó estrechamente con el analista del área de operaciones designado por la empresa. En estas reuniones se explicó el flujo empleado en el trabajo actual y se definieron los detalles de la recopilación de datos, destacando el uso del Software PowerFactory y el GIS.

Se procedió al diseño meticuloso de los instrumentos de recolección de datos. Estos fueron especialmente creados para medir el tiempo de dibujo, el tiempo asignado a la librería y la cantidad de errores del modelado. El Anexo 3 proporciona una visión detallada de estos instrumentos.

Utilizando la ficha de registro y la observación, se llevó a cabo la recolección de datos en la etapa pre-test. El analista del área de operaciones desempeñó un papel crucial en este proceso, garantizando la precisión y consistencia de los datos recopilados. Los datos recopilados fueron analizados y tabulados en una hoja de cálculo Excel. Se convirtieron las unidades a horas para facilitar su manipulación y posterior comparación con los datos post-test como se visualiza en el Tabla 16.

Se diseñó cuidadosamente la aplicación que facilitaría la recopilación de datos post-test. Este proceso implicó la importación de VNR OSINERGMIN, la creación del diseño de la red eléctrica, la asignación de información de la librería, la importación del archivo DGS al software PowerFactory y, finalmente, el análisis de los errores mostrados por el software PowerFactory. En el Anexo 15 se resumen los pasos seguidos.

Método de análisis de datos

Se aplicó el enfoque descriptivo, el cual se centra en comprender y representar los datos de manera clara y concisa, utilizando análisis de dispersión y tendencia central para describir los datos cuantitativos. La tendencia central permitió resumir el conjunto de datos en un solo valor a través de la moda, la media y la mediana. Asimismo, se utilizó la medida de dispersión, la desviación estándar, para evaluar tanto la proximidad de los datos respecto a la media aritmética como la dispersión general del conjunto (Mishra et al. 2019).

Antes de proceder con la prueba de hipótesis, se realizó una evaluación de la normalidad de los datos utilizando el test de Shapiro-Wilk. Con un nivel de confianza del 95 % (equivalente a una significancia de 0,05), esta prueba se considera más adecuada para tamaños de muestra menor a 50 (Mishra et al. 2019).

Posteriormente, se aplicó la estadística inferencial, considerando el tipo de distribución y el grado de significancia, para determinar si se utilizaría un estadístico paramétrico, como el t-Student, o no paramétrico, como el Wilcoxon. En este sentido, la hipótesis alterna (H1) es la propuesta por el investigador, la cual busca un impacto o influencia entre las variables. Por otro lado, la hipótesis nula (H0) establece que no existe ninguna influencia y los datos permanecerán inalterados (Mishra et al. 2019). Todos estos análisis descriptivos e inferenciales se realizaron utilizando el software estadístico SPSS con los datos resumidos en la Tabla 18.

Aspectos éticos

Desde una perspectiva ética, esta investigación se lleva a cabo con un enfoque ético sólido, de manera responsable y respetuosa.

En primer lugar, se garantizará la beneficencia al orientar la investigación hacia la mejora tangible del modelado del Sistema eléctrico de media tensión peruana en el Software PowerFactory, respaldado por la empresa Consultora. Se busca contribuir positivamente a la eficiencia, confiabilidad y sostenibilidad del sistema eléctrico, generando resultados que beneficien a la sociedad en su conjunto.

La no maleficencia será una prioridad, adoptando precauciones para evitar posibles consecuencias adversas derivadas de la automatización de interoperabilidad semántica. Asegurando la exactitud y confiabilidad de los resultados obtenidos.

La autonomía es respetada mediante la obtención del consentimiento informado de todos los participantes y partes interesadas involucradas en la investigación. La transparencia en la comunicación permite que cada individuo comprenda plenamente los objetivos y las implicaciones del estudio, facultándolos para tomar decisiones informadas sobre su participación.

La justicia será un principio rector en todas las fases de la investigación. Se procurará una distribución equitativa de los beneficios que surjan de la automatización de interoperabilidad semántica, asegurando que estos se compartan de manera justa en la sociedad peruana. Además, se evitará cualquier forma de discriminación en la selección de participantes y en la aplicación de la tecnología propuesta.

Finalmente, se mantiene el respeto a las normas de redacción, asegurando el cumplimiento de las recomendaciones brindadas en la Guía de elaboración del trabajo de investigación de la Universidad César Vallejo, así como respetando los derechos de autor, por cada idea recopilada, referenciando a los autores que motivaron las ideas expuestas en esta investigación.

III. RESULTADOS

Estadística descriptiva.

En base a los datos presentados en el Anexo 9: Análisis complementarios, como primer paso se precedió a realizar el análisis descriptivo de los indicadores de la presente investigación.

Por consiguiente, en la Tabla 2 se presentan los resultados descriptivos del indicador TD, donde se observa una media de 10.37 en el PreTest y de 0.006645 en el PostTest. Además, se evidencia una notable reducción en la dispersión de las puntuaciones, como lo indica la disminución de la desviación estándar en el PostTest (aproximadamente 0.002176), en comparación con el PreTest (alrededor de 7.66).

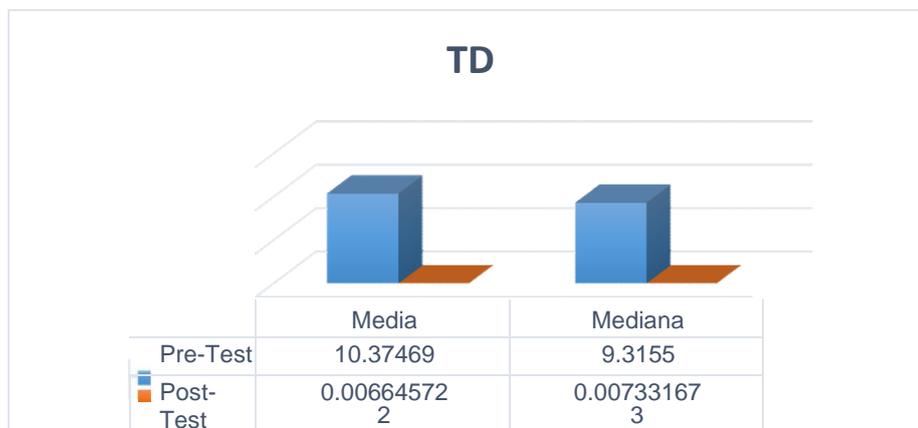
Tabla 2: Medidas descriptivas del tiempo de dibujo (TD)

	N	Mínimo	Máximo	Media	Mediana	Suma	Desv. Desviación
Pre-Test	26	0.975	29.817	10.37469	9.3155	247.675	7.664439
Post-Test	26	0.00000	0.010025562	0.00664572184615	0.007331673	0.172789	0.002175645553383

Fuente: Elaboración propia

La Figura 1 muestra de manera explícita una disminución significativamente relevante en el indicador TD, tanto en la media como en la mediana, lo que sugiere un impacto altamente positivo de la intervención implementada durante el estudio.

Figura 1: Comparativo del indicador tiempo de dibujo (TD)



Fuente: Elaboración propia

Por otro lado, los resultados descriptivos del indicador TAL, presentados en la Tabla 3, revelan una diferencia significativa en la media, con un valor de 2.74265 en el PreTest y de 0.0005820 en el PostTest. Además, se aprecia una reducción notable en la dispersión de las puntuaciones, como lo indica la desviación estándar, que es considerablemente menor en el PostTest (aproximadamente 0.0009015) en comparación con el PreTest (alrededor de 1.0918).

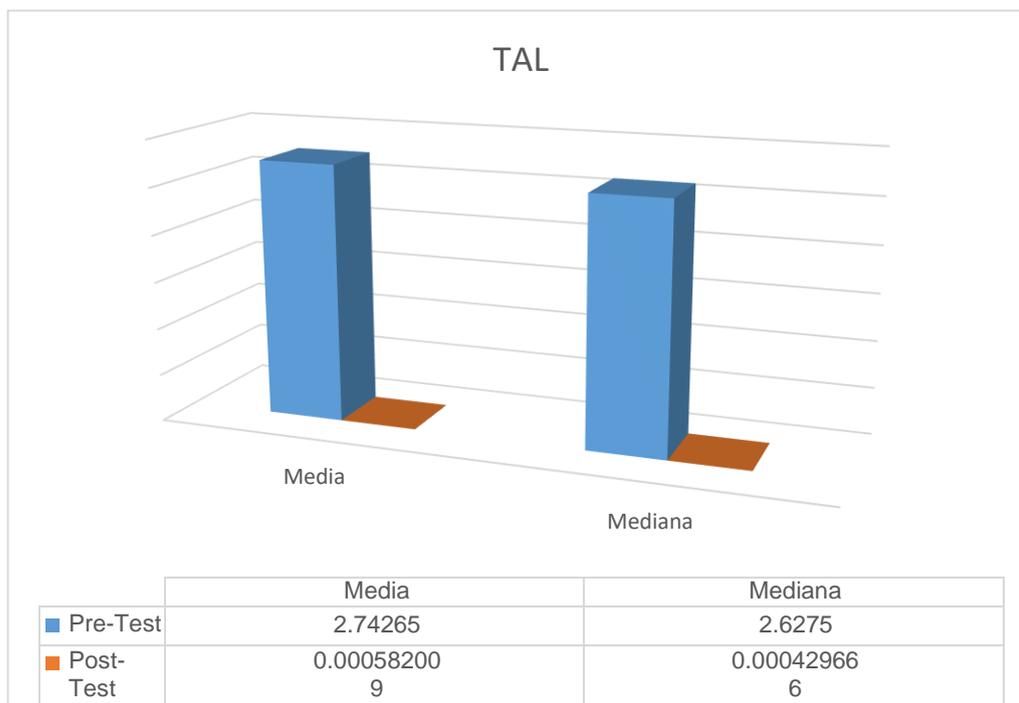
Tabla 3: Medidas descriptivas del tiempo de asignación de librería (TAL).

	N	Mínimo	Máximo	Media	Mediana	Suma	Desv. Desviación
Pre-Test	26	1.144	5.644	2.74265	2.6275	71.300556	1.091793
Post-Test	26	0.000	0.004826471	0.00058200945	0.0004296655	0.015132	0.000901547240395

Fuente: Elaboración propia

Figura 2 ilustra gráficamente el indicador TAL, mostrando una disminución del 99.98% en los tiempos requeridos para completar las tareas de asignación de librerías del SEP en PowerFactory.

Figura 2: Comparativo del indicador tiempo de asignación de librería (TAL).



Fuente: Elaboración propia

Asimismo, al analizar los resultados descriptivos del **indicador de cantidad de EM**, presentados en la Tabla 4, se observa una diferencia en la media, con un valor de 1 en el PreTest y de 0.15 en el PostTest.

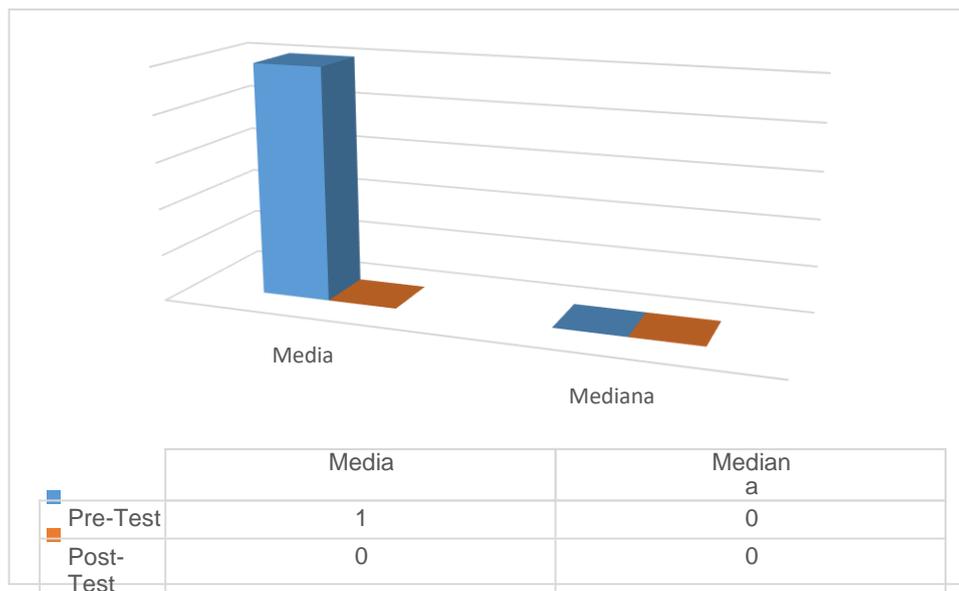
Tabla 4: Medidas descriptivas de errores en el modelado (EM).

	N	Mínimo	Máximo	Media	Mediana	Suma	Desv. Desviación
Pre-Test	26	0.0E0	12.00	1	0.0E0	26.000	2.653300
Post-Test	26	0.0E0	2.00	0.153846	0.0E0	4.00	0.543493

Fuente: Elaboración propia

El grafico de la Figura 3 se observa se evidencia una disminución significativa solamente en la media.

Figura 3: Comparativo del indicador errores en el modelado (EM)



Fuente: Elaboración propia

Prueba de normalidad

Para asegurar la validez de los análisis estadísticos, se realizaron pruebas de normalidad en los indicadores seleccionados. Estas pruebas son esenciales para confirmar si los datos siguen una distribución normal, lo que a su vez permite seleccionar las técnicas estadísticas más apropiadas para el análisis.

Prueba de normalidad del indicador TD

Hipótesis estadísticas

- **H0:** Los datos del indicador TD tienen una distribución normal.
- **H1:** Los datos del indicador TD no tienen una distribución normal.

En la Tabla 5 se muestra el análisis de normalidad de Shapiro-Wilk. Los resultados revelan que el valor de nivel de significancia (sig) para la variable TD en la etapa post-test es de 0.016, mientras que para la etapa pre-test es de 0.001. Ambos valores son inferiores a 0.05, lo que indica que los datos no siguen una distribución normal. Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula (H0) y se acepta la hipótesis alterna (H1).

Tabla 5: Tabla de normalidad indicador tiempo de dibujo (TD)

	Shapiro-Wilk			Análisis Significancia	Resultado
	Estadístico	gl	Sig.		
Pre-test	0.843	26	0.001	> 0.05?	FALSO : No se comporta de manera normal
Post-test	0.901	26	0.016	> 0.05?	FALSO : No se comporta de manera normal

Fuente: Elaboración propia

Prueba de normalidad del indicador TAL

Hipótesis estadísticas

- **H0:** Los datos del indicador TAL tienen una distribución normal.
- **H1:** Los datos del indicador TAL no tienen una distribución normal.

En la Tabla 6 se muestra el análisis de normalidad de Shapiro-Wilk. Los resultados indican que el valor de nivel de significancia (sig) para la variable TAL en la etapa post-test es de 0.000, mientras que para la etapa pre-test es de 0.089. Se observa que el valor de sig para la etapa post-test es significativamente menor que 0.05, lo que sugiere que los datos no siguen una distribución normal. Por otro lado, el valor de sig para la etapa pre-test es mayor que 0.05, lo que indica que los datos se

ajustan a una distribución normal. Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula (H0) y se acepta la hipótesis alterna (H1).

Tabla 6: Tabla de normalidad Tiempo de Asignación de Librería (TAL)

	Shapiro-Wilk			Análisis Significancia	Resultado
	Estadístico	gl	Sig.		
Pre-test	0.933	26	0.089	> 0.05?	VERDADERO : Si se comporta de manera normal
Post-test	0.453	26	0.000	> 0.05?	FALSO : No se comporta de manera normal

Fuente: Elaboración propia

Prueba de normalidad del indicador EM

Hipótesis estadísticas

- **H0:** Los datos del indicador EM tienen una distribución normal.
- **H1:** Los datos del indicador EM no tienen una distribución normal.

En la Tabla 7 se muestra el análisis de normalidad realizado utilizando la prueba de Shapiro-Wilk. Los resultados indican que el valor de nivel de significancia (sig) para la variable EM en la etapa post-test es de 0.00, mientras que para la etapa pre-test es de 0.00. Se observa que el valor de sig para la etapa post-test y pre-test es significativamente menor que 0.05. Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula (H0) y se acepta la hipótesis alterna (H1).

Tabla 7: Tabla de normalidad de errores en el modelado (EM)

	Shapiro-Wilk			Análisis Significancia	Resultado
	Estadístico	gl	Sig.		
Pre-test	0.301	26	0.000	> 0.05?	FALSO : No se comporta de manera normal
Post-test	0.430	26	0.000	> 0.05?	FALSO : No se comporta de manera normal

Fuente: Elaboración propia

Prueba de hipótesis

Analizando los resultados pre y post test de normalidad de las variables: TD, TAL y EM se tiene que no existe normalidad para ambas variables; por tanto, para realizar la contrastación de hipótesis de estas tres variables se hace uso de la Prueba de Rangos de Wilcoxon (PRW).

Contrastación de la hipótesis específica 1 (CHE1) para TD

Para contrastar la hipótesis se procede a formular la hipótesis nula (H0) y alterna (H1):

H0: La automatización de la interoperabilidad semántica NO tiene un impacto significativo en la reducción del TD durante el modelado del Sistema eléctrico peruano de media tensión en PowerFactory.

H1: La automatización de la interoperabilidad semántica tiene un impacto significativo en la reducción del TD durante el modelado del Sistema eléctrico peruano de media tensión en PowerFactory.

Luego, se procede a formular la regla de decisión:

R1: Si el nivel de significancia (Sig.) < 0.05 □ Se rechaza H0 y se acepta H1.

R2: Si el nivel de significancia (Sig.) > 0.05 □ Se rechaza H1 y se acepta H0.

Tabla 8: Prueba de Rangos de Wilcoxon para la CHE1.

	TiempoDibujoPost - TiempoDibujoPre
Z	-4.457 ^b
Sig. asintótica(bilateral)	0.000

a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon

b. Se basa en rangos positivos.

Fuente: Programa SPSS, con datos del Anexo 9.

De la Tabla 8 se tiene que Sig. es igual a 0, cumpliendo este resultado con la regla R1, se rechaza H0 y se acepta H1 y se concluye que: Con un valor Z de -4.457 la automatización de la interoperabilidad semántica tiene un impacto significativo en la reducción del TD durante el modelado del Sistema eléctrico peruano de media tensión en PowerFactory.

Contrastación de la hipótesis específica 2 (CHE2) para TAL

Para contrastar la hipótesis se procede a formular la hipótesis nula (H0) y alterna (H1):

H0: La automatización de la interoperabilidad semántica NO tiene un impacto significativo en la reducción del TAL durante modelado del Sistema eléctrico peruano de media tensión en PowerFactory.

H1: La automatización de la interoperabilidad semántica tiene un impacto significativo en la reducción del TAL durante modelado del Sistema eléctrico peruano de media tensión en PowerFactory.

Luego, se procede a formular la regla de decisión:

R1: Si el nivel de significancia (Sig.) < 0.05 Se rechaza H0 y se acepta H1.

R2: Si el nivel de significancia (Sig.) > 0.05 Se rechaza H1 y se acepta H0.

Tabla 9: Prueba de Rangos de Wilcoxon para la CHE2.

	TiempoAsigLibreriaPost - TiempoAsigLibreriaPre
Z	-4.457 ^b
Sig. asintótica(bilateral)	0.000

a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon

b. Se basa en rangos positivos.

Fuente: Programa SPSS, con datos del Anexo 9.

De la Tabla 9 se tiene que Sig. es igual a 0, cumpliendo este resultado con la regla R1 se rechaza H0 y se acepta H1 y se concluye que: Con un valor Z de -4.457 la automatización de la interoperabilidad semántica tiene un impacto significativo en la reducción del TAL durante modelado del Sistema eléctrico peruano de media tensión en PowerFactory.

Contrastación de la hipótesis específica 3 (CHE3) para EM

Para contrastar la hipótesis se procede a formular la hipótesis nula (H0) y alterna (H1):

H0: La automatización de la interoperabilidad semántica **no** reduce la cantidad de EM del Sistema Eléctrico peruano de media tensión en PowerFactory.

H1: La automatización de la interoperabilidad semántica reduce la cantidad de EM del Sistema Eléctrico peruano de media tensión en PowerFactory.

Luego, se procede a formular la regla de decisión:

R1: Si el nivel de significancia (Sig.) < 0.05 □ Se rechaza H0 y se acepta H1.

R2: Si el nivel de significancia (Sig.) > 0.05 □ Se rechaza H1 y se acepta H0.

Tabla 10: Prueba de Rangos de Wilcoxon para la CHE3.

	CantidadErroresModeladoPost - CantidadErroresModeladoPre
Z	-2.585 ^b
Sig. asintótica(bilateral)	0.010

a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon

b. Se basa en rangos positivos.

Fuente: Programa SPSS, con datos del Anexo 9.

De la Tabla 10 se tiene que Sig. es igual a 0.010 cumpliendo este resultado con la regla R1 se rechaza H0 y se acepta H1 y se concluye que: Con un valor Z de -2.585^b la automatización de la interoperabilidad semántica tiene un impacto significativo en la reducción de errores durante modelado del Sistema eléctrico peruano de media tensión en PowerFactory.

IV. DISCUSIÓN

El estudio logró implementar con éxito un enfoque semántico utilizando el formato VNR de Osinergmin, lo que permitió la integración eficiente de datos complejos y heterogéneos de diferentes empresas que conforman el sistema eléctrico peruano de media tensión. Este enfoque se basó en la sugerencia de utilizar estándares como el VNR de OSINERGMIN para mejorar la calidad del suministro eléctrico peruano, tal como se indicó en el artículo de (Quispe 2022). En ese sentido, el estándar VNR es una forma de valorización de los activos de las empresas eléctricas, diseñado para garantizar que las inversiones sean eficientes y no se financien proyectos innecesarios (Dammert, Garcia, Fiorella 2013). En Perú, la intervención gubernamental en los mercados de energía se justifica no solo por motivos económicos, sino también por la urgencia de asegurar inversiones que beneficien a todos, particularmente en áreas menos rentables (Leyva Flores 2022). Asimismo, el uso del formato VNR nos permitió superar el desafío de obtener la información de las ubicaciones geométricas de subestaciones, líneas y otros elementos de la red sin necesidad de utilizar herramientas como QGIS o recursos como imágenes satelitales y OpenStreetMap como en el estudio de (Greiml et al. 2022).

Como la empresa consultora en la que se enfoca este proyecto utiliza el software PowerFactory para representar los elementos eléctricos, este estudio empleó el formato DGS de PowerFactory para lograr una interoperabilidad semántica automatizada con el formato VNR de OSINERGMIN. El modelado en PowerFactory es considerado esencial para garantizar la eficiencia, confiabilidad y sostenibilidad del sistema eléctrico, además de facilitar la integración de nuevas tecnologías y el cumplimiento con los estándares y regulaciones pertinentes. Este enfoque coincide con otra investigación que utiliza una metodología para integrar sistemas dinámicos modelados en Matlab/Simulink con la data de una red de prueba de 39 Barras en PowerFactory, demostrando resultados satisfactorios y facilitando la integración de nuevas tecnologías (Chiza, Llagua 2022).

Por lo tanto, este estudio se fundamenta en dos etapas: el pre-test, realizado antes de la implementación de la automatización, y el post-test, llevado a cabo después de la automatización. Se empleó una muestra de 26 alimentadores para ambas

etapas, recolectada mediante fichas de registro en ambos casos. Este enfoque permite sintetizar los principales hallazgos, apoyar y comparar las dimensiones de estudios.

Con respecto al tiempo de dibujo: Antes de la implementación de la automatización, se requerían 247.68 horas para completar estos dibujos. Sin embargo, tras la automatización, este tiempo se redujo drásticamente a solo 10.37 minutos. De manera similar, el tiempo de asignación de librería antes de la automatización era de 71.30 horas, mientras que después de la automatización se redujo a 54.48 segundos. La suma de estos indicadores conforma la dimensión tiempo de modelado del sistema eléctrico peruano de media tensión en PowerFactory; donde se puede resumir que la automatización de interoperabilidad semántica ha permitido una reducción significativa en el tiempo de modelado en el software PowerFactory. Antes de la automatización, los métodos tradicionales utilizados por una empresa consultora peruana requerían 318.98 horas, equivalentes a 35.44 días laborables de 9 horas. Con la automatización, este tiempo de modelado se redujo drásticamente a solo 11.28 minutos, representando una mejora del 99.94 % en comparación con los métodos manuales, optimizando así los procesos de planificación y mantenimiento del sistema eléctrico. Los hallazgos obtenidos en la dimensión tiempo de modelado son consistentes con teorías previas y literatura científica; tales como:

Un estudio donde se exploró la creación automática de modelos de SEP utilizando Grafos. Emplearon Python con GDAL para conectar GIS, extraer datos y construir grafos con NetworkX. Los modelos se exportaron a OpenDSS y PowerFactory para realizar simulaciones en subestaciones ecuatorianas. Esto demandó un tiempo total acumulado de 4948.27 segundos para los 11 alimentadores Marcelo Tenesaca-Caldas et al. (2022). Como se puede observar, la automatización puede lograr una gran mejora en la eficiencia y rapidez del proceso de modelado, permitiendo una reducción significativa del tiempo necesario para generar modelos precisos y detallados. Esta mejora no solo optimiza los recursos y reduce costos, sino que también facilita la integración de nuevas tecnologías y la implementación de soluciones innovadoras en el sistema eléctrico, tal como se mencionó anteriormente en el estudio de (Chiza, Llagua 2022).

Una debilidad encontrada en la presente investigación en el modelado es la falta de información detallada de los parámetros eléctricos, lo cual impidió que la red eléctrica en PowerFactory pudiera converger. La ausencia de información precisa es un problema recurrente en el modelado de sistemas de distribución eléctrica. De manera similar, una investigación desarrolló una aplicación para convertir datos de redes eléctricas en modelos listos para usar en software de simulación de potencia, enfrentaron complicaciones significativas debido a la limitada disponibilidad de información en algunas secciones de las redes eléctricas. No obstante, su trabajo ofrece un punto de partida para simplificar y agilizar el proceso de representación gráfica de estas redes Gaugl et al. (2023).

De manera similar, un artículo presentó un enfoque innovador en la modelación automatizada de redes de distribución eléctrica utilizando datos geoespaciales que abarcó: 241 ubicaciones residenciales, 485 líneas, 10 transformadores y 243 cargas de baja tensión. A pesar de que el método presentó limitaciones como la escasez de datos reales, simplificaciones en el modelo y la falta de funcionalidad para seleccionar cables más grandes en rutas altamente cargadas, la automatización permitió centrar el esfuerzo en el análisis de la red mediante simulaciones para evaluar el rendimiento del sistema en diversas situaciones Cakmak et al. (2022). Lo cual coincide con el hallazgo descubierto en la presente investigación. A pesar de las debilidades, como la dependencia de la disponibilidad y calidad de la información de entrada, la relevancia de esta investigación es notable, ya que proporciona una solución eficiente y precisa para el modelado de sistemas eléctricos, beneficiando tanto la planificación como el mantenimiento de redes eléctricas en Perú y potencialmente en otras regiones con desafíos similares.

En el mismo sentido, reducir el tiempo en el modelado para centrar esfuerzos en el análisis de la red eléctrica es importante porque permite asignar recursos más efectivamente hacia la optimización de la operación y la planificación estratégica. Esto no solo agiliza la identificación de problemas y la implementación de soluciones, sino que también aumenta la capacidad de adaptación a cambios en la demanda y condiciones del sistema, promoviendo así una mayor eficiencia operativa y una mejor gestión de recursos energéticos. Como lo experimentó un estudio que utilizó PowerFactory para modelar el sistema eléctrico y Python para

automatizar el procesamiento de datos, permitiendo concentrar esfuerzos en evaluar cómo la incertidumbre y la variabilidad en la demanda afectan la infraestructura de carga eléctrica y explorar estrategias para optimizar su eficiencia y sostenibilidad (Lascano et al. 2023).

La dimensión evaluación del modelo permitió validar la precisión y fiabilidad del modelado de la red en PowerFactory. Por ello, para esta dimensión se utilizó el indicador de cantidad de errores en el modelado, el cual facilitó la identificación de inconsistencias que podrían afectar la exactitud de la automatización. Donde, en la fase inicial, se registró 26 errores; mientras que, en la fase posterior, solo se redujo 4 errores. Lo que representa una mejora de un 84.61 %. Como se puede observar, la manualidad en el modelado puede generar inconsistencias y errores, lo cual impacta negativamente en la fiabilidad y precisión de los resultados obtenidos. En concordancia con la investigación de Dinkelbach et al. (2023), que presentó una solución para la adopción de estándares como CIM/CGMES en proyectos de software, para enfrentar las dificultades debido a la naturaleza cambiante y compleja de estos estándares; lo cual, conduce a actualizaciones manuales en el modelado que, lamentablemente, pueden introducir errores y comprometer la integridad de los datos simulados.

Usar un estándar facilitó el proceso de automatización de interoperabilidad semántica para el modelado del sistema eléctrico peruano de media tensión en PowerFactory. Esto es fundamentado por un artículo que subraya la necesidad imperativa de intercambiar información de los SEP en entornos ciberfísicos, tanto en estado estacionario como dinámico. Además, enfatiza que muchas herramientas actuales no permiten exportar toda la información necesaria del modelo para garantizar la consistencia. Por ello, aboga por la adopción de estándares como CIM/CGMES para mejorar la interoperabilidad en estos entornos (Gómez et al. 2020). Por lo tanto, esta investigación tiene una relevancia significativa en cuanto a los indicadores TD, TAL y EM, ya que permitió medir y valorar directamente los desafíos de modelado identificados en una empresa consultora.

En lo cual, un estudio antecedente no solo ofreció una guía detallada sobre el proceso de modelado y análisis, sino que también destaca la importancia de la automatización en el modelado del sistema eléctrico peruano para futuras

investigaciones (Alamo, Quinteros, Cenzano 2022). El sistema eléctrico peruano presenta muchos desafíos donde se destaca la importancia de mejoras tecnológicas y operativas para abordar eficazmente estos problemas de interoperabilidad (Leyva Flores 2022). Comparado con estudios similares, la presente investigación aporta nuevas perspectivas al demostrar cómo la automatización de la interoperabilidad semántica en sistemas eléctricos peruanos, tiene como resultado una mejora sustancial de más de 35 días de trabajo humano, lo cual representa un avance significativo hacia una mejor gestión de recursos para la empresa consultora donde se tomaron los datos pre-test y post-test. Además, facilita una mayor colaboración entre las empresas del sistema eléctrico de distribución y los entes reguladores peruanos al usar un estándar nacional.

V. CONCLUSIONES

Basándonos en los resultados obtenidos en este estudio, podemos deducir las siguientes conclusiones:

Primero, la automatización de interoperabilidad semántica para el modelado del Sistema eléctrico peruano de media tensión en PowerFactory ha resultado positiva. Esta mejora se evidenció en los indicadores de Tiempo de Dibujo (TD), Tiempo de Asignación de Librería (TAL) y Cantidad de Errores (CE), así como en la confirmación satisfactoria de las hipótesis planteadas. Estos logros han cumplido plenamente con los objetivos establecidos inicialmente.

Segundo, se confirma que el tiempo de dibujo ha disminuido en un 99.94 %, y el tiempo de asignación de librería ha reducido en un 99.98 % con respecto a la generación automática de la red eléctrica con la solución tecnológica planteada.

Tercero, en lo que respecta a la evaluación del modelo, se observó una caída en la cantidad de errores de 85 %. Esto implica que, gracias a esta implementación, la empresa consultora ha podido atender a más clientes en menos tiempo, lo que mejora tanto la experiencia del cliente como la eficiencia en los estudios eléctricos.

VI. RECOMENDACIONES

Como resultado, se presentan las siguientes sugerencias para estudios futuros:

Primero, además de la automatización del modelado, sería beneficioso desarrollar herramientas de validación automática que permitan verificar la integridad y la precisión de las redes eléctricas modeladas. Estas herramientas podrían incluir algoritmos de inteligencia artificial (IA) para la detección de errores, la restauración de la conectividad y la sugerencia de parámetros eléctricos más adecuados.

Segundo, además de los indicadores mencionados, se puede explorar el uso de otros indicadores para evaluar la calidad de los elementos modelados. Estos indicadores adicionales pueden incluir la cantidad de errores por convergencia y el tiempo necesario para corregir estos errores. Para una comprensión más completa, se podría considerar el análisis de la potencia reactiva y activa.

Tercero, se sugiere explorar formas de mejorar la interoperabilidad del sistema eléctrico peruano mediante la conversión del estándar nacional VNR a estándares internacionales como MultiSpeak y CIM.

Cuarto, Desarrollo de un sistema para la generación automatizada de diagramas unifilares hexagonales en el contexto de la ingeniería eléctrica. Este sistema se enfocaría en la creación automática de diagramas unifilares con una disposición hexagonal, utilizando algoritmos de diseño inteligente y técnicas de visualización de datos. El objetivo sería mejorar la eficiencia en la representación gráfica de redes eléctricas complejas, facilitando su comprensión y análisis por parte de los ingenieros y técnicos del sector eléctrico.

REFERENCIAS

- AGUIRRE, Flor de María Sánchez, 2022. Estrategia business process management como política de empleabilidad. *South Florida Journal of Development*. Vol. 3, no. 1. DOI 10.46932/sfjdv3n1-115.
- AKAN, Taner et al., 2023. Disaggregating renewable energy-growth nexus: W-ARDL and W-Toda-Yamamoto approaches. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. Vol. 188, p. 113769. DOI 10.1016/j.rser.2023.113769.
- ALAMO, Ana Cecilia Moreno, QUINTEROS, Eduardo Raul Del Rosario and CENZANO, Carlos Guillermo Hernandez, 2022. Study of Distributed Generation Systems that Supplies Electrical Energy to Distribution Networks. In: *PICMET 2022 - Portland International Conference on Management of Engineering and Technology: Technology Management and Leadership in Digital Transformation - Looking Ahead to Post-COVID Era, Proceedings*. Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc. 2022. ISBN 9781890843410. DOI 10.23919/PICMET53225.2022.9882861.
- ANDERSON, Jake and AGALGAONKAR, Ashish P., 2023. Low-Voltage Network Modeling and Analysis with Rooftop PV Forecasts: A Realistic Perspective from Queensland, Australia. *Energies*. Vol. 16, no. 15. DOI 10.3390/en16155834.
- ARELLÁN YANAC, Luis Alberto, 2020. *El marco regulatorio de la Calidad del Servicio Público de la Electricidad y la Gestión de las Empresas Estatales de Distribución Eléctrica*. Lima: PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ ESCUELA DE POSGRADO.
- AUCH, Maximilian et al., 2024. Towards an Automated Classification of Software Libraries. *SN Computer Science*. Vol. 5, no. 4. DOI 10.1007/s42979-024-02654-2.
- BORK, Dominik and LANGER, Philip, 2023. Catchword: Language Server Protocol An Introduction to the Protocol, its Use, and Adoption for Web Modeling Tools. *Enterprise Modelling and Information Systems Architectures*. Vol. 18. DOI 10.18417/emisa.18.9.

CABALLERO, Álvaro and ESPINOSA, Julio, 2020. Detectando problemas en protecciones eléctricas de generadores utilizando DigSilent Power Factory. *CienciAmérica*. Vol. 9, no. 4, pp. 75–82.

CAKMAK, Huseyin K. et al., 2022. An Optimization-based Approach for Automated Generation of Residential Low-Voltage Grid Models Using Open Data and Open Source Software. In: *IEEE PES Innovative Smart Grid Technologies Conference Europe*. IEEE Computer Society. 2022. ISBN 9781665480321. DOI 10.1109/ISGT-Europe54678.2022.9960483.

CASTAÑEDA ESCARATE, Fernando Alberto, 2023. *Propuesta y desarrollo de un Chatbot para mejorar la atención al paciente en la clínica Montepíncipe* [online]. Universidad Cesar Vallejo. Retrieved from : [https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/126011/Casta% \[accessed 1 December 2023\].](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/126011/Casta%c3%b1eda_EFA-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

CASTRO, John Jairo, GÓMEZ, Leidy Katherine and CAMARG, Esperanza, 2023. La investigación aplicada y el desarrollo experimental en el fortalecimiento de las competencias de la sociedad del siglo XXI. *Tecnura*. Vol. 27, no. 75. DOI 10.14483/22487638.19171.

CAVALIERI, Salvatore, 2021. Semantic interoperability between iec 61850 and onem2m for iot-enabled smart grids. *Sensors*. Vol. 21, no. 7. DOI 10.3390/s21072571.

CHERE-QUIÑÓNEZ, Byron Fernando et al., 2020. Estudio de Coordinación de Protecciones Eléctricas en Celec-Ep Termoesmeraldas II aplicando el Software Digsilent Power Factory. *Polo del Conocimiento*. Vol. 5, no. 8, pp. 1264–1276.

CHIZA, Luis and LLAGUA, José, 2022. Co-simulación entre PowerFactory y Matlab/Simulink para la simulación de un enlace HVDC integrado al sistema de 39 barras. *Revista Técnica “energía.”* Vol. 19, no. 1. DOI 10.37116/revistaenergia.v19.n1.2022.505.

DAMMERT, Alfredo, GARCIA, Raul and FIORELLA, Molinelli, 2013. *Regulacion Supervision del Sector Electrico*.

- DERVIŠEVIĆ, Amila, ZAJC, Matej and SULJANOVIĆ, Nermin, 2021. Semantic data modelling with graph databases enabling interoperability in smart grids. *Elektrotehniški Vestnik/Electrotechnical Review* [online]. Vol. 85, no. 5. Retrieved from: <https://repozitorij.uni-lj.si/Dokument.php?id=140440&lang=slv> [accessed 18 November 2023].
- DIGSILENT, 2022. Downloads - DIgSILENT. [online]. 2022. Retrieved from: <https://www.digsilent.de/de/downloads.html> [accessed 11 December 2023].
- DINKELBACH, Jan et al., 2023. Template-based generation of programming language specific code for smart grid modelling compliant with CIM and CGMES. *The Journal of Engineering*. Vol. 2023, no. 1. DOI 10.1049/tje2.12208.
- DONEV, Jason, 2019. Central eléctrica. *Enciclopedia de Energia* [online]. 2019. Retrieved from: https://energyeducation.ca/Enciclopedia_de_Energia/index.php/Central_el%C3%A9ctrica [accessed 11 October 2023].
- ETZKORN, Letha Hughes, 2023. RESTful Web Services. In: *Introduction to Middleware*. DOI 10.4324/9781315118673-15.
- FADILAH AULIA and YAHFIZHAM, 2024. Mengenal Bahasa Pemrograman Pada Algoritma Pemrograman. *Informatics and Business*. Vol. 01, no. 04.
- GAUGL, Robert et al., 2023. GridTool: An open-source tool to convert electricity grid data. *SoftwareX*. Vol. 21. DOI 10.1016/j.softx.2023.101314.
- GÓMEZ, Francisco J. et al., 2020. Software requirements for interoperable and standard-based power system modeling tools. *Simulation Modelling Practice and Theory*. Vol. 103. DOI 10.1016/j.simpat.2020.102095.
- GÓMEZ-RAMÍREZ, Gustavo Adolfo, MORA-JIMÉNEZ, Gonzalo and MEZA, Carlos, 2023. Simulación del sistema de interconexión eléctrica de los países de América Central usando ETAP. *Revista Tecnología en Marcha*. DOI 10.18845/tm.v36i2.6007.

GREIML, Matthias et al., 2022. Modelling and Simulation/Optimisation of Austria's National Multi-Energy System with a High Degree of Spatial and Temporal Resolution. *Energies*. Vol. 15, no. 10. DOI 10.3390/en15103581.

HATZIARGYRIOU, Nikos et al., 2021. Definition and Classification of Power System Stability - Revisited & Extended. *IEEE Transactions on Power Systems*. Vol. 36, no. 4. DOI 10.1109/TPWRS.2020.3041774.

JIMENEZ, Victor Adrian, LESCANO, Gonzalo Emmanuel and WILL, Adrián L. E., 2020. Regresión Simbólica aplicada a la Predicción del Consumo Eléctrico a Corto Plazo en el Nivel de Subestación. *Revista Tecnología y Ciencia*. No. 39. DOI 10.33414/rtyc.39.85-102.2020.

KALE, Anand et al., 2024. Enhancing Student Placement with Cross-Platform Application. *International Journal for Research in Applied Science and Engineering Technology*. Vol. 12, no. 1. DOI 10.22214/ijraset.2024.57945.

LASCANO, Julio et al., 2023. Estimación de la Demanda de una Estación de Carga para Vehículos Eléctricos Mediante la Aplicación de Métodos Probabilísticos. *Revista Técnica "energía."* Vol. 20, no. 1. DOI 10.37116/revistaenergia.v20.n1.2023.569.

LEYVA FLORES, Ricardo, 2022. Reflexiones sobre la planificación de la inversión en los sectores de electricidad y gas natural. *THEMIS Revista de Derecho*. No. 82. DOI 10.18800/themis.202202.001.

LIN, Jitong et al., 2015. Research and Development of Grid Model Online in E Imported to DlgSILENT. In: . 2015. DOI 10.2991/ameii-15.2015.217.

LUO, Yuanyuan, 2023. Does ICT development influence renewable energy investment? Evidence from top-polluted economies. *Journal of Cleaner Production*. Vol. 428, p. 139271. DOI 10.1016/j.jclepro.2023.139271.

MALON, Lopez Ernerto, 2020. "Evaluación de la calidad del suministro eléctrico y condiciones técnicas económicas del alimentador en media tensión Nam001 Hidrandina S.A - Cajamarca". .

MARCELO TENESACA-CALDAS et al., 2022. Construção de modelos de redes de distribuição a partir de sistemas de informação geográfica utilizando grafos. *Proceedings IX Simpósio Brasileiro de Sistemas Elétricos*. DOI 10.20906/sbse.v2i1.3102.

MEIGGS MONTEBLANCO, Juan Diego, 2023. *RPA en las disputas de notas de débito en el área de auditoría en una Empresa Privada, Lima 2023* [online].

Retrieved from :

https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/106818/Meiggs_MJD-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y [accessed 1 December 2023].

MISHRA, Prabhaker et al., 2019. Descriptive statistics and normality tests for statistical data. *Annals of Cardiac Anaesthesia*. Vol. 22, no. 1, pp. 67–72.

DOI 10.4103/aca.ACA_157_18.

MUCHA-HOSPINAL, Luis Florencio et al., 2021. Evaluación de procedimientos empleados para determinar la población y muestra en trabajos de investigación de posgrado. *Revista Científica de Ciencias Sociales y Humanidades*. Vol. 12, no. 1.

MUZUMDAR, Prathamesh et al., 2024. Navigating the Docker Ecosystem: A Comprehensive Taxonomy and Survey. *Asian Journal of Research in Computer Science*. Vol. 17, no. 1. DOI 10.9734/ajrcos/2024/v17i1411.

ORDOÑEZ TRUJILLO, Marco Antonio, 2023. *Ubicación Óptima de Equipos de Protección y Monitoreo, para la Mejora de la Confiabilidad del Alimentador A4880 SET Villa Rica en Electrocentro S.A.* [online]. Retrieved from :

https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/9224/T010_45141592_M.pdf?sequence=10&isAllowed=y [accessed 1 December 2023].

OSCULLO, José, JUMBO, Roberto and OTERO, Patricia, 2024. Computational Tool to Determine the Residues of Electrical Power Systems. *Revista Politecnica*. Vol. 53, no. 1, pp. 31–38. DOI 10.33333/rp.vol53n1.03.

OSINERGMIN, 2003. *Guía de Elaboración del Valor Nuevo de Reemplazo (VNR) de las Instalaciones de Distribución Eléctrica* [online]. OSINERGMIN. Retrieved from : https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/1049430/GART-DDE-059-2003_GuiaVNR20200727-24078-z4p2tg.pdf [accessed 7 December 2023].

OSINERGMIN, 2023. Procedimientos Regulatorios Electricidad. [online]. 2023. Retrieved from : <https://www.osinergmin.gob.pe/seccion/institucional/regulacion-tarifaria/procesos-regulatorios/electricidad> [accessed 7 December 2023].

PARDO, Cesar et al., 2022. Mr. Scrum: A Reference Model to Foster and Facilitate the Adoption of Scrum in the Agile Software Development Companies. *International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology*. Vol. 12, no. 6. DOI 10.18517/ijaseit.12.6.14934.

QUISPE, Carlos, 2022. Quality of the Electrical Service of the Peruvian Electrical System in Comparison with International Countries Through Data Envelope Analysis. In : *2022 5th Asia Conference on Energy and Electrical Engineering, ACEEE 2022*, pp. 18–22. Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc. 2022. ISBN 9781665499330. DOI 10.1109/ACEEE56193.2022.9851870.

RAMOS-GALARZA, Carlos, 2021. Editorial: Diseños de investigación experimental. *CienciaAmérica*. Vol. 10, no. 1. DOI 10.33210/ca.v10i1.356.

SCRUMSTUDY, 2022. *SCRUM Body of Knowledge (SBOK Guide), Fourth Guide*.

SEVILLA MUÑOZ, Teobaldo Carlos et al., 2021. Acompañamiento pedagógico y la práctica reflexiva docente. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*. Vol. 5, no. 4. DOI 10.37811/cl_rcm.v5i4.630.

SHISHLAKOV, V. F. et al., 2020. Modeling of the operation modes of the electric power system to improve its sustainability of functioning. In : *Journal of Physics: Conference Series*. 2020. DOI 10.1088/1742-6596/1515/5/052083.

UMBERFIELD, Elizabeth E. et al., 2022. Standardizing health care data across an enterprise. In : *Health Information Exchange: Navigating and Managing a Network of Health Information Systems*. DOI 10.1016/B978-0-323-90802-3.00024-1.

WALMSLEY, Timothy Gordon et al., 2023. Hybrid renewable energy utility systems for industrial sites: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. Vol. 188, p. 113802. DOI 10.1016/j.rser.2023.113802.

YADAV, Monika, PAL, Nitai and SAINI, Devender Kumar, 2023. *Low voltage ride through capability for resilient electrical distribution system integrated with*

renewable energy resources. Elsevier Ltd. Energy Reports 9.

DOI 10.1016/j.egy.2022.12.023.

YOLDAS, Yasar Beyazit and YUMURTACI, Recep, 2023. Improvement of Distance Protection with SVM on PV-Fed Transmission Lines in Infeed Conditions.

Energies. Vol. 16, no. 6. DOI 10.3390/en16062587.

ANEXOS

Anexo 1: Tabla de Operacionalización de variables

Variables independientes	Definición Conceptual								
Automatización de interoperabilidad semántica.	La automatización de interoperabilidad semántica se refiere a la capacidad automatizada de sistemas heterogéneos para intercambiar y comprender activos eléctricos de manera coherente, siguiendo estándares semánticos. (Dervišević, Zajc, Suljanović 2021).								
Variables dependientes	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones		Indicadores		Instrumento	Formulas	Escala
Modelado del Sistema eléctrico peruano de media tensión en PowerFactory.	Es el proceso de crear digitalmente modelos precisos que reflejen la topología, elementos, conexiones y características específicas de la red eléctrica para lograr una representación fidedigna del sistema eléctrico peruano de media tensión en la herramienta PowerFactory (Cakmak et al. 2022)	Se logra realizar el modelado del Sistema eléctrico peruano de media tensión en PowerFactory, cuando se obtiene mayor eficiencia en este proceso. (Cakmak et al. 2022, p. 5)	Tiempo de modelado	Crear o generar un modelo en el Software PowerFactory implica combinar la acción de dibujar la red eléctrica y asignar los parámetros eléctricos correspondientes (Cakmak et al. 2022, p. 2)	Tiempo de dibujo (TD)	Es el proceso inicial de modelado en PowerFactory, los ingenieros comienzan por diseñar la representación gráfica de la red eléctrica y asignar características del fabricante (Cakmak et al. 2022, p. 2).	Ficha de registro (Meiggs Monteblanco 2023, p. 23)	TD = FHFID - FHID	Razón
					Tiempo de asignación de las librerías (TAL)	Con el dibujo de la red eléctrica en su lugar, los ingenieros avanzan hacia la fase de asignación de características y parámetros eléctricos (Cakmak et al. 2022, p. 2).			
			Evaluación del Modelo	La evaluación se realiza a través de la cantidad de errores que se producen en el modelado de la red eléctrica. (Cakmak et al. 2022, p. 5)	Errores en el modelado (EM)	Es la cantidad de errores producidos en la asignación de librerías (EAL) y creación de conectividad eléctrica (EC).		Ficha de registro (Meiggs Monteblanco 2023, p. 23) Software Power Factory DigSilent (Ordoñez Trujillo 2023, p. 66).	EM = EAL + EC

Fuente: Elaboración propia

Anexo 2: Matriz de Consistencia

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES
GENERAL					
¿De qué manera la automatización de interoperabilidad semántica influye en el modelado del Sistema eléctrico peruano de media tensión en PowerFactory?	Determinar de qué manera la automatización de interoperabilidad semántica influye en el modelado del Sistema eléctrico peruano de media tensión en PowerFactory.	La automatización de interoperabilidad semántica influye significativamente en el modelado del Sistema eléctrico peruano de media tensión en PowerFactory.		NO APLICA	
ESPECIFICOS					
- ¿Cómo influye la automatización de la interoperabilidad semántica en el tiempo de dibujo durante el modelado del Sistema eléctrico peruano de media tensión en PowerFactory?	- Determinar la influencia de la automatización de la interoperabilidad semántica en el tiempo de dibujo durante el modelado del Sistema eléctrico peruano de media tensión en PowerFactory.	- La automatización de la interoperabilidad semántica tiene un impacto significativo en la reducción del tiempo de dibujo durante el modelado del Sistema eléctrico peruano de media tensión en PowerFactory.	Modelado del Sistema eléctrico peruano de media tensión en PowerFactory.	Tiempo de modelado (Cakmak et al. 2022, p. 5).	Tiempo de dibujo
- ¿Cómo influye la automatización de la interoperabilidad semántica en el tiempo de asignación de las librerías durante el modelado del Sistema eléctrico peruano de media tensión en PowerFactory?	- Determinar la influencia de la automatización de la interoperabilidad semántica en el tiempo de asignación de las librerías durante el modelado del Sistema eléctrico peruano de media tensión en PowerFactory.	- La automatización de la interoperabilidad semántica tiene un impacto significativo en la reducción del tiempo de asignación de las librerías durante modelado del Sistema eléctrico peruano de media tensión en PowerFactory.			Tiempo de asignación de las librerías
- ¿Cuál es el impacto de la automatización de la interoperabilidad semántica en la cantidad de errores en el modelado del Sistema Eléctrico Peruano de Media Tensión utilizando PowerFactory?	- Evaluar el efecto que tiene la automatización de la interoperabilidad semántica en la cantidad de errores producidos en el modelado del Sistema eléctrico peruano de media tensión en PowerFactory.	- La automatización de la interoperabilidad semántica reduce la cantidad de errores en el modelado del Sistema Eléctrico peruano de media tensión en PowerFactory.			Evaluación del Modelo (Cakmak et al. 2022, p. 5).

Fuente: Elaboración propia

Anexo 4: Ficha de validación de instrumentos para la recolección de datos

Validación del experto N° 1

Variable: Modelado del Sistema eléctrico peruano de media tensión en PowerFactory

N°	INDICADORES	Claridad ¹		Pertinencia ²		Relevancia ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
1	Tiempo de dibujo	X		X		X		
2	Tiempo de asignación de las librerías	X		X		X		
3	Errores en el modelado	X		X		X		

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

Opinión de aplicabilidad: Aplicable Aplicable después de corregir No aplicable

Apellidos y nombre del juez evaluador: Padilla Pun Lester

DNI: 40852748

Especialista: Metodólogo Temático

Lunes, 18 de diciembre del 2023

Grado: Maestro Doctor



Padilla Pun Lester
DNI 40852748

¹ Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo.

² Pertinencia: Si el ítem pertenece a la dimensión.

³ Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo.

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión.

Validador 1

Aplicativo Guía

REGISTRO NACIONAL DE
GRADOS ACADÉMICOS Y TÍTULOS PROFESIONALES

Graduado	Grado o Título	Institución
PADILLA PUN, LESTER GLENN DNI 40852748	INGENIERO DE COMPUTACION Y SISTEMAS Fecha de diploma: 22/07/2005 Modalidad de estudios:	UNIVERSIDAD DE SAN MARTÍN DE PORRES PERU
PADILLA PUN, LESTER GLENN DNI 40852748	BACHILLER EN INGENIERIA DE COMPUTACION Y SISTEMAS Fecha de diploma: 28/05/2004 Modalidad de estudios: -- Fecha matricula: Sin información (***) Fecha egreso: Sin información (***)	UNIVERSIDAD DE SAN MARTÍN DE PORRES PERU
PADILLA PUN, LESTER GLENN DNI 40852748	MAESTRO EN ADMINISTRACIÓN ESTRATÉGICA DE EMPRESAS Fecha de diploma: 28/06/17 Modalidad de estudios: PRESENCIAL Fecha matricula: 25/06/2013 Fecha egreso: 09/07/2016	PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERU PERU

(***) La falta de información de este campo, no involucra por sí misma un error o la invalidez de la inscripción del grado y/o título, puesto que, a la fecha de su registro, no era obligatorio declarar.

Validación del experto N° 2

Variable: Modelado del Sistema eléctrico peruano de media tensión en PowerFactory

N°	INDICADORES	Claridad ¹		Pertinencia ²		Relevancia ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
1	Tiempo de dibujo	X		X		X		
2	Tiempo de asignación de las librerías	X		X		X		
3	Errores en el modelado	X		X		X		

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

El instrumento es suficiente y puede ser aplicado, tal como está elaborado.

Opinión de aplicabilidad: Aplicable Aplicable después de corregir No aplicable

Apellidos y nombre del juez evaluador: VILLARREAL ALBÚJAR RICARDO

DNI: 15760826

Lunes, 20 de diciembre 2023

Especialista: Metodólogo Temático

Grado: Maestro Doctor


Villarreal Albújar
Ricardo
DNI 15760826

¹ Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo.

² Pertinencia: Si el ítem pertenece a la dimensión.

³ Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo.

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión.

Validador 2

Aplicativo Guía

REGISTRO NACIONAL DE GRADOS ACADÉMICOS Y TÍTULOS PROFESIONALES

Resultado

Insuficiente	Grado o Título	Institución
VILLARREAL ALBÚJAR, RICARDO WILMAN DNI 15760826	MAESTRO EN ADMINISTRACION ADMINISTRACION Fecha de diploma: 06/12/2007 Modalidad de estudio: Fecha matrícula: Sin Información (***) Fecha ingreso: Sin Información (***)	UNIVERSIDAD EAN PERU
VILLARREAL ALBÚJAR, RICARDO WILMAN DNI 15760826	INGENIERO DE SISTEMAS Fecha de diploma: 05/10/2010 Modalidad de estudio:	UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA PERU

(***) La falta de información de este campo, no involucra por sí misma un error o la invalidez de la inscripción del grado y/o título, puesto que, a la fecha de su registro, no era obligatorio declarar dicha información. Sin perjuicio de lo señalado, de requerir mayor detalle, puede contactarse a nuestro central telefónico (01002030), de lunes a viernes, de 08:00 am. a 6:00 p.m.

Validación del experto N° 3

Variable: Modelado del Sistema eléctrico peruano de media tensión en PowerFactory

N°	INDICADORES	Claridad ¹		Pertinencia ²		Relevancia ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
1	Tiempo de dibujo	X		X		X		
2	Tiempo de asignación de las librerías	X		X		X		
3	Errores en el modelado	X		X		X		

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

Opinión de aplicabilidad: Aplicable Aplicable después de corregir No aplicable

Apellidos y nombre del juez evaluador: Melo Rojas, Cristhian Leonardo

DNI: 44141197

Especialista: Metodólogo Temático

Grado: Maestro Doctor

Lunes, 20 de diciembre 2023



Cristhian L. Melo Rojas
Ingeniero Electricista
CIP N° 118724

Melo Rojas,
Cristhian Leonardo
DNI 44141197

¹ Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo.

² Pertinencia: Si el ítem pertenece a la dimensión.

³ Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo.

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión.

Validador 3

Aplicativo
Guía

REGISTRO NACIONAL DE GRADOS ACADÉMICOS Y TÍTULOS PROFESIONALES

Resultado

Evaluado	Grado o Título	Institución	Solicitar corrección
MELO ROJAS, CRISTHIAN LEONARDO DNI 44141197	INGENIERO ELECTRICISTA Fecha de diploma: 05/05/2010 Modalidad de estudios: -	UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DEL PERÚ UNICEN	
MELO ROJAS, CRISTHIAN LEONARDO DNI 44141197	BACHILLER EN INGENIERÍA ELÉCTRICA Fecha de diploma: 05/05/2010 Modalidad de estudios: - Fecha matriculación: Sin información (***) Fecha egreso: Sin información (***)	UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DEL PERÚ UNICEN	
MELO ROJAS, CRISTHIAN LEONARDO DNI 44141197	MAESTRO EN ADMINISTRACIÓN ESTRATÉGICA DE EMPRESAS Fecha de diploma: 10/05/2017 Modalidad de estudios: SEMIPRESENCIAL Fecha matriculación: 06/12/2002 Fecha egreso: 10/05/2017	PORTUARIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ PUCA	
MELO ROJAS, CRISTHIAN LEONARDO DNI 44141197	MAESTRO EN DIRECCIÓN DE OPERACIONES PRODUCTIVAS Fecha de diploma: 04/10/2017 Modalidad de estudios: PRESENCIAL Fecha matriculación: 06/12/2002 Fecha egreso: 10/05/2017	PORTUARIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ PUCA	

Anexo 5: Ficha de validación de la metodología

Validación del experto N° 1

VALIDACIÓN DE LA METODOLOGÍA				
I. DATOS GENERALES:				
Apellidos y Nombres del experto: Villarreal Albújar Ricardo				
Título y/o grado: Maestro				
Fecha: 01/07/2024				
Autor: Vanessa Elizabeth Burbano Quintero				
Título de la investigación:				
Automatización de interoperabilidad semántica para el modelado del Sistema eléctrico peruano de media tensión en PowerFactory				
II. VALIDACIÓN:				
Puntajes: Bueno=3, Regular=2, Malo=1				
ITEM	CRITERIOS	SCRUM	XP	RUP
1	Presenta y describe adecuadamente un flujo de trabajo.	3	2	3
2	Tamaño del proyecto es proporcional a sus interacciones.	3	2	2
3	Posee tiempos limitados de entrega.	3	3	3
4	Permite tener menos personal según sus roles.	3	2	2
5	Desarrollo iterativo o incremental.	3	3	3
6	Permite la adaptabilidad y respuesta a cambios.	3	3	2
7	Permite que el cliente sea parte del equipo	3	3	2
8	Asegura un software de alta calidad.	3	3	3
TOTAL		24	21	20
III. OBSERVACIONES:				
Lima, Julio 2024				
				
Firma del experto				

Validador 1

Aplicativo Guía

REGISTRO NACIONAL DE GRADOS ACADÉMICOS Y TÍTULOS PROFESIONALES

Resultado

Graduado	Grado o Título	Institución
VILLARREAL ALBUJAR, RICARDO WILMAN DNI 15760828	MAGISTER EN ADMINISTRACION ADMINISTRACION Fecha de diploma: 06/12/2007 Modalidad de estudios: Fecha matrícula: Sin información (***) Fecha egreso: Sin información (***)	UNIVERSIDAD ESAN PERU
VILLARREAL ALBUJAR, RICARDO WILMAN DNI 15760828	INGENIERO DE SISTEMAS Fecha de diploma: 15/10/2010 Modalidad de estudios:	UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA PERU

(***) La falta de información de este campo, no involucra por sí misma un error o la invalidez de la inscripción del grado y/o título, puesto que, a la fecha de su registro, no era obligatorio declarar dicha información. Sin perjuicio de lo señalado, de requerir mayor detalle, puede contactarnos a nuestro central telefónico 015007930, de lunes a viernes, de 9:30 a.m. a 4:30 p. m.

Validación del experto N° 2

VALIDACIÓN DE LA METODOLOGÍA

I. DATOS GENERALES:
Apellidos y Nombres del experto: VASQUEZ REYES, EDGAR FERNANDO
Título y/o grado: Msc. en Ingeniería de Sistemas e informática
Fecha: 01/07/2024
Autor: Vanessa Elizabeth Burbano Quintero
Título de la investigación:
Automatización de interoperabilidad semántica para el modelado del Sistema eléctrico peruano de media tensión en PowerFactory

II. VALIDACIÓN:

ITEM	Puntajes: Bueno=3, Regular=2, Malo=1	CRITERIOS		
		SCRUM	XP	RUP
1	Presenta y describe adecuadamente un flujo de trabajo.	3	2	2
2	Tamaño del proyecto es proporcional a sus interacciones.	3	2	2
3	Posee tiempos limitados de entrega.	3	3	3
4	Permite tener menos personal según sus roles.	2	2	3
5	Desarrollo iterativo o incremental.	3	3	3
6	Permite la adaptabilidad y respuesta a cambios.	3	3	2
7	Permite que el cliente sea parte del equipo	3	2	2
8	Asegura un software de alta calidad.	3	3	3
TOTAL		23	20	20

III. OBSERVACIONES:
Lima, Julio 2024


Firma del experto

Validador 2

Aplicativo Guía

REGISTRO NACIONAL DE
GRADOS ACADÉMICOS Y TÍTULOS PROFESIONALES

VASQUEZ REYES, EDGAR FERNANDO DNI 10876030	BACHILLER EN INGENIERÍA EMPRESARIAL Y DE SISTEMAS Fecha de diploma: 27/04/2014 Modalidad de estudios: - Fecha matrícula: Sin información (***) Fecha egreso: Sin información (***)	UNIVERSIDAD SAN IGNACIO DE LOYOLA S.A. PERU
VASQUEZ REYES, EDGAR FERNANDO DNI 10876030	INGENIERO EMPRESARIAL Y DE SISTEMAS Fecha de diploma: 18/12/16 Modalidad de estudios: PRESENCIAL	UNIVERSIDAD SAN IGNACIO DE LOYOLA S.A. PERU
VASQUEZ REYES, EDGAR FERNANDO DNI 10876030	MAESTRO EN INGENIERÍA DE SISTEMAS E INFORMÁTICA CON MENCIÓN EN GESTIÓN DE TECNOLOGÍA DE INFORMACIÓN Y COMUNICACIONES Fecha de diploma: 13/12/22 Modalidad de estudios: PRESENCIAL Fecha matrícula: 23/10/2018 Fecha egreso: 29/09/2020	UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS PERU
VASQUEZ REYES, EDGAR FERNANDO DNI 10876030	MAESTRO EN ADMINISTRACIÓN DE NEGOCIOS-EXECUTIVE MBA Fecha de diploma: 07/09/2023 Modalidad de estudios: SEMIPRESENCIAL	UNIVERSIDAD SAN IGNACIO DE LOYOLA S.A. PERU

Validación del experto N° 3

VALIDACIÓN DE LA METODOLOGÍA

I. DATOS GENERALES:

Apellidos y Nombres del experto: Padilla Pun Lester

Título y/o grado: Maestro

Fecha: 02/07/2024

Autor: Vanessa Elizabeth Burbano Quintero

Título de la investigación:

Automatización de interoperabilidad semántica para el modelado del Sistema eléctrico peruano de media tensión en PowerFactory

II. VALIDACIÓN:

ITEM	Puntajes: Bueno=3, Regular=2, Malo=1	SCRUM	XP	RUP
1	Presenta y describe adecuadamente un flujo de trabajo.	3	2	2
2	Tamaño del proyecto es proporcional a sus interacciones.	3	2	3
3	Posee tiempos limitados de entrega.	3	3	3
4	Permite tener menos personal según sus roles.	2	2	3
5	Desarrollo iterativo o incremental.	3	3	3
6	Permite la adaptabilidad y respuesta a cambios.	3	3	2
7	Permite que el cliente sea parte del equipo	3	2	2
8	Asegura un software de alta calidad.	3	3	3
TOTAL		23	20	21

III. OBSERVACIONES:

Lima, Julio 2024

Firma del experto

Validador 3

Aplicativo Guía

REGISTRO NACIONAL DE GRADOS ACADÉMICOS Y TÍTULOS PROFESIONALES

Graduado	Grado o Título	Institución
PADILLA PUN, LESTER GLENN DNI 40882748	INGENIERO DE COMPUTACION Y SISTEMAS Fecha de diploma: 22/07/2005 Modalidad de estudio:	UNIVERSIDAD DE SAN MARTÍN DE PORRES PERU
PADILLA PUN, LESTER GLENN DNI 40882748	BACHILLER EN INGENIERIA DE COMPUTACION Y SISTEMAS Fecha de diploma: 28/05/2004 Modalidad de estudio: - Fecha matricula: Sin información (***) Fecha egreso: Sin información (***)	UNIVERSIDAD DE SAN MARTÍN DE PORRES PERU
PADILLA PUN, LESTER GLENN DNI 40882748	MAESTRER EN ADMINISTRACIÓN ESTRATÉGICA DE EMPRESAS Fecha de diploma: 28/06/17 Modalidad de estudio: PRESENCIAL Fecha matricula: 26/08/2013 Fecha egreso: 09/07/2016	PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ PERU

(***) La falta de información de este campo, no involucra por sí misma un error a la invalidar de la inscripción del grado y/o título, puesto que, a la fecha de su registro, no era obligatorio declarar

Anexo 6: Opinión de experto sobre framework Java.

Validación del experto N°1

**VALIDACIÓN DE LA FRAMEWORK
JAVA**

I. DATOS GENERALES:

Apellidos y Nombres del experto: VASQUEZ REYES, EDGAR FERNANDO
Título y/o grado: Msc. en Ingeniería de Sistemas e informática
Fecha: 08/07/2024
Autor: Vanessa Elizabeth Burbano Quintero
Título de la investigación:
Automatización de interoperabilidad semántica para el modelado del Sistema eléctrico peruano de media tensión en PowerFactory

II. VALIDACIÓN:

Puntajes: Muy Bueno=4, Bueno=3, Regular=2, Malo=1

ITEM	Criterios	Puntajes: Muy Bueno=4, Bueno=3, Regular=2, Malo=1			
		Spring Framework	Spring Boot	JavaServer Faces (JSF)	Google Web Toolkit (GWT)
1	Facilidad de Uso	2	4	2	2
2	Curva de Aprendizaje	2	4	2	2
3	Documentación	4	4	3	3
4	Ejemplos de Uso	4	4	2	3
5	Comunidad y Soporte	4	4	3	3
Total		16	20	12	13

III. OBSERVACIONES:
Lima, Julio 2024


Firma del experto

Validador 1

REGISTRO NACIONAL DE
GRADOS ACADÉMICOS Y TÍTULOS PROFESIONALES

BACHILLER EN INGENIERIA EMPRESARIAL Y DE SISTEMAS		
VASQUEZ REYES, EDGAR FERNANDO DNI 10676030	Fecha de diploma: 20/04/2014 Modalidad de estudios: Fecha matricula: Sin información (***) Fecha egreso: Sin información (***)	UNIVERSIDAD SAN IGNACIO DE LOYOLA S.A. PERU
INGENIERO EMPRESARIAL Y DE SISTEMAS		
VASQUEZ REYES, EDGAR FERNANDO DNI 10676030	Fecha de diploma: 16/12/16 Modalidad de estudios: PRESENCIAL	UNIVERSIDAD SAN IGNACIO DE LOYOLA S.A. PERU
MAESTRO EN INGENIERIA DE SISTEMAS E INFORMATICA CON MENCION EN GESTION DE TECNOLOGIA DE INFORMACION Y COMUNICACIONES		
VASQUEZ REYES, EDGAR FERNANDO DNI 10676030	Fecha de diploma: 13/12/22 Modalidad de estudios: PRESENCIAL Fecha matricula: 23/11/2018 Fecha egreso: 29/09/2020	UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS PERU
MAESTRO EN ADMINISTRACIÓN DE NEGOCIOS-EXECUTIVE MBA		
VASQUEZ REYES, EDGAR FERNANDO DNI 10676030	Fecha de diploma: 07/09/2023 Modalidad de estudios: SEMIPRESENCIAL	UNIVERSIDAD SAN IGNACIO DE LOYOLA S.A. PERU

Anexo 7: Documentos de transparencia

Solicitud de autorización para realizar la investigación

SOLICITUD DE AUTORIZACIÓN PARA REALIZAR UNA INVESTIGACIÓN

Miguel Angel Cabrejos Huapaya,
Gerente General
P&C Ingenieros Contratistas y Consultores

Reciba un cordial saludo. Me dirijo a usted en calidad de estudiante del Programa de Titulación de la UCV, donde actualmente desarrollo mi proyecto de investigación como parte de los requisitos necesarios para obtener mi título de pregrado en Ingeniería de Sistema.

El propósito de mi comunicación es solicitar su autorización para llevar a cabo una investigación en el ámbito de Automatización de interoperabilidad semántica para el modelado del Sistema eléctrico peruano de media tensión en PowerFactory en su organización P&C Ingenieros. Mi investigación tiene como objetivo “Determinar de qué manera la automatización de interoperabilidad semántica influye en el modelado del Sistema eléctrico peruano de media tensión en PowerFactory” y se llevará a cabo de acuerdo con los más altos estándares éticos y profesionales.

En este sentido, la colaboración de su organización sería de gran valor para mi proyecto, ya que la automatización de interoperabilidad semántica tiene una influencia significativamente en el modelado del Sistema eléctrico peruano de media tensión en PowerFactory. Estoy comprometido/a a minimizar cualquier inconveniente y a garantizar que la investigación no interfiera con las actividades regulares de su organización. Además, cualquier dato o información confidencial que pueda surgir durante la investigación será tratado con la debida confidencialidad y no será divulgado sin su consentimiento explícito.

Aprecio sinceramente su consideración de esta solicitud y estoy a su disposición para discutir cualquier aspecto de la investigación en detalle. Espero con interés la posibilidad de colaborar con su organización y de contribuir al avance del conocimiento científico en este campo.

Agradezco de antemano su atención y respuesta a esta solicitud.

Atentamente,



Vanessa Burbano
7003257912


ING. MIGUEL A. CABREJOS HUAPAYA
GERENTE GENERAL
P&C INGENIEROS CONTRATISTAS Y
CONSULTORES SAC.

Miguel Angel Cabrejos Huapaya
P&C Ingenieros Contratistas y Consultores
+51 959 629 674
mcabrejos@pysac.com

Solicitud de autorización para la recolección y uso de datos

SOLICITUD DE AUTORIZACIÓN PARA LA RECOLECCIÓN Y USO DE DATOS EN EL MARCO DE UNA INVESTIGACIÓN

Miguel Angel Cabrejos Huapaya,
Gerente General
P&C Ingenieros Contratistas y Consultores,

Es un placer saludarle. Mi nombre es Vanessa Burbano y soy estudiante del Programa de Titulación en Ingeniería de Sistemas de la Universidad Cesar Vallejo, ubicada en Lima Norte. Me pongo en contacto con usted en calidad de estudiante investigador para solicitar formalmente su autorización para llevar a cabo una investigación en el marco de mi proceso de titulación.

El propósito de esta investigación es determinar de qué manera la automatización de interoperabilidad semántica influye en el modelado del Sistema eléctrico peruano de media tensión en PowerFactory, y consideramos que su organización, P&C Ingenieros, sería un recurso invaluable para la obtención de datos y perspectivas relevantes para este estudio.

En este sentido, nuestra solicitud incluye:

- Recolección y/o Uso de Datos:** Solicitamos permiso para recopilar datos relacionados con red en formato VNR y redes de datos ya procesados manualmente, los cuales serán tratados de manera confidencial y utilizados únicamente para desarrollar los objetivos de la investigación.
- Consulta de Documentos:** Deseamos consultar documentos pertinentes, como archivos txt, análisis de redes en PowerFactory, redes GIS que puedan contribuir a nuestro análisis.
- Entrevistas a funcionarios:** Solicitamos la posibilidad de realizar entrevistas con funcionarios de su organización que tengan conocimiento sobre la forma en que realizan el modelado en PowerFactory e instrumentos de registro de esta activada y que conlleva.
- Toma de Fotos y/o Videos:** Si es relevante para la investigación, solicitamos la autorización para tomar fotografías y/o videos de las instalaciones o procesos específicos relacionados con nuestro estudio.

Es importante destacar que esta investigación se realizará con estricto respeto a los protocolos éticos y legales aplicables. Todos los datos serán tratados de manera anónima y confidencial, y no se divulgará ninguna información que pueda identificar a individuos o a su organización sin su consentimiento expreso.

Además, estamos dispuestos a proporcionar toda la información que requiera sobre los objetivos, metodología y beneficios de nuestra investigación. Asimismo, nos comprometemos a seguir cualquier protocolo o procedimiento que su organización considere necesario.

Agradecemos de antemano su atención y colaboración en este proceso. Su contribución será fundamental para el éxito de nuestra investigación. Por favor, no dude en ponerse en

contacto conmigo a través de vaburbanoqu@ucvvirtual.edu.pe o 987539314 si necesita información adicional o para coordinar una reunión para discutir esta solicitud en detalle.

Esperamos contar con su valiosa autorización y colaboración en este proyecto de investigación. Quedamos a su disposición para cualquier consulta o aclaración que requiera.

Nota: Se adjunta los instrumentos de investigación y el cronograma de recolección de datos.

Atentamente,



Vanessa Burbano
7003257912



Miguel Angel Cabrejos Huapaya
P&C Ingenieros Contratistas y Consultores
+51 959 629 674
mcabrejos@pypsac.com

Constancia de ejecución del proyecto de investigación

CONSTANCIA DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

P&C Ingenieros Contratistas y Consultores

Hace constar que el(la) bachiller en Ingeniería de Sistemas, Vanessa Elizabeth Burbano Quintero, ha llevado a cabo exitosamente el proyecto de investigación titulado:

Automatización de interoperabilidad semántica para el modelado del Sistema eléctrico peruano de media tensión en PowerFactory

Este proyecto se desarrolla en las instalaciones de nuestra institución durante la semana del 15/11/2023 y 31/05/2024.

La empresa P&C Ingenieros Contratistas y Consultores reconoce el esfuerzo y dedicación del estudiante en la ejecución de esta investigación, la cual contribuye al avance del conocimiento en el campo de la Ingeniería de Sistemas.

Se expide la presente constancia a solicitud del interesado (a) para los fines que estime conveniente.

Lima, 30/11/2023



ING. MIGUEL A. CABREJOS HUAPAYA
GERENTE GENERAL
P&C INGENIEROS CONTRATISTAS Y
CONSULTORES SAC

Miguel Angel Cabrejos Huapaya
P&C Ingenieros Contratistas y Consultores
+51 959 629 674
mcabrejos@pycsac.com

Anexo 8: Resultado de reporte de similitud de Turnitin

Feedback Studio - Google Chrome
ev.turnitin.com/app/carta/es/?u=1088032488&lang=es&o=2484988144&s=1&ro=103

feedback studio VANESSA ELIZABETH BURBANO QUINTERO Automatización de interoperabilidad semántica para el modelado del Sistema eléctrico peruano de media tensión... /100 1 de 1



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE SISTEMAS

Automatización de interoperabilidad semántica para el modelado del Sistema eléctrico peruano de media tensión en PowerFactory

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero de Sistemas

AUTOR:
Burbano Quintero, Vanessa Elizabeth (orcid.org/0009-0001-3116-6244)

ASESORA:
Mg. Ayala Niquen, Evelyn Elizabeth (orcid.org/0000-0003-2875-283X)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:
Sistema de Información y Comunicaciones

LIMA - PERÚ
2024

Resumen de coincidencias

13 %

Se están viendo fuentes estándar

Ver fuentes en inglés

Coincidencias

1	repositorio.ucv.edu.pe	2 %
2	Entregado a Universidad...	2 %
3	hdl.handle.net	2 %
4	qdoc.tipo	1 %
5	Entregado a Universidad...	<1 %
6	www.risti.xyz	<1 %
7	repositorio.urp.edu.pe	<1 %
8	Entregado a Universidad...	<1 %
9	www.repositorio.usac...	<1 %
10	www.coursehero.com	<1 %
11	doi.org	<1 %

Página: 1 de 38 Número de palabras: 11062 Versión solo texto del informe | Alta resolución **Activado** 09:15 15/10/2024

Anexo 9: Análisis complementarios

Tabla 13: Resultado Pre-Test Tiempo de Dibujo (TD)

Item	Sistema Eléctrico	Alimentador	Cantidad SED	Fecha Hora Inicio	Fecha Hora Fin	TD = FHF - FHI (horas)
				(FHI)	(FHF)	
1	SET Pucallpa 14	C1	62	1/06/2022 18:07	2/06/2022 03:36	9.494444444
2		C2	48	2/06/2022 08:00	2/06/2022 15:17	7.283333333
3		C3	43	3/06/2022 08:00	3/06/2022 13:38	5.644444444
4		C4	41	6/06/2022 08:00	6/06/2022 13:30	5.511111111
5		C6	19	6/06/2022 08:00	6/06/2022 10:59	9.988888889
6		C7	74	7/06/2022 08:00	7/06/2022 21:07	13.127777778
7		C8	17	8/06/2022 08:00	8/06/2022 10:13	2.230555556
8		C9	58	8/06/2022 08:00	8/06/2022 18:16	10.269444444
9		C10	55	9/06/2022 08:00	9/06/2022 17:08	9.138888889
10		C11	44	10/06/2022 08:00	10/06/2022 14:58	6.975
11		C12	7	10/06/2022 08:00	10/06/2022 08:58	0.975
12		C13	1	13/06/2022 08:00	13/06/2022 09:07	1.122222222
13		C14	29	13/06/2022 08:00	13/06/2022 13:04	5.072222222
14		SET Parque Industrial	D1	61	14/06/2022 08:00	14/06/2022 19:31
15	D2		75	15/06/2022 08:00	15/06/2022 20:55	12.930555556
16	D3		22	16/06/2022 08:00	16/06/2022 11:11	3.188888889
17	D4		15	16/06/2022 08:00	16/06/2022 11:25	3.430555556
18	D5		131	17/06/2022 08:00	18/06/2022 12:26	28.416666667
19	D6		58	20/06/2022 08:00	20/06/2022 21:11	13.188888889
20	D7		30	21/06/2022 08:00	21/06/2022 17:28	9.475
21	D8		272	22/06/2022 08:00	23/06/2022 13:49	29.816666667
22	SET Yarinacocha	N2	85	24/06/2022 08:00	24/06/2022 22:51	14.861111111
23		N6	69	27/06/2022 08:00	27/06/2022 19:28	11.469444444
24		N5	44	28/06/2022 08:00	28/06/2022 16:26	8.447222222
25		SET Atalaya	H1	48	29/06/2022 08:00	29/06/2022 17:09
26	SET Aguaytia	A1	186	30/06/2022 08:00	1/07/2022 11:00	27.002777778

Fuente: Elaboración propia

Tabla 14: Resultado Pre-Test Tiempo de Asignación de Librería (TAL)

Item	Sistema Eléctrico	Alimentador	Fecha Hora Inicio (FHI)	Fecha Hora Fin (FHF)	TAL = FHF - FHI (Horas)
1	SET Pucallpa 14 min	C1	2/06/2022 08:00	2/06/2022 10:36	2.611111111
2		C2	3/06/2022 08:00	3/06/2022 09:17	1.283333333
3		C3	4/06/2022 08:00	4/06/2022 10:38	2.644444444
4		C4	5/06/2022 08:00	5/06/2022 11:00	3.005555556
5		C6	6/06/2022 08:00	6/06/2022 09:22	1.366666667
6		C7	7/06/2022 08:00	7/06/2022 10:43	2.727777778
7		C8	8/06/2022 08:00	8/06/2022 11:08	3.144444444
8		C9	9/06/2022 08:00	9/06/2022 10:00	2.011111111
9		C10	10/06/2022 08:00	10/06/2022 11:38	3.644444444
10		C11	11/06/2022 08:00	11/06/2022 13:38	5.644444444
11		C12	12/06/2022 08:00	12/06/2022 10:30	2.511666667
12		C13	13/06/2022 08:00	13/06/2022 09:23	1.394444444
13		C14	14/06/2022 08:00	14/06/2022 10:38	2.644444444
14		SET Parque Industrial	D1	15/06/2022 08:00	15/06/2022 09:08
15	D2		16/06/2022 08:00	16/06/2022 10:38	2.644444444
16	D3		17/06/2022 08:00	17/06/2022 12:38	4.644444444
17	D4		18/06/2022 08:00	18/06/2022 11:31	3.527777778
18	D5		19/06/2022 08:00	19/06/2022 10:34	2.577777778
19	D6		20/06/2022 08:00	20/06/2022 09:33	1.561111111
20	D7		21/06/2022 08:00	21/06/2022 10:31	2.527777778
21	D8		22/06/2022 08:00	22/06/2022 11:31	3.527777778
22	SET Yarinacocha	N2	23/06/2022 08:00	23/06/2022 12:21	4.361111111
23		N6	24/06/2022 08:00	24/06/2022 10:32	2.544444444
24		N5	25/06/2022 08:00	25/06/2022 11:34	3.577777778
25	SET Agua Atalaya	H1	26/06/2022 08:00	26/06/2022 10:33	2.561111111
26	SET Agua Atalaya	A1	27/06/2022 08:00	27/06/2022 09:28	1.477777778

Fuente: Elaboración propia

Tabla 15: Resultado Pre-Test de Errores en el Modelado (EM)

Item	Sistema Eléctrico	Alimentador	Errores en la asignación de librerías (EAL)	Errores en la creación de conectividad (EC)	EM = EAL - EC
1	SET Pucallpa 14 min	C1	0	0	0
2		C2	0	0	0
3		C3	1	0	1
4		C4	0	0	0
5		C6	0	0	0
6		C7	0	0	0
7		C8	0	0	0
8		C9	2	0	2
9		C10	0	1	1
10		C11	0	0	0
11		C12	0	0	0
12		C13	0	0	0
13		C14	1	0	1
14		SET Parque Industrial	D1	0	0
15	D2		0	0	0
16	D3		0	0	0
17	D4		0	0	0
18	D5		0	0	0
19	D6		0	0	0
20	D7		3	4	7
21	D8		0	0	0
22	SET Yarinacocha	N2	0	0	0
23		N6	5	7	12
24		N5	0	0	0
25	SET Atalaya	H1	0	1	1
26	SET Aguyaita	A1	1	0	1

Fuente: Elaboración propia

Tabla 16: Resumen de los resultados Pre-Test

Item	Sistema Eléctrico	Alimentador	Tiempo de Dibujo (Horas)	Tiempo de Asig. De Librería (Horas)	Errores en el Modelado Cantidad
1	SET Pucallpa 14 min	C1	9.494444444	2.611111111	0
2		C2	7.283333333	1.283333333	0
3		C3	5.644444444	2.644444444	1
4		C4	5.511111111	3.005555556	0
5		C6	9.988888889	1.366666667	0
6		C7	13.127777778	2.727777778	0
7		C8	2.230555556	3.144444444	0
8		C9	10.26944444	2.011111111	2
9		C10	9.138888889	3.644444444	1
10		C11	6.975	5.644444444	0
11		C12	0.975	2.51E+00	0
12		C13	1.122222222	1.394444444	0
13		C14	5.072222222	2.644444444	1
14		SET Parque Industrial	D1	11.525	1.144444444
15	D2		12.93055556	2.644444444	0
16	D3		3.188888889	4.644444444	0
17	D4		3.430555556	3.527777778	0
18	D5		28.41666667	2.577777778	0
19	D6		13.18888889	1.561111111	0
20	D7		9.475	2.527777778	7
21	D8		29.81666667	3.527777778	0
22	SET Yarinacocha	N2	14.86111111	4.361111111	0
23		N6	11.46944444	2.544444444	12
24		N5	8.447222222	3.577777778	0
25	SET Agua Atalaya	H1	9.155555556	2.561111111	1
26	SET Agua Ytía	A1	27.00277778	1.477777778	1

Fuente: Elaboración propia

Tabla 17: Resumen de los resultados Post-Test

Item	Sistema Eléctrico	Alimentador	Tiempo de Dibujo (Horas)	Tiempo de Asig. De Librería (Horas)	Errores Librería
1	SET Pucallpa	C1	0.00563084	0.000625915	0
2		C2	0.005422506	0.00050786	0
3		C3	0.005121673	0.00044536	0
4		C4	0.004892506	0.000320915	0
5		C6	0.004629173	0.000215082	0
6		C7	0.004912784	0.000733693	0
7		C8	0.00403084	0.000153415	0
8		C9	0.008767506	0.00000000	0
9		C10	0.00859084	0.00053286	0
10		C11	0.007304173	0.00040036	0
11		C12	0.007005284	9.92487E-05	0
12		C13	0.00694084	0.000125915	0
13		C14	0.008103895	0.000303693	0
14		SET Parque Industria	D1	0.008276117	0.00068786
15	D2		0.008176951	0.000755915	0
16	D3		0.007665006	0.000193415	0
17	D4		0.007500284	0.000176193	0
18	D5		0.007983895	0.000857582	0
19	D6		0.004181395	0.000413971	0
20	D7		0.007359173	0.000260638	2
21	D8		0.010025562	0.004826471	0
22	SET SET Yarinacocha	N2	0.008788895	0.000830082	0
23		N6	0.008298617	0.000490915	2
24		N5	0.00851084	0.000550638	0
25	SET Atalaya	H1	0.00000000	0.00000000	0
26	SET Aguayfía	A1	0.004669173	0.000624249	0

Fuente: Elaboración propia

Tabla 18: Datos comparativa Pre-Test y Post-Test para análisis SPSS

Ítem	Alimentador	Tempo de Dibujo		Tempo de librería		Errores en el modelado	
		Pre	Post	Pre	Post	Pre	Post
1	C1	9.4944444	0.0056308	2.6111111	0.0006259	0	0
2	C2	7.2833333	0.0054225	1.2833333	0.0005079	0	0
3	C3	5.6444444	0.0051217	2.6444444	0.0004454	1	0
4	C4	5.5111111	0.0048925	3.0055556	0.0003209	0	0
5	C6	9.9888889	0.0046292	1.3666667	0.0002151	0	0
6	C7	13.127778	0.0049128	2.7277778	0.0007337	0	0
7	C8	2.2305556	0.0040308	3.1444444	0.0001534	0	0
8	C9	10.269444	0.0087675	2.0111111	0	2	0
9	C10	9.1388889	0.0085908	3.6444444	0.0005329	1	0
10	C11	6.975	0.0073042	5.6444444	0.0004004	0	0
11	C12	0.975	0.0070053	2.5116667	0.0000992	0	0
12	C13	1.1222222	0.0069408	1.3944444	0.0001259	0	0
13	C14	5.0722222	0.0081039	2.6444444	0.0003037	1	0
14	D1	11.525	0.0082761	1.1444444	0.0006879	0	0
15	D2	12.930556	0.008177	2.6444444	0.0007559	0	0
16	D3	3.1888889	0.007665	4.6444444	0.0001934	0	0
17	D4	3.4305556	0.0075003	3.5277778	0.0001762	0	0
18	D5	28.416667	0.0079839	2.5777778	0.0008576	0	0
19	D6	13.188889	0.0041814	1.5611111	0.000414	0	0
20	D7	9.475	0.0073592	2.5277778	0.0002606	7	2
21	D8	29.816667	0.0100256	3.5277778	0.0048265	0	0
22	N2	14.861111	0.0087889	4.3611111	0.0008301	0	0
23	N6	11.469444	0.0082986	2.5444444	0.0004909	12	2
24	N5	8.4472222	0.0085108	3.5777778	0.0005506	0	0
25	H1	9.1555556	0	2.5611111	0	1	0
26	A1	27.002778	0.0046692	1.4777778	0.0006242	1	0

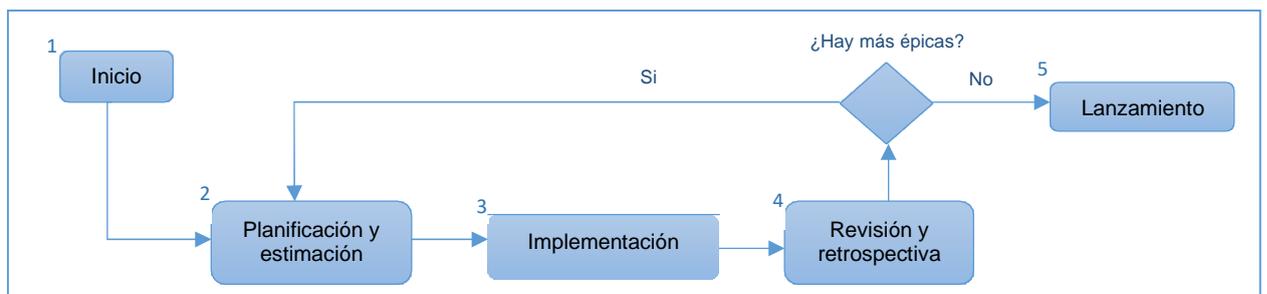
Fuente: Elaboración propia

Anexo 10: Desarrollo de la solución

Metodología de Implementación Scrum

Para la implementación de la automatización de interoperabilidad semántica para el modelado del Sistema eléctrico peruano de media tensión en PowerFactory, se empleó la metodología de desarrollo Scrum, ya que este marco de trabajo Ágil permite dar entregables de valor en cortos periodos de tiempo a través de tres fundamentos: transparencia, adaptación e inspección. Según la guía de Scrum, las épicas son descompuestas en historias de usuario dentro de un sprint. Estas historias de usuario transitarán a través de cinco fases: Inicio, Planificación y Estimación, Implementación, Revisión y Retrospectiva, y Lanzamiento, como se muestra en la Figura 4 (Pardo et al. 2022).

Figura 4: Fases de Scrum



En la **fase de Inicio** de Scrum, se establece la visión del proyecto, definiendo su propósito, objetivos y criterios de éxito. Se crea el backlog del producto, una lista priorizada de las épicas e historias de usuarios (SCRUMstudy 2022). Por lo tanto, teniendo la visión clara del proyecto se determinó cinco épicas para el desarrollo del modelado de la red de media tensión en PowerFactory. El tiempo de ejecución de las épicas se conceptualiza en un plazo de 12 semanas como se especifica en la Tabla 19.

Tabla 19: Épicas definidas en el proyecto (Scrum)

N° Sprint	Duración	Épicas o Entregables del Sprint
1	2 semanas	Implementar un servicio que facilite la importación de información de elementos eléctricos y geométricos en formato VNR en una base de datos no relacional.

2	2 semanas	Implementar un servicio que facilite la traducción del dibujo de la red desde formato VNR almacenado al formato DGS.
3	2 semanas	
4	2 semanas	Implementar un servicio que facilite la asignación de librerías desde formato VNR al formato DGS.
5	2 semanas	Implementar un servicio que facilite la exportación del formato DGS e importación a PowerFactory.
6	2 semanas	Pruebas y Recolección de indicadores

Fuente: Elaboración propia

Por consiguiente, en la **fase de Inicio de Scrum**, priorizamos el **Product Backlog**. La Tabla 20 proporciona una lista de prioridades que detalla nueve necesidades que deben ser abordadas por las épicas o entregables. Al establecer estas prioridades, se busca optimizar la planificación y ejecución del proyecto, asegurando que las funcionalidades más críticas y fundamentales sean desarrolladas primero. Esto permite al equipo enfocar sus esfuerzos en entregar el máximo valor al usuario final desde las primeras etapas del proyecto.

Tabla 20: Lista de prioridades (Scrum)

N°	Épicas o Entregables	Lista de prioridades
1	Implementar un servicio que facilite la importación de información de elementos eléctricos y geométricos en formato VNR en una base de datos no relacional.	Importar datos de elementos eléctricos y geométricos desde archivos VNR.
2		Modelado y creación de Base de Datos No Relacional para almacenar la información VNR.
3		Almacenar en la base de datos el Mapping semántico de componentes eléctricos DGS a partir del formato VNR de Osinergmin.
4		Almacenar en la base de datos la representación de gráfica de la red DGS, por alimentador, a partir del formato VNR de Osinergmin.
5		Almacenar en la base de datos la conectividad eléctrica DGS construida a partir del formato VNR de Osinergmin.

6		Modelado y creación de Base de Datos No Relacional para almacenar la información DGS.
7	Implementar un servicio que facilite la asignación de librerías desde formato VNR al formato DGS.	Asignar las librerías a los objetos ElmLne y ElmTr2.
8	Implementar un servicio que facilite la exportación del formato DGS e importación a PowerFactory.	Exportar la red eléctrica de media tensión en archivo plano con extensión DGS.
9	Pruebas y Recolección de indicadores.	Crear reporte clasificados por alimentadores de los siguientes indicadores: Tiempo de dibujo y Tiempo de Asignación de librería.

Fuente: Elaboración propia

La fase **de Planificación y Estimación** en Scrum se centra en organizar y preparar el trabajo que se realizará en los sprints. Durante esta fase, el equipo Scrum realiza la planificación del sprint, seleccionando los ítems del backlog del producto que se abordarán en el próximo sprint y estableciendo un objetivo claro. Además, se estiman las tareas necesarias para completar cada ítem seleccionado. Esta fase asegura que el equipo tenga una comprensión compartida de las tareas, sus prioridades y el esfuerzo requerido (SCRUMstudy 2022). Por lo tanto, la Tabla 21 proporciona una lista de requerimientos priorizada en: Alta, media y baja. Con el fin de determinar el esfuerzo, se empleó la técnica de estimación por puntos. La cual es una estrategia en la que los equipos asignan puntos de historia a las historias de usuario de acuerdo con la complejidad y el esfuerzo relativo. En tal sentido, para cuantificar la complejidad relativa y el esfuerzo para completar cada tarea, se procedió a asignar valores como: 1 Historia de usuario muy sencilla, 2 Historia de usuario relativamente simple, 3 Historia de usuario de complejidad moderada, 4 Historia de usuario compleja y 5 Historia de usuario altamente compleja. Finalmente, las historias de usuarios fueron categorizados por sprint.

Tabla 21: Estimación de los requerimientos (Scrum)

Sprint	N°	Historia de Usuario	Prioridad	Esfuerzo
Sprint 1	HU1	Importar datos de elementos eléctricos y geométricos desde archivos VNR.	Alta	4

	HU2	Modelado y creación de Base de Datos No Relacional para almacenar la información VNR.	Alta	2
Sprint 2	HU3	Modelado y creación de Base de Datos No Relacional para almacenar la información DGS.	Alta	3
	HU4	Almacenar en la base de datos del Mapping semántico de componentes eléctricos DGS a partir del formato VNR de Osinergmin.	Alta	3
Sprint 3	HU5	Almacenar en la base de datos la representación de gráfica de la red DGS, por alimentador, a partir del formato VNR de Osinergmin.	Media	5
	HU6	Almacenar en la base de datos la conectividad eléctrica DGS construida a partir del formato VNR de Osinergmin.	Alta	5
Sprint 4	HU7	Asignar las librerías a los objetos ElmLne y ElmTr2.	Media	2
Sprint 5	HU8	Exportar la red eléctrica de media tensión en archivo plano con extensión DGS.	Media	3
Sprint 6	HU9	Crear reporte clasificados por alimentadores de los siguientes indicadores: Tiempo de dibujo y Tiempo de Asignación de librería.	Baja	5

Fuente: Elaboración propia

Otra parte importante en la fase **de Planificación y Estimación** es la creación de historia de Usuario. El enfoque principal determina que los requisitos se ejecuten de acuerdo con el plan y el cronograma establecidos. Se llevó a cabo un análisis exhaustivo de los requisitos que se encuentran en el Product Backlog. Este análisis se realiza a través de reuniones colaborativas, donde se pueden discutir, clarificar y entender completamente los requisitos antes de iniciar la implementación.

Tabla 22: Descripción y estimación de las historias de usuarios (Scrum)

Historia de usuario: H01		
Nombre: Importar datos de elementos eléctricos y geométricos desde archivos VNR.		
Esfuerzo: 4	N° de Sprint Asignado: 01	Prioridad: Alta

Descripción: Como usuario, **quiero** poder elegir desde la interfaz del sistema un directorio que contenga los siguientes archivos: central_generacion.txt, centro_transformacion.txt, empresa.txt, equipo_mt.txt, nodo_enlace.txt, salida_mt.txt, subestacion.txt, tramo_mt.txt y tramo_mt_vertices.txt, **para** que se importen de forma automática los datos actualizados de la red eléctrica en formato VNR.

Criterio de aceptación: Evaluar el cumplimiento del requerimiento en base a las siguientes expectativas del usuario:

- El usuario puede seleccionar un directorio desde la interfaz del sistema.
- El usuario debe poder iniciar la importación desde la interfaz del sistema.
- El sistema de realizar la importación automática.
- El sistema notifica al usuario en caso de errores.
- El sistema notifica al usuario en caso de finalizar exitosamente.

Historia de usuario: H02

Nombre: Modelado y creación de Base de Datos No Relacional para almacenar la información VNR.

Esfuerzo: 2

N° de Sprint Asignado: 01

Prioridad: Alta

Como desarrollador, **quiero** modelar y crear una base de datos no relacional, **para** almacenar de manera eficiente y estructurada los datos VNR importados.

Criterio de aceptación: Evaluar el cumplimiento del requerimiento en base a las siguientes expectativas:

- Selección de la Base de Datos NoSQL
- Diseño del Esquema de la Base de Datos
- Implementación del Esquema
- Desarrollo de Scripts de Importación
- Pruebas y Validación
- Documentación
- Despliegue de la Base de Datos

Historia de usuario: H03

Nombre: Modelado y creación de Base de Datos No Relacional para almacenar la información DGS.

Esfuerzo: 3

N° de Sprint Asignado: 02

Prioridad: Alta

Como desarrollador, **quiero** modelar y crear una base de datos no relacional, **para** almacenar de manera eficiente y estructurada los datos DGS traducidos.

Criterio de aceptación: Evaluar el cumplimiento del requerimiento en base a las siguientes expectativas:

- Selección de la Base de Datos NoSQL
- Diseño del Esquema de la Base de Datos
- Implementación del Esquema
- Desarrollo de Scripts de Importación
- Pruebas y Validación
- Documentación
- Despliegue de la Base de Datos

Historia de usuario: H04

Nombre: Almacenar en la base de datos el Mapping semántico de componentes eléctricos DGS a partir del formato VNR de Osinergmin.

Esfuerzo: 3

N° de Sprint Asignado: 02

Prioridad: Alta

Como usuario, **quiero** que se produzca una conversión semántica de los componentes eléctricos almacenados en formato VNR a formato DGS de forma automatizada, **para** que estos sean categorizados por sistema eléctrico y almacenados de manera estructurada en la base de datos.

Criterio de aceptación: Evaluar el cumplimiento del requerimiento en base a las siguientes expectativas del usuario:

- El usuario debe poder iniciar la traducción DGS desde la interfaz del sistema.
- El sistema de realizar la traducción semántica automática entre los elementos VNR y DGS.
- El sistema almacena en la base de datos la información traducida.
- El sistema notifica al usuario en caso de errores.
- El sistema notifica al usuario en caso de finalizar exitosamente.

Historia de usuario: H05

Nombre: Almacenar en la base de datos la representación de gráfica de la red DGS, por alimentador, a partir del formato VNR de Osinergmin.

Esfuerzo: 5

N° de Sprint Asignado: 03

Prioridad: Media

Como usuario, **quiero** que se generen diagramas DGS de forma automatizada a partir de las coordenadas del formato VNR, **para** categorizarlos por alimentador y almacenarlos en la base de datos de manera estructurada.

Criterio de aceptación: Evaluar el cumplimiento del requerimiento en base a las siguientes expectativas del usuario:

- El usuario debe poder iniciar la traducción DGS desde la interfaz del sistema.

<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> El sistema de realizar la traducción semántica automática de coordenadas UTM a Coordenadas computacionales. <input type="checkbox"/> El sistema debe crear grillas graficas DGS de elementos agrupados por alimentador. <input type="checkbox"/> El sistema almacena en la base de datos la información traducida. <input type="checkbox"/> El sistema notifica al usuario en caso de errores. <input type="checkbox"/> El sistema notifica al usuario en caso de finalizar exitosamente. 		
Historia de usuario: H06		
Nombre: Almacenar en la base de datos la conectividad eléctrica DGS construida a partir del formato VNR de Osinergmin.		
Esfuerzo: 5	N° de Sprint Asignado: 03	Prioridad: Alta
Como usuario, quiero que se genere la conectividad de los elementos eléctricos DGS de forma automatizada, para facilitar la visualización, análisis de las relaciones y configuraciones entre estos elementos.		
Criterio de aceptación: Evaluar el cumplimiento del requerimiento en base a las siguientes expectativas del usuario:		
<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> El usuario debe poder iniciar la traducción DGS desde la interfaz del sistema. <input type="checkbox"/> El sistema de realizar la traducción semántica automática de la conectividad eléctrica DGS. <input type="checkbox"/> Los elementos dentro de las grillas gráficas se deben visualiza conectados en el software Powerfactory. <input type="checkbox"/> El sistema almacena en la base de datos la información traducida. <input type="checkbox"/> El sistema notifica al usuario en caso de errores. <input type="checkbox"/> El sistema notifica al usuario en caso de finalizar exitosamente. 		
Historia de usuario: H07		
Nombre: Asignar las librerías a los objetos ElmLne y ElmTr2.		
Esfuerzo: 3	N° de Sprint Asignado: 04	Prioridad: Media
Como usuario, quiero asignar las librerías (parámetros técnicos) a los objetos DGS ElmLne y ElmTr2, para personalizar y definir las características técnicas específicas de estos elementos eléctricos en el sistema.		
Criterio de aceptación: Evaluar el cumplimiento del requerimiento en base a las siguientes expectativas del usuario:		
<ul style="list-style-type: none"> • El usuario debe poder iniciar la asignación de librerías desde la interfaz del sistema. • El sistema de generar los parámetros eléctricos para los elementos ElmLne y ElmTr2. 		

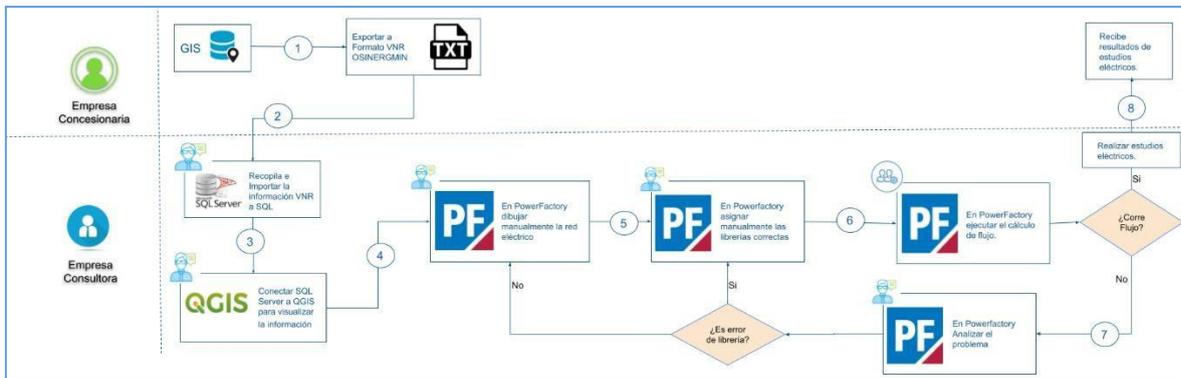
<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> El sistema de asignar las librerías creadas a los elementos ElmLne y ElmTr2. <input type="checkbox"/> El sistema almacenar y actualizar en la base de datos. <input type="checkbox"/> El sistema notifica al usuario en caso de errores. <input type="checkbox"/> El sistema notifica al usuario en caso de finalizar exitosamente. 		
Historia de usuario: H08		
Nombre: Exportar la red eléctrica de media tensión en archivo plano con extensión DGS.		
Esfuerzo: 3	N° de Sprint Asignado: 05	Prioridad: Media
<p>Como usuario, quiero exportar un archivo plano DGS con la información de la red eléctrica clasificada por alimentador, para obtener una representación estructurada y detallada de la distribución eléctrica por áreas específicas en el Software PowerFactory.</p>		
<p>Criterio de aceptación: Evaluar el cumplimiento del requerimiento en base a las siguientes expectativas del usuario:</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> El usuario debe poder iniciar la exportación desde la interfaz del sistema. <input type="checkbox"/> Exportar elementos eléctricos, librerías, conectividad y grillas gráficas en archivo plano con extensión “.dgs”. <input type="checkbox"/> El sistema notifica al usuario en caso de errores. <input type="checkbox"/> El sistema notifica al usuario en caso de finalizar exitosamente. <input type="checkbox"/> Que se pueda importar y visualizar los elementos en el software PowerFactory. 		
Historia de usuario: H09		
Nombre: Crear reporte clasificados por alimentadores de los siguientes indicadores: Tiempo de dibujo y Tiempo de Asignación de librería.		
Esfuerzo: 5	N° de Sprint Asignado: 06	Prioridad: Baja
<p>Como tesista, quiero que el sistema guarde por alimentador los siguientes indicadores: Tiempo de dibujo y Tiempo de asignación de librería, para analizar realizar los resultados de esta investigación, hacer discusiones y llegar a conclusiones.</p>		
<p>Criterio de aceptación: Evaluar el cumplimiento del requerimiento en base a las siguientes expectativas del usuario:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Guardar en la base de datos los indicadores. • Obtener la información a través de un consumo en postman. 		

Fuente: Elaboración propia

Arquitectura de negocio

A continuación, se presenta el diagrama AS-IS con el fin de ilustrar el estado actual del proceso de modelado del sistema eléctrico de media tensión en PowerFactory.

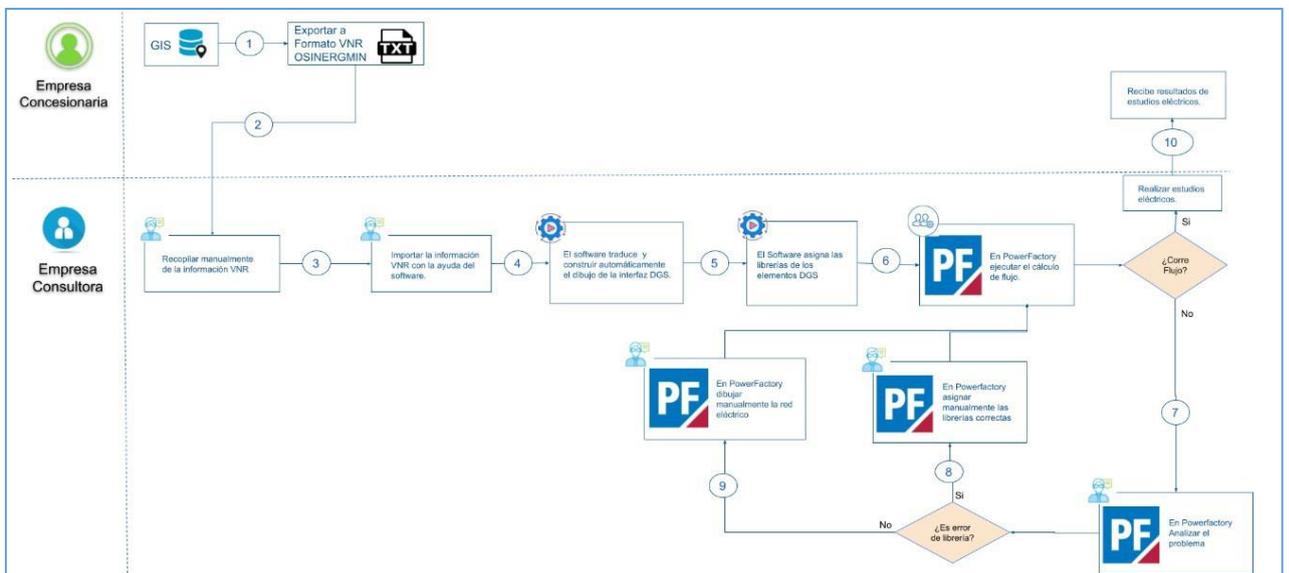
Figura 5: Diagrama AS-IS



Fuente: Elaboración propia

A continuación, se presenta el diagrama TO-BE con el fin de ilustrar el estado futuro deseado del proceso de modelado del sistema eléctrico de media tensión en PowerFactory.

Figura 6: Diagrama TO-BE



Fuente: Elaboración propia

En la siguiente tabla se muestra la comparación de AS-IS y TO-BE.

Tabla 23: Tabla se muestra la comparación de AS-IS y TO-BE

Situación Actual (AS - IS)	Situación Propuesta (TO – BE)
Un analista GIS recibe la información y la procesa para ser visualizada en QGIS.	Reduce la necesidad de que un analista GIS procese la información. La red eléctrica es importada con ayuda del Software implementado a una base de datos para ser procesada posteriormente.
Con la red en QGIS el analista eléctrico comienza a dibujar cada elemento en el software PowerFactory.	Reduce el tiempo de dibujo de la red eléctrica en PowerFactory.
Con la red dibujada en PowerFactory el analista eléctrico comienza a asignar la librería a cada elemento.	Reduce el tiempo de asignación de librería de cada elemento eléctrico.
El analista eléctrico comienza a validar la convergencia y realizar adaptaciones.	Permite que el analista eléctrico se concentre en la validación de la convergencia y realizar adaptaciones.

Fuente: Elaboración propia

Arquitectura de aplicaciones

El siguiente diagrama de contexto del sistema ofrece una representación visual a nivel alto de las interacciones entre la automatización de la interoperabilidad semántica del sistema eléctrico de media tensión y sus entornos externos.

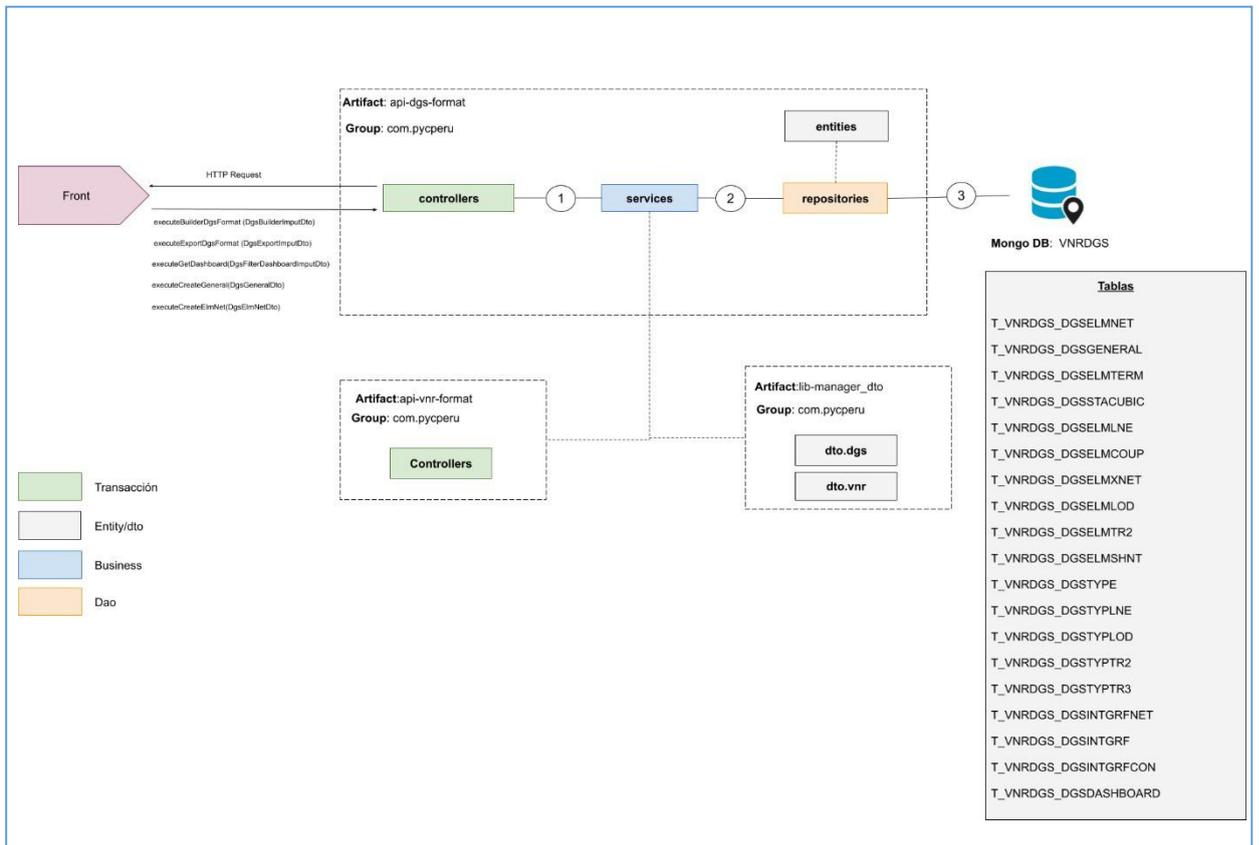
Figura 7: Diagrama de contexto del Sistema



Fuente: Elaboración propia

La siguiente figura muestra el diagrama de componentes del servicio api-dgs-format, el cual se encarga de disponibilizar al frontend, a través de la capa controller, las siguientes funcionalidades: crear el elemento general y la grilla del formato DGS. Además, permite construir el formato DGS y exportar la red del SEP a un archivo plano.

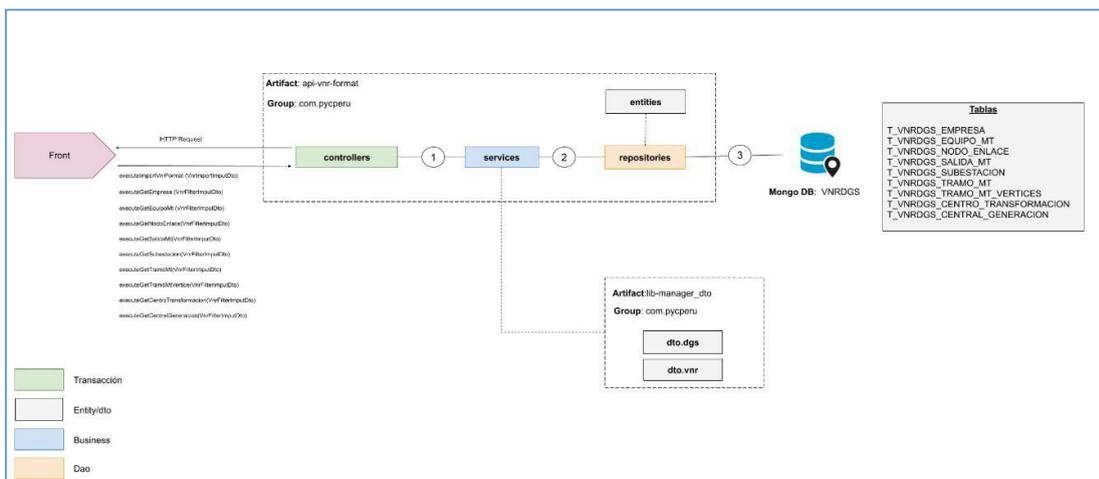
Figura 8: Diagrama de componente del Servicio Importación Formato DGS



Fuente: Elaboración propia

La siguiente figura muestra el diagrama de componentes del servicio api-vnr-format, el cual se encarga de disponibilizar al frontend, a través de la capa controller, la funcionalidad de importar cada uno de los elementos de red en formato VNR.

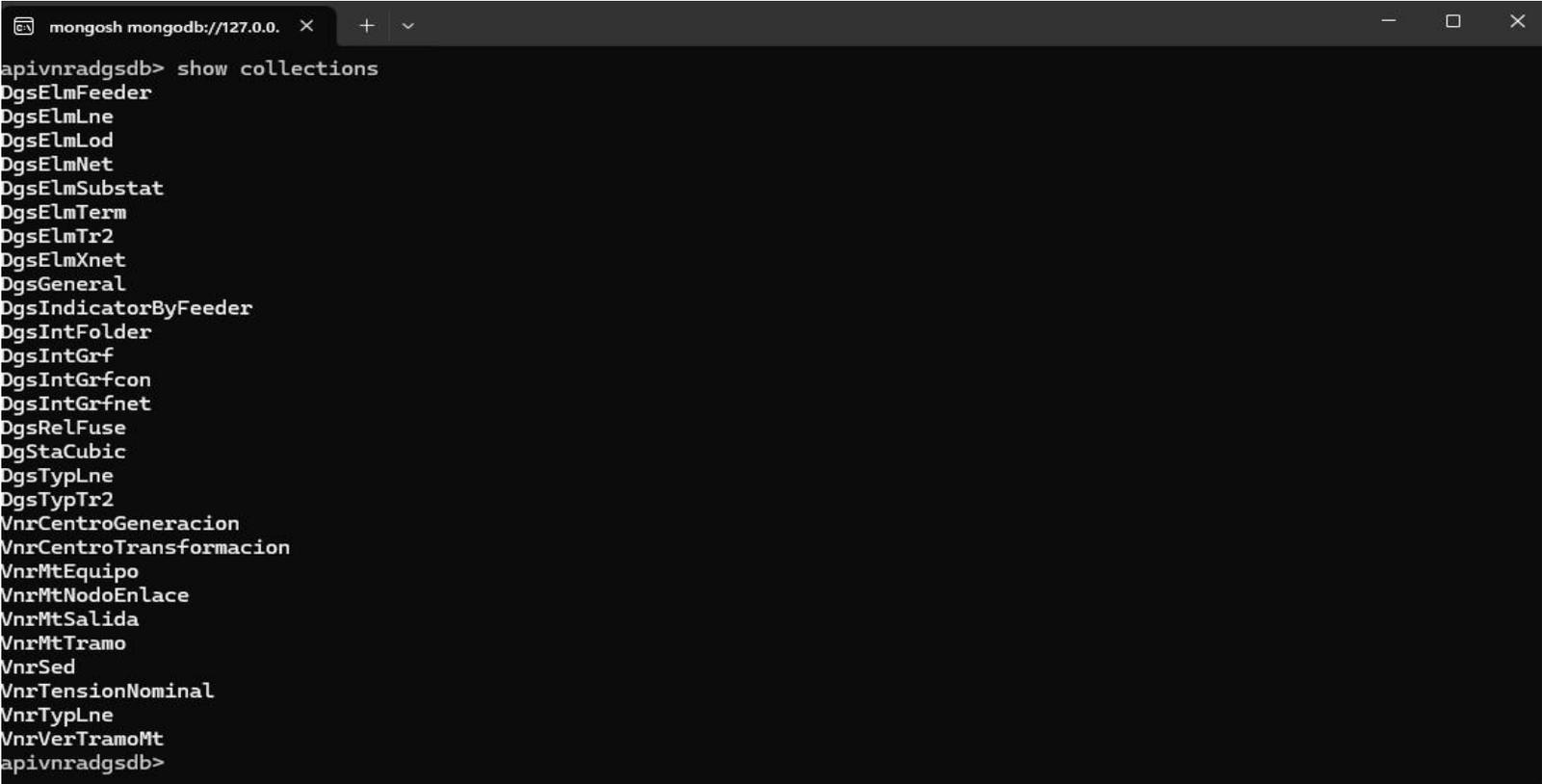
Figura 9: Diagrama de componente del Servicio Formato VNR



Fuente: Elaboración propia

Modelo de Datos

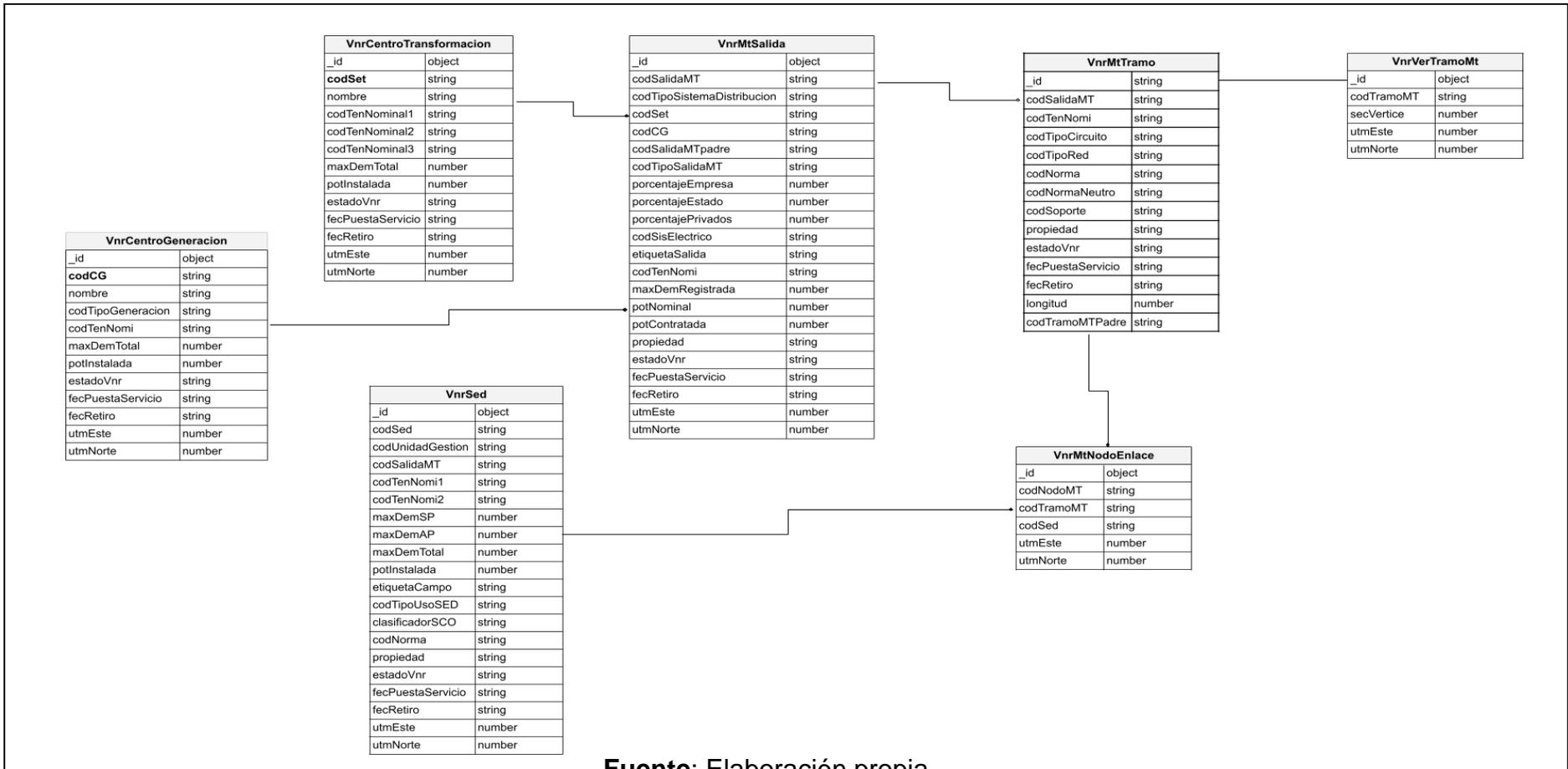
Elementos generadores en mongoDB



```
mongosh mongod://127.0.0.0. x + v
apivnradgsdb> show collections
DgsElmFeeder
DgsElmLne
DgsElmLod
DgsElmNet
DgsElmSubstat
DgsElmTerm
DgsElmTr2
DgsElmXnet
DgsGeneral
DgsIndicatorByFeeder
DgsIntFolder
DgsIntGrf
DgsIntGrfcon
DgsIntGrfnet
DgsRelFuse
DgStaCubic
DgsTypLne
DgsTypTr2
VnrCentroGeneracion
VnrCentroTransformacion
VnrMtEquipo
VnrMtNodoEnlace
VnrMtSalida
VnrMtTramo
VnrSed
VnrTensionNominal
VnrTypLne
VnrVerTramoMt
apivnradgsdb>
```

Fuente: Elaboración propia

Figura 10: Modelo de datos VNR



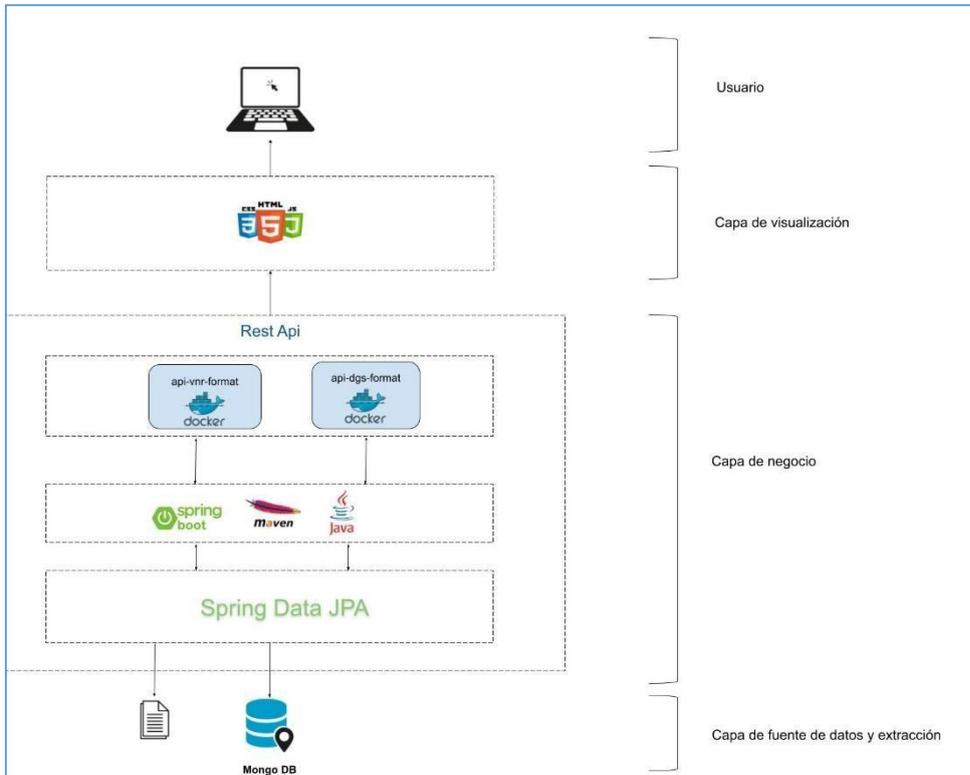
Fuente: Elaboración propia

Figura 11: Modelo de datos DGS

Arquitectura tecnológica de solución

Á continuación se expone el diagrama de tecnologías del sistema.

Figura 12: Diagrama de tecnología de la aplicación



Fuente: Elaboración propia

La automatización de interoperabilidad semántica para el modelado del Sistema eléctrico peruano de media tensión en PowerFactory implica tanto Hardware como Software.

Hardware

Computadoras: Para el personal que interactuará con la automatización.

Servidor: Servidor local dockerizado con capacidad de procesamiento suficiente para manejar las consultas de la aplicación web.

Almacenamiento: Servidor dockerizado con una capacidad de espacio de almacenamiento adecuado para la base de datos.

Red: Una red eficiente para garantizar la comunicación fluida entre los componentes del sistema.

Software

Gestor de base de datos: Mongo DB, para alojar la base de datos.

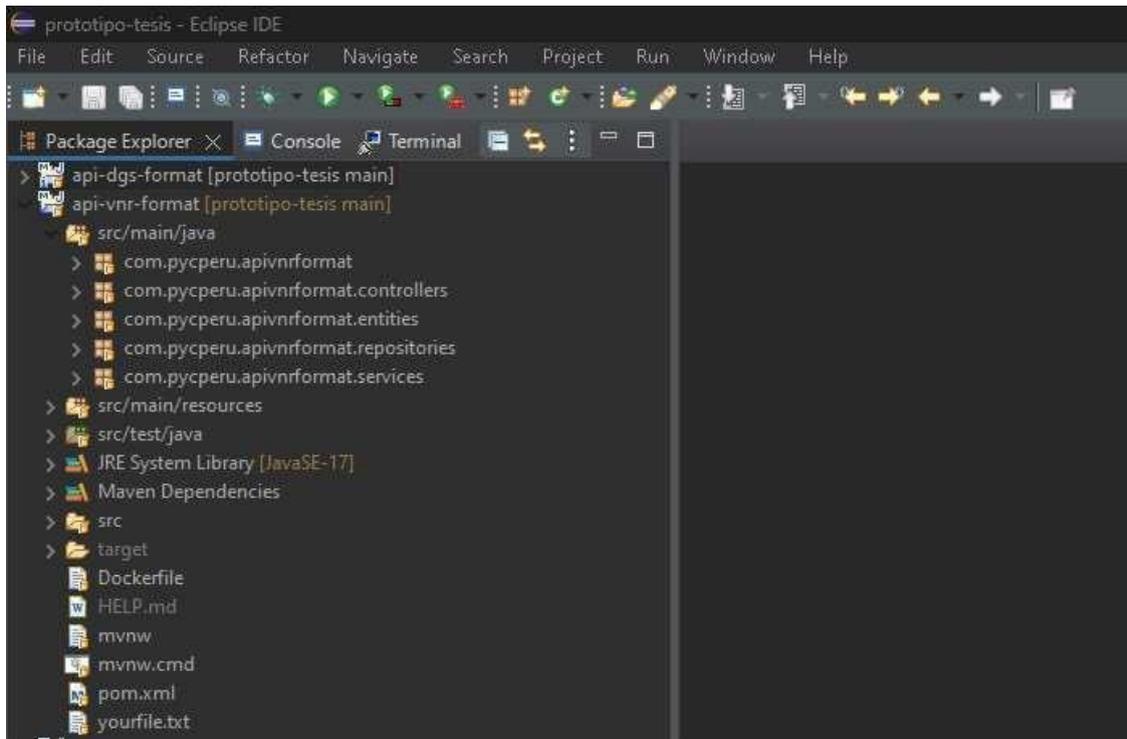
Herramienta de desarrollo: Vue.js, Spring boot, java, Maven y Spring Data JPA.

Servidor web: Para implementar y publicar la aplicación web.

Navegadores Web: Google Chrome y Edge Microsoft.

Codificación

IDE Eclipse: Servicio backend api-vnr-format encargado de la gestión del formato VNR OSINERGMIN.



Fuente: Elaboración Propia

IDE Eclipse: Controlador del backend api-vnr-format

```
78 @Autowired
79 VnrLineService vnrLineService;
80
81 private static final Logger logger = LoggerFactory.getLogger(VnrController.class);
82 private static final String ERROR = "Error";
83 private static final String DETAILS = "Details";
84
85 @CrossOrigin(origins = "http://127.0.0.1:5500/")
86 @PostMapping("/importar-txt-vnr")
87 public ResponseEntity<?> executeImportTxtVnr(
88     @RequestBody EntradaDro vnr
89 ) {
90     try {
91         logger.info("[Controlador] Iniciando la importación VNR");
92         List<VnrReportImportDro> reportResults =
93             formatVnrService.importarVnrTxt(vnr.getDirectorio(), vnr.getEmpresa());
94         logger.info("[Controlador] Finalizar la importación VNR con resultado ({})", reportResults);
95         return ResponseEntity.ok(reportResults);
96     } catch (Exception e) {
97         logger.error("[Controlador] Error durante la importación VNR: {}", e.getMessage());
98         return ResponseEntity.status(HttpStatus.INTERNAL_SERVER_ERROR)
99             .body(Map.of(ERROR, "[Controlador] Error durante la importación VNR",
100                 DETAILS, e.getMessage()));
101     }
102 }
103
104 @GetMapping("/equipos-mt")
105 public ResponseEntity<?> executeGetAllEquipoMt() {
106     try {
107         logger.info("[Controlador] Iniciando: Obtener todos los Equipos Mt");
108     }
109 }
```

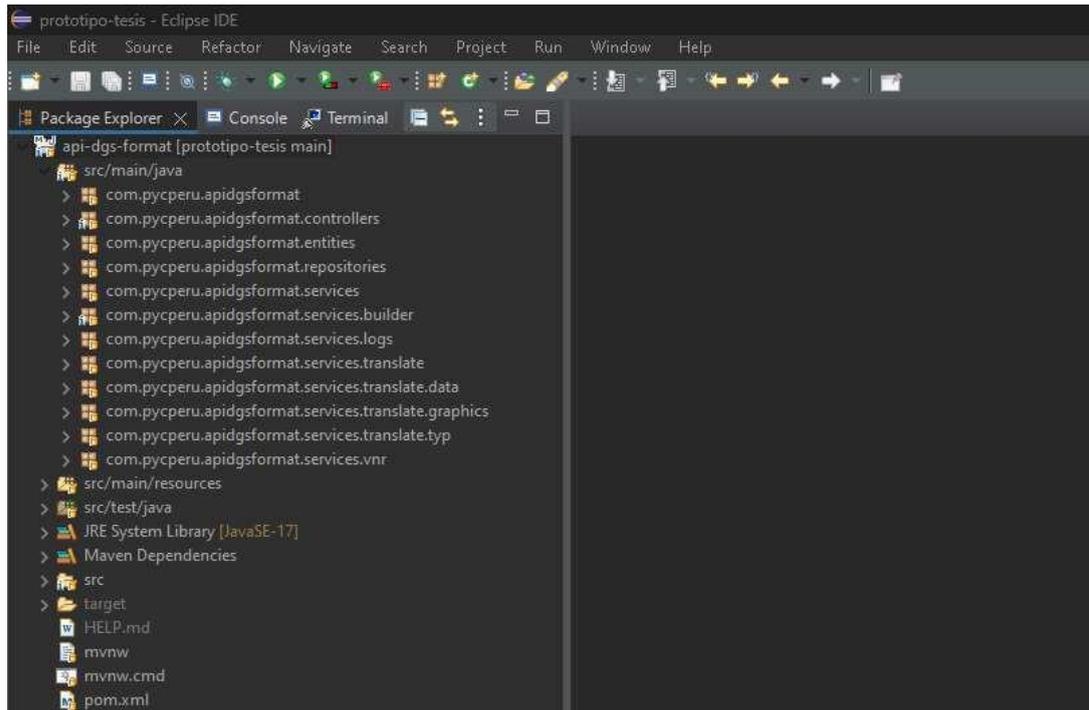
Fuente: Elaboración Propia

IDE Eclipse: Del servicio backend api-vnr-format se muestra el metodo para importar las subestaciones.

```
20 private static final Logger logger = LoggerFactory.getLogger(VnrSedService.class);
21
22 private String fileName;
23
24 public VnrSedService() {}
25
26 @Override
27 public String getFileName() {
28     return this.fileName;
29 }
30
31 @Override
32 public void importVnr(List<String> registros, String empresa, String delimitador) {
33     logger.info("-> Limpiando {} - Registros {}", this.fileName, vnrRepository.count());
34     vnrRepository.deleteAll();
35     List<VnrSedModel> lista = new ArrayList<>();
36     logger.info("Importando {} - Registros {}", this.fileName, registros.size());
37     try {
38         for (String registro : registros) {
39             VnrSedModel vnrModel = this.getEntidad(registro, empresa, delimitador);
40             if (!vnrModel.getEstadoVnr().equals("X") || !vnrModel.getEstadoVnr().equals("Y"))
41                 lista.add(vnrModel);
42         }
43         vnrRepository.insert(lista);
44     } catch (Exception e) {
45         logger.error("Error al cargar {}", this.fileName);
46         logger.error(e.toString());
47     }
48 }
49
50
51
52
```

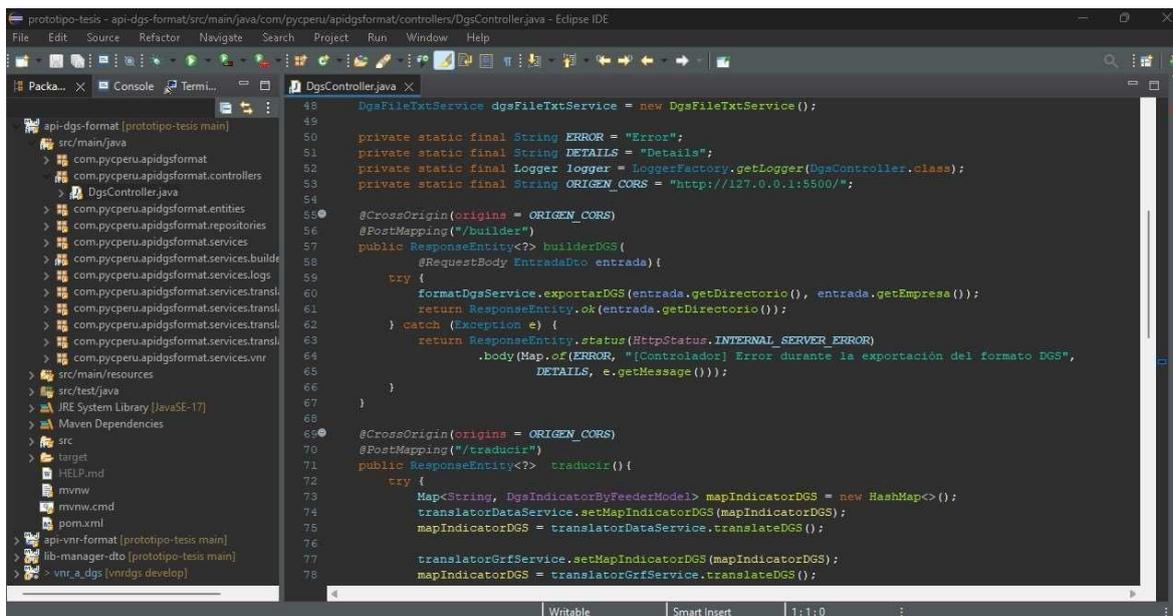
Fuente: Elaboración Propia

IDE Eclipse: Servicio backend api-dgs-format encargado de la gestión del formato DGS PowerFactory.



Fuente: Elaboración Propia

IDE Eclipse: Controlador del backend api-dgs-format



Fuente: Elaboración Propia

IDE Eclipse: Del servicio del backend api-dgs-format se presenta el código que se encarga de exportar el formato DGS.

```

51
52 private static final Logger logger = LoggerFactory.getLogger(FormatDgsExportService.class);
53
54 public String exportarDGS(String directorio, String empresa) throws IOException {
55     logger.info("Iniciar la Exportación DGS");
56     this.dgsFileTxtService.setDirectorio(directorio);
57     this.dgsFileTxtService.setEmpresa(empresa);
58     this.dgsFileTxtService.generarRutaArchivo();
59
60     dgsFileTxtService.fileWriter(this.getInformacionFormato());
61     dgsFileTxtService.writeInFileDgs(dgsGeneral);
62     dgsFileTxtService.writeInFileDgs(dgsElmNet);
63     dgsFileTxtService.writeInFileDgs(dgsIntGrfNet);
64     dgsFileTxtService.writeInFileDgs(dgsElmFeederService);
65
66     // RED
67     dgsFileTxtService.writeInFileDgs(dgsElmLne);
68     dgsFileTxtService.writeInFileDgs(dgsElmSubstat);
69     dgsFileTxtService.writeInFileDgs(dgsElmTerm);
70     dgsFileTxtService.writeInFileDgs(dgsElmLod);
71     dgsFileTxtService.writeInFileDgs(dgsElmTr2);
72     dgsFileTxtService.writeInFileDgs(dgsRelFuse);
73     dgsFileTxtService.writeInFileDgs(dgsElmXnet);
74
75     // COnectividad y Gráfico
76     dgsFileTxtService.writeInFileDgs(dgsStaCubicService);
77     dgsFileTxtService.writeInFileDgs(dgsIntGrf);
78     dgsFileTxtService.writeInFileDgs(dgsIntGrfcon);
79
80     // Informes
81     dgsFileTxtService.writeInFileDgs(dgsIntFolder);

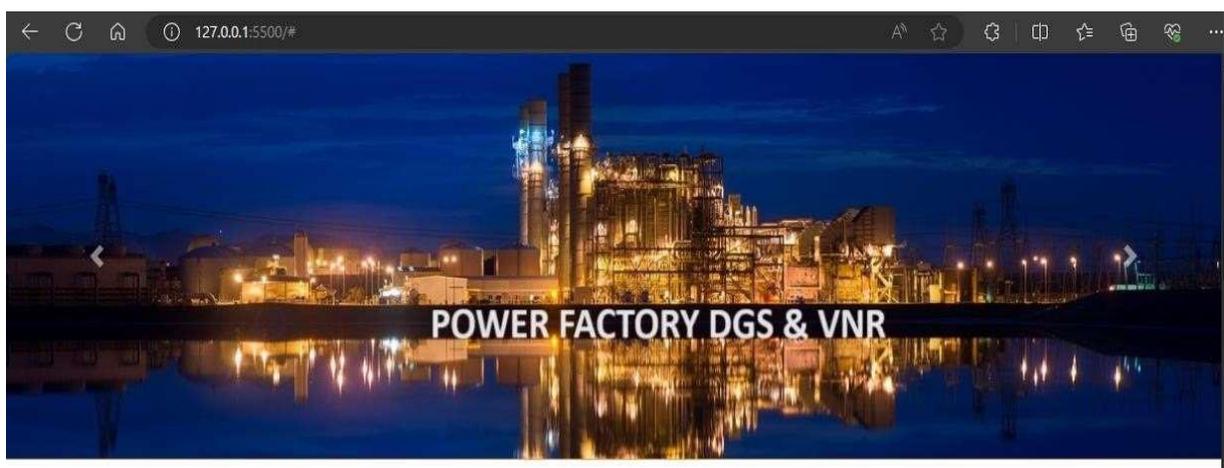
```

Fuente: Elaboración Propia

Interfaz del producto

Ventana Principal

Ventana principal: Banner de la ventana de la aplicación.



Fuente: Elaboración propia

Importar formato VNR

A continuación, se muestra un formulario para cargar los archivos VNR a la base de datos.



127.0.0.1:5500/#

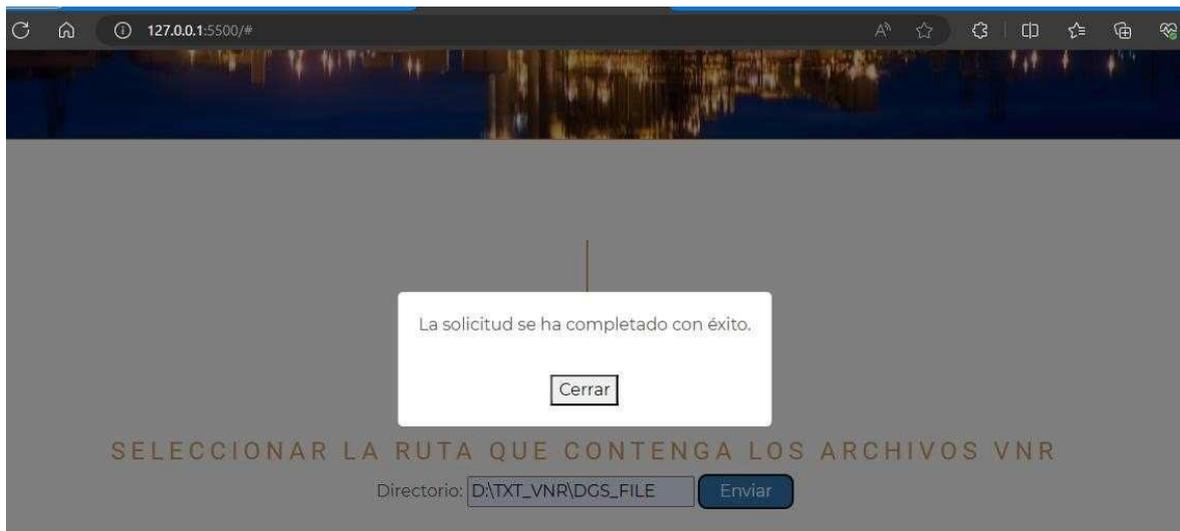
Importar VNR

SELECCIONAR LA RUTA QUE CONTENGA LOS ARCHIVOS VNR

Directorio:

Fuente: Elaboración propia

Si la ejecución es exitosa muestra el siguiente mensaje:



127.0.0.1:5500/#

La solicitud se ha completado con éxito.

SELECCIONAR LA RUTA QUE CONTENGA LOS ARCHIVOS VNR

Directorio:

Fuente: Elaboración propia

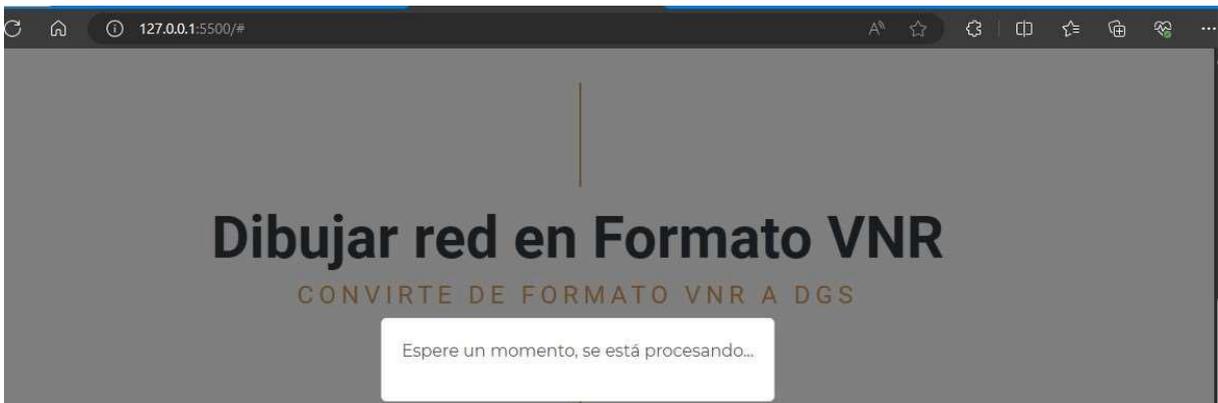
Traducir formato DGS

Dibujar red eléctrica: A continuación, se muestra la sección donde se puede convertir de formato VNR a DGS dando clic en el botón “Traducir”.



Fuente: Elaboración propia

Mientras se encuentra traduciendo a formato DGS aparece un mensaje de espera.



Fuente: Elaboración propia

Si la ejecución es exitosa muestra el siguiente mensaje.



Fuente: Elaboración propia

Asignar librería a la red eléctrica: A continuación, se muestra la sección donde se puede asignar librería a los elementos DGS dando clic en el botón “Traducir”.



Fuente: Elaboración propia

Mientras que el sistema se encuentra en ejecución de asignación de librerías aparece un mensaje de espera.



Fuente: Elaboración propia

Si la ejecución es exitosa muestra el siguiente mensaje.



Fuente: Elaboración propia

Exportar red en formato DGS: A continuación, se muestra la sección donde se puede exportar la red eléctrica en un archivo DGS dando clic en el botón “Construir”.



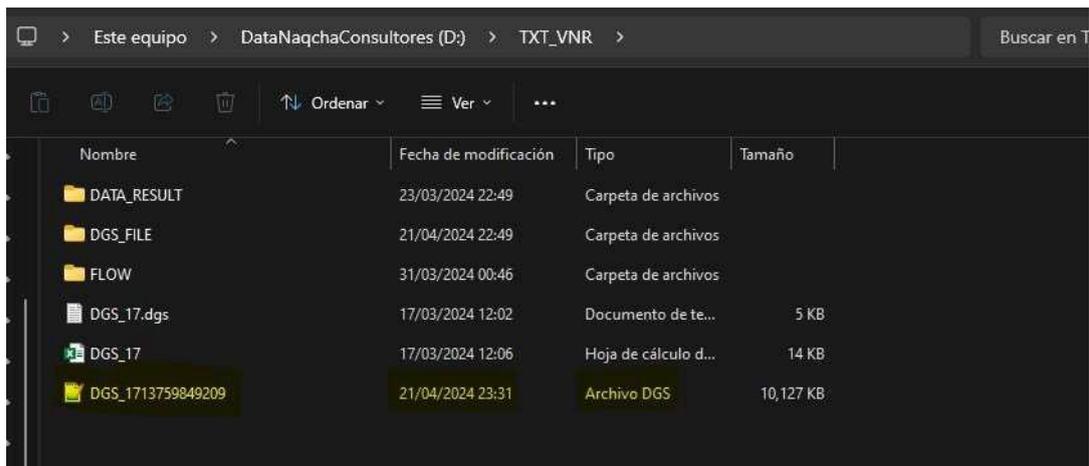
Fuente: Elaboración propia

Mientras que el sistema se encuentra en ejecución aparece un mensaje de espera.



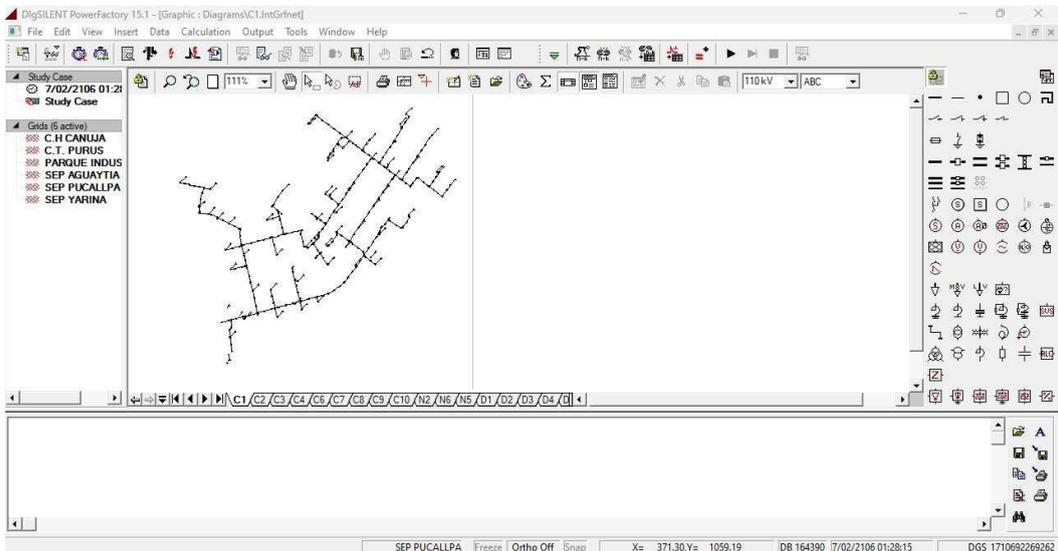
Fuente: Elaboración propia

Por consiguiente, el archivo se genera en la ruta seleccionada.



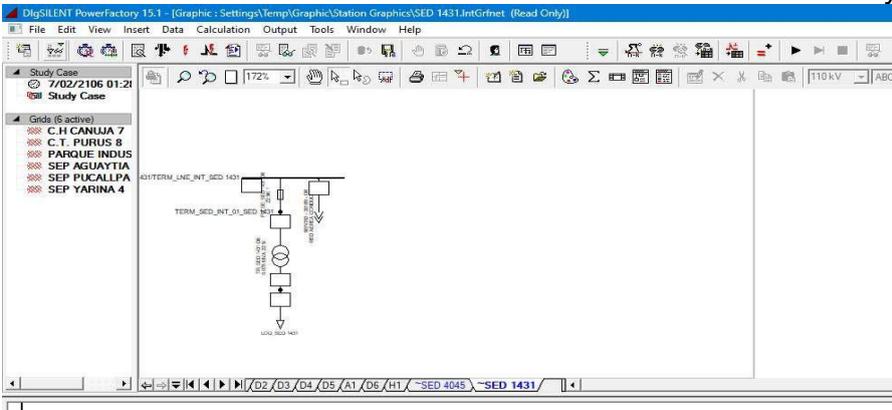
Fuente: Elaboración propia

Importación a PowerFactory: Se muestra la red construida por alimentador en PowerFactory



Fuente: Elaboración propia

Se muestra la conectividad de la subestación en PowerFactory.



Fuente: Elaboración propia

Anexo 11: Datos complementarios

Concesionarias del sector eléctrico de distribución peruana, datos de diciembre del 2022.

Tabla 24: Concesionaria del sistema de distribución peruana.

	EMPRESAS DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA	Número de clientes	Cantidad de SED	Medrado km MT	Medrado km BT	Carga MWh
1	CONSORCIO ELECTRICO DE VILLACURI S.A.C.	4,252	153	67	834	401,682.16
2	ELECTRO DUNAS S.A.A.	264,417	2,610	2,656	3,015	832,033.27
3	EMPRESA REGIONAL DE SERVICIO PUBLICO DE ELECTRICIDAD DEL ORIENTE S.A. - ELECTRO ORIENTE	561,464	6,785	10,391	10,041	943,161.24
4	ELECTRO PANGO S. A	2,089	14	4	19	3,815.24
5	EMPRESA REGIONAL DE SERVICIO PUBLICO DE ELECTRICIDAD DE PUNO S.A.A. - ELECTRO PUNO	336,259	8,651	12,869	17,490	350,552.71
6	ELECTRO SUR ESTE S.A.A.	639,280	10,064	13,643	19,265	709,101.60
7	ELECTRO TOCACHE S.A.	30,226	394	623	498	31,260.32
8	EMPRESA CONCESIONARIA DE ELECTRICIDAD DE UCAYALI SA	107,344	1,116	1,484	1,601	316,730.69
9	ELECTROCENTRO S.A. - ELECTROCENTRO	924,782	18,102	20,465	20,655	928,874.89
10	ELECTRONOROESTE S. A. – ENOSA	554,790	6,861	7,023	8,612	1,252,129.84
11	EMPRESA REGIONAL DE SERVICIO PUBLICO DE ELECTRICIDAD ELECTRONORTEMEDIO S.A. – HIDRANDINA	1,025,397	11,205	10,872	16,137	1,818,498.04
12	EMPRESA REGIONAL DE SERVICIO PUBLICO DE ELECTRICIDAD DEL NORTE S.A. – ENSA	452,338	5,755	6,422	8,007	823,218.85
13	EMPRESA REGIONAL SERVICIO PUBLICO ELECTRICIDAD ELECTROSUR S.A. – ELECTROSUR	188,473	2,149	1,621	2,151	401,105.98
14	EMPRESA DE DISTRIBUCION Y COMERCIALIZACION DE ELECTRICIDAD SAN RAMON S.A. - EDELSA	2,603	11	5	20	2,090.79
15	EMPRESA DE INTERÉS LOCAL HIDROELÉCTRICA CHACAS S.A. - EILHICHA	6,875	151	151	251	3,372.43
16	EMPRESA DE SERVICIOS ELECTRICOS MUNICIPALES DE PARAMONGA S.A. - EMSEMSA	8,966	62	15	65	18,431.87
17	EMPRESA MUNICIPAL DE SERVICIOS ELECTRICOS UTCUBAMBA S.A.C. - EMSEUSA	13,046	76	53	180	18,195.11
18	EGEPSA S.A.	3,522	45	45	70	3,416.25
19	ENEL DISTRIBUCIÓN PERÚ S.A.A.	1,538,616	10,985	4,851	13,585	6,959,508.31
20	INADE - PROYECTO ESPECIAL CHAVIMOCHIC	14,112	127	226	172	23,968.12
21	LUZ DEL SUR S.A.A.	1,264,289	8,107	4,026	8,841	5,763,246.66
22	SERVICIOS ELECTRICOS RIOJA S.A. - SERSA	8,789	29	15	74	13,273.75
23	SOCIEDAD ELECTRICA DEL SUR OESTE S.A. - SEAL	486,184	6,292	4,154	5,603	1,037,621.52
24	EMPRESA DE ADMINISTRACIÓN DE INFRAESTRUCTURA ELÉCTRICA S.A. - ADINELSA	75,503	1,627	3,819	1,556	38,235.44

Fuente: (OSINERGMIN 2023)

Tabla 25: Elementos del formato DGS

<p>Element data, Este tipo de elemento contiene todos los atributos eléctricos de potencia, en el cual almacena información del fabricante, se divide en</p>	
Terminal Data (ElmTerm)	Se referirse a los datos asociados con terminales específicos dentro de un modelo de sistema de energía creado en PowerFactory.
Cubicle Data (StaCubic)	Se refiere a la información específica asociada con un objeto de cubículo dentro de un modelo de PowerFactory.
Line/cable Data (element, ElmLne)	Se refiere a los parámetros eléctricos y detalles de configuración de líneas y cables de transmisión dentro de su modelo de sistema de energía.
Line section (element, ElmLnesec)	Representa un segmento de una línea de transmisión o cable dentro de un modelo de sistema de energía, permite modelar geometrías de líneas complejas y características eléctricas variables a lo largo de la ruta de la línea.
Switch Data (element, ElmCoup)	Se refiere a la información asociada a los interruptores dentro de un modelo de sistema eléctrico.
External Grid Data (ElmXnet)	Se refiere a la información que representa el sistema eléctrico más allá de los límites inmediatos de un modelo. Estos datos son cruciales para simular con precisión la interacción entre tu red interna y la red eléctrica circundante.
Load Data (element, ElmLod)	Se refiere a la información asociada a las cargas eléctricas dentro de su modelo de sistema eléctrico. Estos datos desempeñan un papel crucial a la hora de simular con precisión el consumo eléctrico y el comportamiento de la red.
Winding Transformer Data (element, ElmTr2)	Se refiere a los parámetros eléctricos específicos y a los detalles de configuración de cada bobinado individual dentro de un modelo de transformador. Estos datos son cruciales para simular con precisión el comportamiento del transformador en el análisis del sistema eléctrico.
Shunts (ElmShnt)	Se refiere a los dispositivos eléctricos conectados a través de una o varias fases de un sistema eléctrico para ajustar los niveles de tensión, mejorar la calidad de la energía o lograr otros objetivos específicos.
<p>Type data, Esta categoría, al igual que la anterior mantiene los datos del sistema de potencia y además guarda la información referente a datos operativos y específicos del elemento, puede ser de 3 tipos:</p>	

Line/cable Data (type, TypLne)	Son los parámetros eléctricos y detalles de configuración de líneas y cables de transmisión dentro de su modelo de sistema de energía.
Load Data (type, TypLod)	Engloba varios aspectos de cómo se representan las cargas eléctricas en un modelo de sistema eléctrico.
2-winding transformer data (type, TypTr2, TypTr3)	Se refiere a los parámetros eléctricos específicos y a los detalles de configuración de cada devanado individual dentro de un modelo de transformador de dos devanados. Unos datos precisos y completos son cruciales para simular con exactitud el comportamiento del transformador dentro de su análisis del sistema de potencia.
Graphic data , incluye los atributos gráficos de un determinado elemento del sistema de energía, posición o tamaño. Esta categoría de datos no es necesaria para ningún cálculo dentro de PowerFactory.	
Single line diagrams (IntGrfnet)	Se trata de un modelo simplificado del sistema eléctrico que sólo tiene en cuenta una fase del sistema. Suele utilizarse para estudios preliminares o para representar líneas aéreas en las que se supone que las tres fases están equilibradas. En PowerFactory permite crear modelos unifásicos a partir de modelos trifásicos existentes o construirlos directamente utilizando elementos monofásicos.
Graphical representation of power system element (IntGrf)	Se refiere a la representación visual de un elemento dentro de un modelo de sistema eléctrico. Esta representación, a menudo denominada símbolo, aparece en el diagrama unifilar (SLD) que se utiliza para visualizar y analizar la red.
Graphical connection lines (IntGrfcon)	Se refiere a la representación visual de las conexiones entre los diferentes elementos de su modelo de sistema eléctrico en un diagrama unifilar (SLD). Estas líneas desempeñan un papel crucial en la visualización de la topología de la red y las rutas de flujo de potencia dentro de su modelo

Fuente: (DIgSILENT 2022).

Anexo 12: Diagrama de Ishikawa para el análisis de la problemática



Fuente: Elaboración propia

Anexo 13: Manual de usuario

Opciones del Sistema

El presente manual está organizado de la siguiente manera:

1. Importación de archivos VNR.
2. Traducir a formato DGS.
3. Asignar librería.
4. Exportar formato DGS.

1. Importación de archivos VNR

En esta pantalla, el usuario debe ingresar la ruta de los archivos en el campo **'Directorio'** y luego hacer clic en el botón **'Enviar'**.



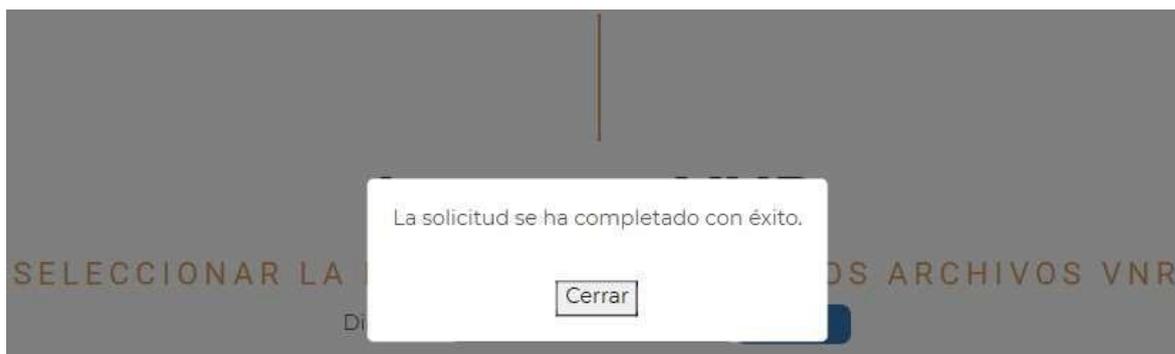
Importar VNR

SELECCIONAR LA RUTA QUE CONTENGA LOS ARCHIVOS VNR

Directorio:

Fuente: Elaboración propia

Cuando aparezca la ventana de finalización debe hacer clic en el botón **'Cerrar'**.



Fuente: Elaboración propia

2. Traductor a formato DGS

En esta pantalla, el usuario debe hacer clic en el botón '**Traducir**'.



Fuente: Elaboración propia

Cuando aparezca la ventana de finalización debe hacer clic en el botón '**Cerrar**'.



Fuente: Elaboración propia

3. Asignar librería

En esta pantalla, el usuario debe hacer clic en el botón **'Traducir'**.



Fuente: Elaboración propia

4. Exportar formato DGS

En esta pantalla, el usuario debe ingresar la ruta en el campo **'Directorio'** y luego hacer clic en el botón **'Construir'**.



Fuente: Elaboración propia

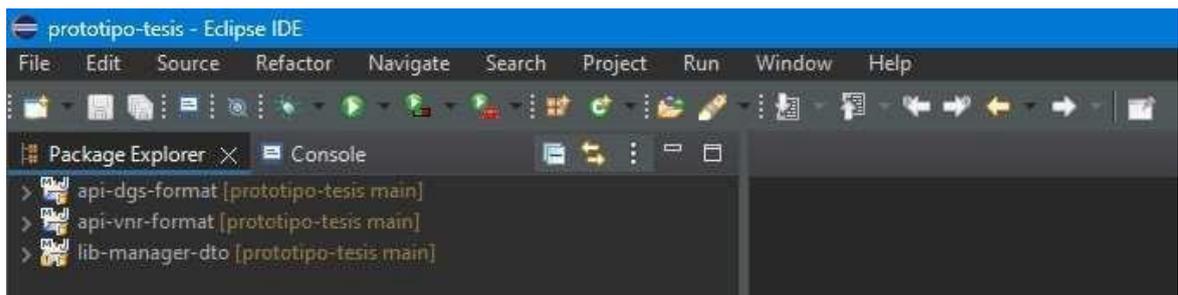
Anexo 14: Manual del sistema

El presente manual está organizado de la siguiente manera:

- Entorno de desarrollo de los backends.
- Entorno de desarrollo del frontend.
- Dockerizar la base de datos.
- Crear una base de datos.
- Deploy de servicios.

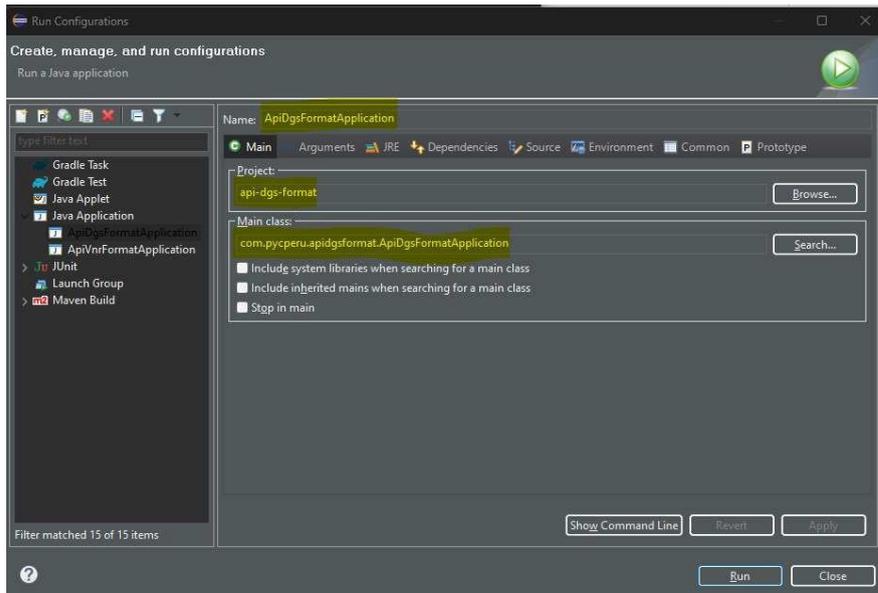
- **Entorno de desarrollo de los backends.**

Abrir los componentes en Eclipse. Para ello, inicie Eclipse, seleccione **'File'** en el menú principal, luego **'Import'**, elija **'Existing Maven Projects'**, navegue hasta la ubicación de los componentes de Spring Boot Maven que desea abrir, seleccione el directorio raíz del proyecto y haga clic en **'Finish'** para cargarlos en el entorno de desarrollo. Se debe ver como en la imagen.



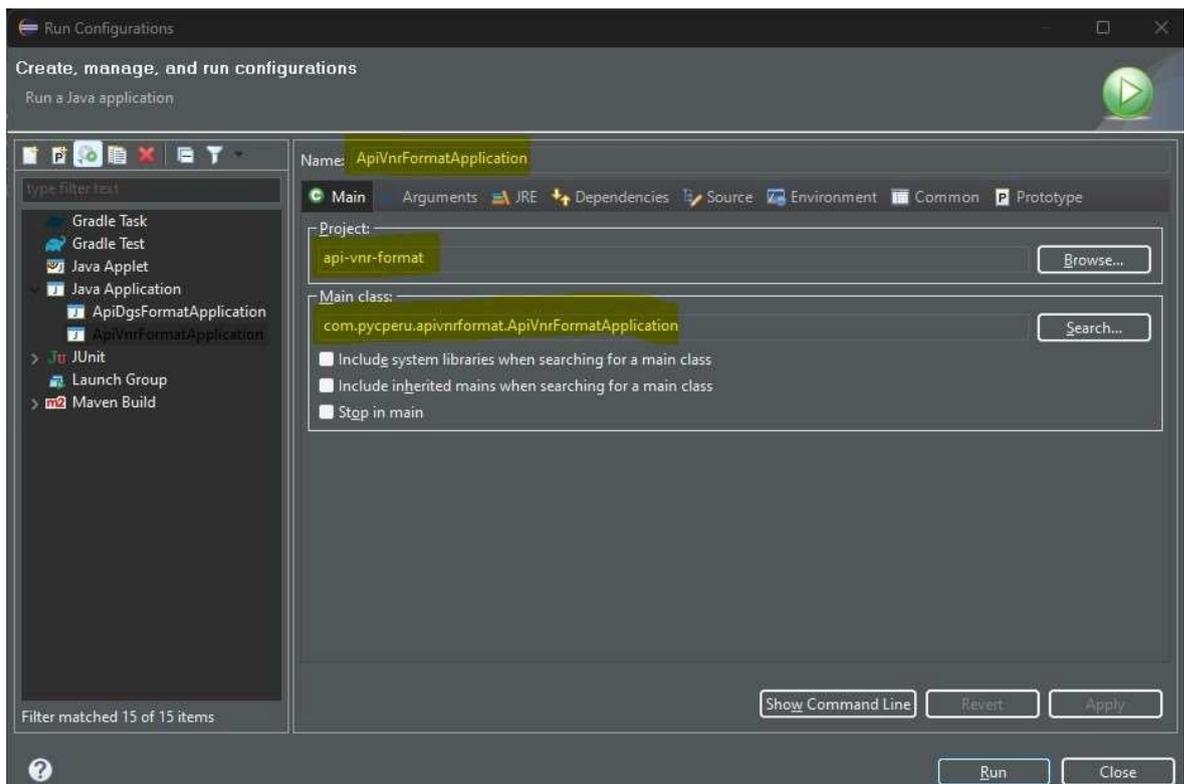
Fuente: Elaboración propia

Configurar el Run de la aplicación api-dgs-format.



Fuente: Elaboración propia

Configurar el Run de la aplicación api-vnr-format.

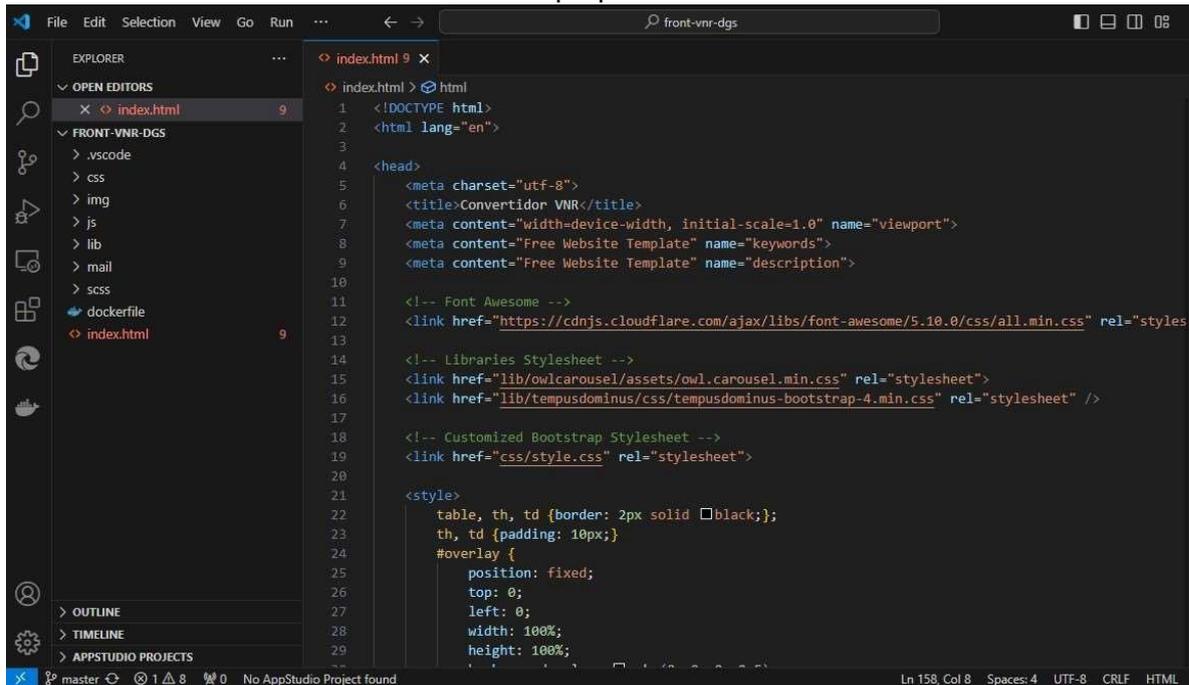


Fuente: Elaboración propia

- **Entorno de desarrollo del Frontend.**

Abrir Visual Studio Code: Selecciona "File" en el menú principal, luego selecciona "Open Folder...", navega hasta la carpeta que contiene tu proyecto HTML frontend y haz clic en "Select Folder".

propia



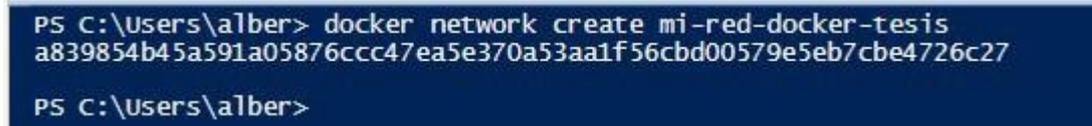
```
index.html 9 X
index.html > html
1 <!DOCTYPE html>
2 <html lang="en">
3
4 <head>
5   <meta charset="utf-8">
6   <title>Convertidor VNR</title>
7   <meta content="width=device-width, initial-scale=1.0" name="viewport">
8   <meta content="Free Website Template" name="keywords">
9   <meta content="Free Website Template" name="description">
10
11 <!-- Font Awesome -->
12 <link href="https://cdnjs.cloudflare.com/ajax/libs/font-awesome/5.10.0/css/all.min.css" rel="styles
13
14 <!-- Libraries Stylesheet -->
15 <link href="lib/owlcarousel/assets/owl.carousel.min.css" rel="stylesheet">
16 <link href="lib/tempusdominus/css/tempusdominus-bootstrap-4.min.css" rel="stylesheet" />
17
18 <!-- Customized Bootstrap Stylesheet -->
19 <link href="css/style.css" rel="stylesheet">
20
21 <style>
22   table, th, td {border: 2px solid black;};
23   th, td {padding: 10px;};
24   #overlay {
25     position: fixed;
26     top: 0;
27     left: 0;
28     width: 100%;
29     height: 100%;
```

Fuente: Elaboración propia

- **Dockerizar la base de datos**

Creas una red de Docker

`docker network create mi-red-docker-tesis`

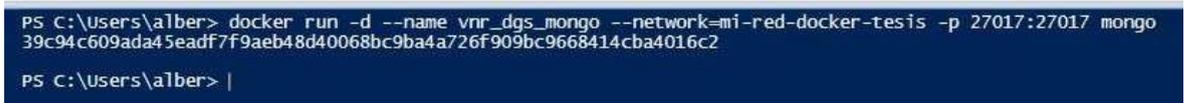


```
PS C:\Users\alber> docker network create mi-red-docker-tesis
a839854b45a591a05876ccc47ea5e370a53aa1f56cbd00579e5eb7cbe4726c27
PS C:\Users\alber>
```

Fuente: Elaboración propia

Crear contenedor docker

`docker run -d --name vnr_dgs_mongo --network=mi-red-docker-tesis -p 27017:27017 mongo`



```
PS C:\Users\alber> docker run -d --name vnr_dgs_mongo --network=mi-red-docker-tesis -p 27017:27017 mongo
39c94c609ada45eadf7f9aeb48d40068bc9ba4a726f909bc9668414cba4016c2
PS C:\Users\alber> |
```

Fuente: Elaboración propia

- **Crear una base de datos**

Conectarte a mongodb con el comando: `mongodb://localhost:27017`

```
mongosh - Acceso directo x + v
Please enter a MongoDB connection string (Default: mongodb://localhost/): mongodb://localhost:27017
```

Fuente: Elaboración propia

Ir a mongodb y escribir el comando: **use apivnrtodgsdb**

```
mongosh mongodb://localho x + v
test> use apivnrtodgsdb
switched to db apivnrtodgsdb
apivnrtodgsdb> |
```

Fuente: Elaboración propia

- **Deploy de servicios.**

Ir al directorio del proyecto desde un cmd y escribir el comando:

docker build -t api-vnr-format .

```
Microsoft Windows [Versión 10.0.22631.3737]
(c) Microsoft Corporation. Todos los derechos reservados.

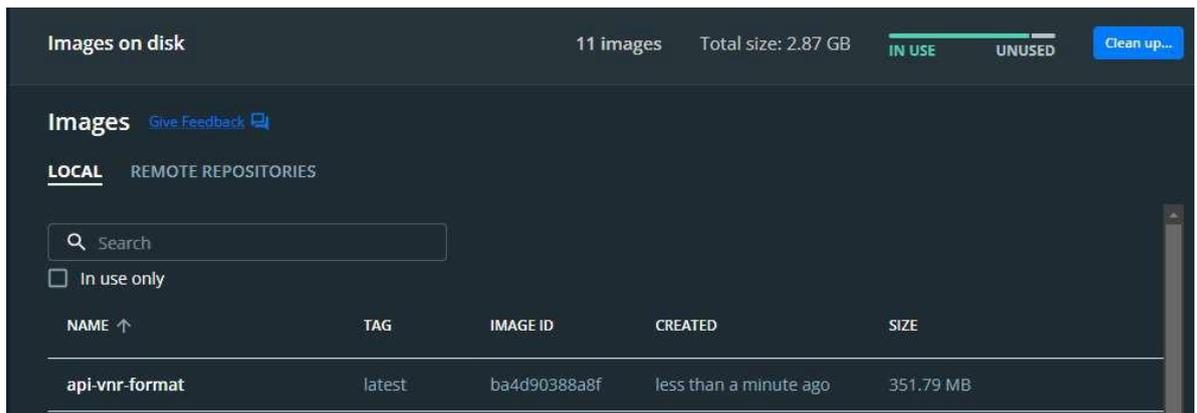
D:\EDUCACION\03 - UNI\03_UCV\DESARROLLO\prototipo-tesis\api-vnr-format>docker build -t api-vnr-format .
[+] Building 3.0s (9/9) FINISHED
=> [internal] load build definition from Dockerfile 0.1s
=> => transferring dockerfile: 515B 0.0s
=> [internal] load .dockerignore 0.0s
=> => transferring context: 2B 0.0s
=> [internal] load metadata for docker.io/library/openjdk:17-alpine 1.5s
=> [auth] library/openjdk:pull token for registry-1.docker.io 0.0s
=> [1/3] FROM docker.io/library/openjdk:17-alpine@sha256:4b6abae565492dbe9e7a894137c966a7485154238902f2f25e9dbd9 0.0s
=> [internal] load build context 0.6s
=> => transferring context: 26.20MB 0.6s
=> CACHED [2/3] WORKDIR /api-vnr-format 0.0s
=> [3/3] COPY target/api-vnr-format-0.0.1-SNAPSHOT.jar api-vnr-format.jar 0.2s
=> exporting to image 0.4s
=> => exporting layers 0.4s
=> => writing image sha256:ba4d90388a8ff9cab4c606e16ebba501e54d287654ee4b374c79b78f7b4ca11 0.0s
=> => naming to docker.io/library/api-vnr-format 0.0s

Use 'docker scan' to run Snyk tests against images to find vulnerabilities and learn how to fix them

D:\EDUCACION\03 - UNI\03_UCV\DESARROLLO\prototipo-tesis\api-vnr-format>|
```

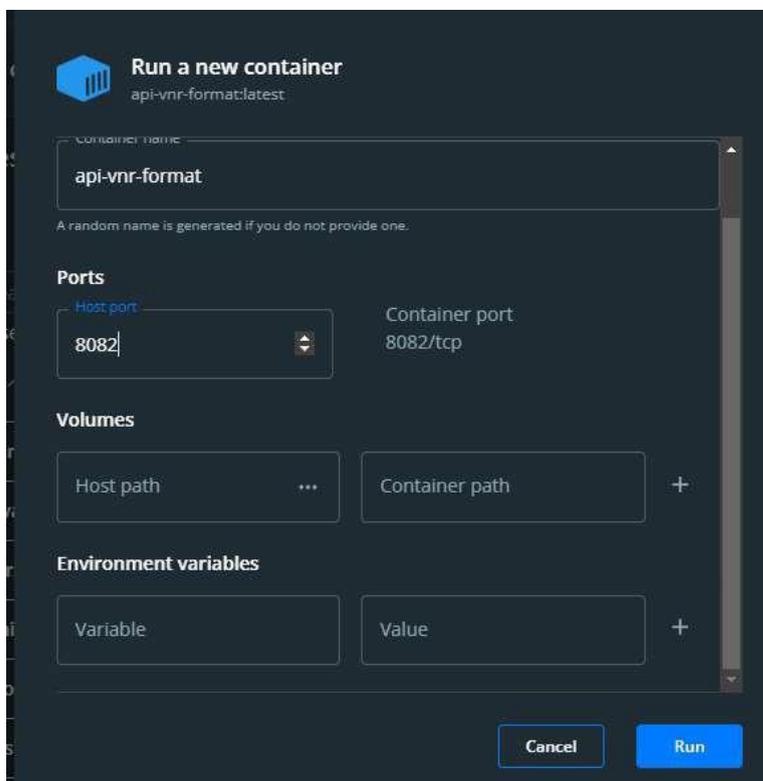
Fuente: Elaboración propia

Una vez ejecutado en docker se ve el siguiente resultado



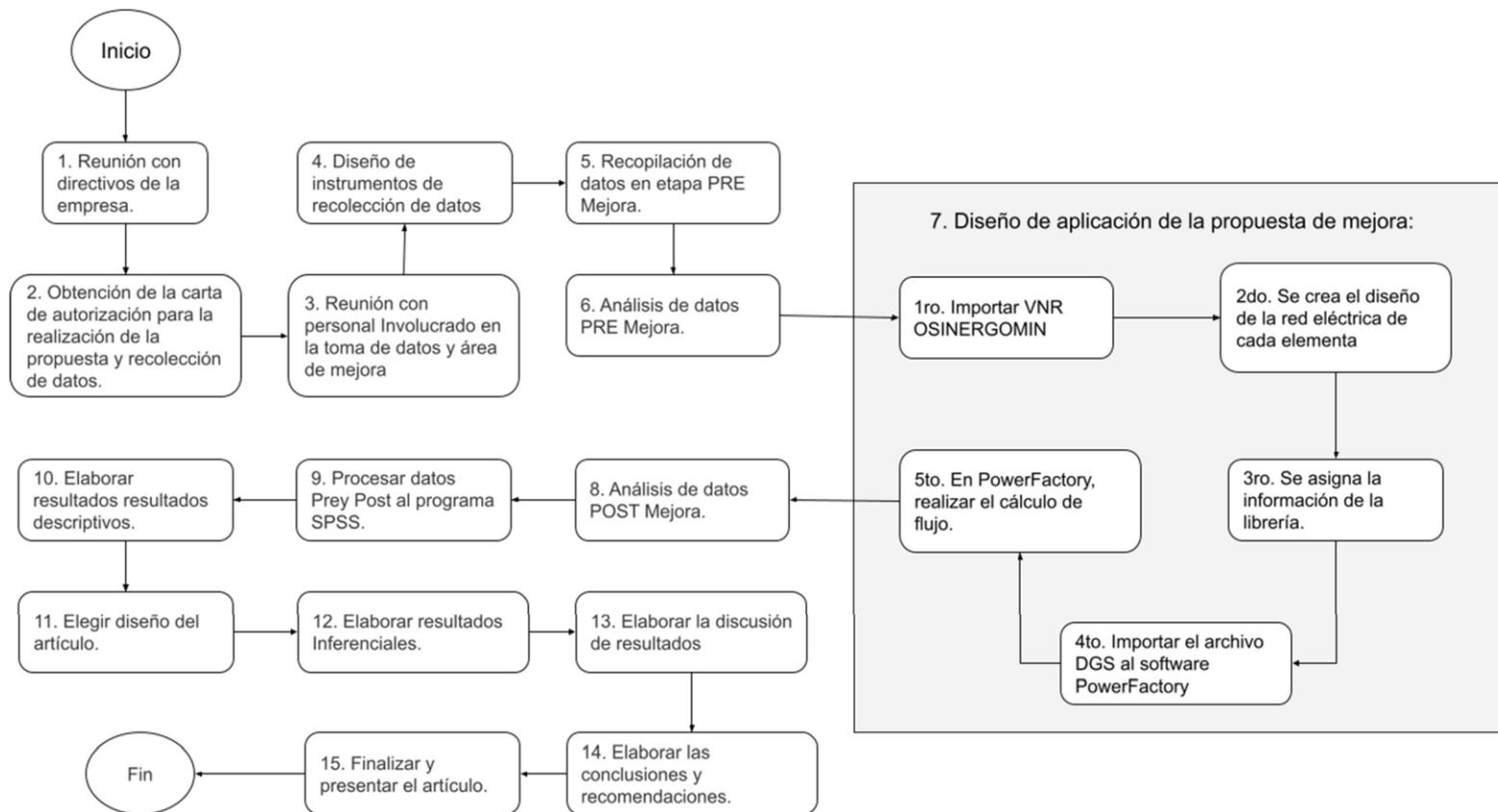
Fuente: Elaboración propia

Para ejecutar la imagen creada ejecutar el contenedor: Colocar el nombre del contenedor y el puerto, luego dar clic en “**RUN**”



Fuente: Elaboración propia

Anexo 15: Pasos de ejecución del Proyecto



Fuente: Elaboración Propia