



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

**Diseño de un Sistema SCADA para mejorar la Gestión Operativa
en el Área de Mantenimiento de un Terminal Portuario.**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Industrial**

AUTORES:

Rosillo Rubio, Raul Artemio (orcid.org/0000-0002-3874-1205)
Sosa Chunga, Jose de la Rosa (orcid.org/0000-0001-7448-5061)

ASESOR:

Msc. Purihuaman Leonardo, Celso Nazario (orcid.org/0000-0003-1270-0402)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Gestión empresarial y productiva.

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

PIURA – PERÚ

2022

Dedicatoria

Dedico la siguiente tesis a mis padres,
quienes me han apoyado desde
temprana edad en mi formación para
ser una persona de bien y un buen
profesional , nunca perdieron la fe en
dios y siguen demostrando su apoyo
hasta el día de hoy.

Raúl Artemio Rosillo Rubio.

Dedicada con amor para mi niña
hermosa motor u motivo en mi vida. A
mi esposa Saira y padres que sin
esperar nada a cambio compartieron
su conocimientos, alegrías y tristeza
apoyándome y lograron que este
sueño se haga realidad

José de la rosa Sosa Chunga.

Agradecimiento

En primer lugar, a Dios por su gran amor hacia mí, demostrándomelo con salud, energía y trabajo para poder cumplir mis metas. A mis padres quienes que desde temprana edad me inculcaron a ser una persona responsable y honesta y porque siempre me han ofrecido su apoyo incondicional.

Raúl Artemio Rosillo Rubio.

A Dios por haberme otorgado una familia maravillosa, quiénes han creído en mí siempre, dándome ejemplo de superación humildad y sacrificio; enseñándome a valorar todo lo que tengo a todos. A todos ellos dedico mi presente trabajo, porque han fomentado en mí, en el deseo de superación y de triunfo en la vida.

José de la rosa Sosa Chunga.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenido	iv
Índice de figuras	v
Resumen	vi
Abstract	vii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	6
III. METODOLOGÍA.....	15
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	15
3.2. Variables y operacionalización.....	15
3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis.....	16
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	17
3.5. Procedimientos	17
3.6. Método de análisis de datos.....	18
3.7. Aspectos éticos.....	18
IV. RESULTADOS.....	19
V. DISCUSIÓN	36
VI. CONCLUSIONES	41
VII. RECOMENDACIONES.....	42
REFERENCIAS.....	43
ANEXOS.....	50

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Formato Check list tomado de una sub estación.....	19
Figura 2 Diagrama de Ishikawa.....	24
Figura 3. Software utilizado para el desarrollo del proyecto.	26
Figura 4 Configuración del SCADA para visualización de parámetros en tiempo real.	27
Figura 5 Lectura de parámetros en tiempo real.	28
Figura 6 Configuración del SCADA para visualización del estado en tiempo real	29
Figura 7. Visualización de los estados en tiempo real.	30
Figura 8. Control de los equipos por SCADA.....	31
Figura 9 Selección de protocolos de comunicación como Modbus RTU y Modbus TCP	32
Figura 10. Direccionamiento Modbus TCP/IP	33
Figura 11. Configuración Modbus RTU.....	34
Figura 12. Direcciones Modbus RTU.	34

Resumen

Esta investigación tuvo como objetivo general diseñar un sistema SCADA para mejorar la gestión operativa en el área de mantenimiento de un terminal portuario. La investigación fue del tipo aplicada, Así mismo el diseño pre experimental con su variable independiente y la dependiente gestión operativa. Las técnicas de recolección de datos fueron la observación directa, entrevista y análisis documental, los instrumentos el Check list, hoja de registro y la guía de entrevista correspondientemente. En efecto, la gestión de resultados se encontró en 62.5%, grado de cumplimiento 60% y productividad 1.87; Todo esto con respecto a la gestión operativa en el área de mantenimiento eléctrico. Se concluyó que la gestión operativa mejoró con el sistema SCADA, el tiempo de respuesta ante anomalías eléctricas se redujo de 1.5 horas a 0.5 horas, se tiene datos de los parámetros eléctricos en tiempo real, así como el control del equipamiento como interruptores, módulos de transferencia automático, celdas de media tensión entre otros.

Palabras claves

SCADA, gestión operativa, mantenimiento, gestión de resultados.

Abstract

This research had the general objective of designing a SCADA system to improve operational management in the maintenance area of a port terminal. The research was of the applied type, likewise the pre-experimental design with its independent variable and the dependent operational management. The data collection techniques were direct observation, interview and documentary analysis, the instruments the Check list, registration sheet and the interview guide correspondingly. Indeed, results management was found in 62.5%, degree of compliance 60% and productivity 1.87; All this with respect to operational management in the electrical maintenance area. It was concluded that the operational management improved with the SCADA system, the response time to electrical anomalies was reduced from 1.5 hours to 0.5 hours, there is data on electrical parameters in real time, as well as the control of equipment such as switches, power modules, etc. automatic transfer, medium voltage cells among others.

Keywords

SCADA, operational management, maintenance, results management.

I. INTRODUCCIÓN.

En el contexto de la globalización, los puertos marítimos han sido importantes para la conexión global que en la actualidad se percibe como característica cotidiana de nuestras vidas. Son claves en la cadena logística de suministro, pues aquí se desarrollan las actividades de exportación e importación que permiten el comercio internacional y el crecimiento en materia económica de la zona. Según la organización Mundial del Comercio, la participación en el comercio mundial por continentes lo lidera Asia (42.6%), seguido de Europa (37.3%), América del Norte (14.4%), América del Sur y Central (3.4%) y África (2.4%). (Caso, 2018)

En un análisis de la cantidad de naves recibidas en los puertos del Perú entre los años 2011 y 2018 y su tendencia, se determinó que a nivel nacional la cantidad se mantiene estable, con una ligera tendencia a incrementarse, el primer puerto con más ingresos de naves extranjeras es el Callao, pero con una tendencia decreciente, contrario al segundo puerto en recibir naves extranjeras, el puerto de Paita que muestra una tendencia creciente. (López y Lama, 2020)

Es así que, luego de la concesión del puerto de Paita a la empresa Terminales Portuarios Euroandinos (TPE) desde el año 2009, el tráfico promedio de contenedores al año aumentó de 85 575 TEU a 181 574 TEU, con un promedio de crecimiento anual de 9%. (Caso, 2018). Entre los productos de exportación se encuentran langosta y langostino (100% de la exportación nacional), calamar y pota (98% de exportación nacional entre Paita y Callao), productos que requieren condiciones de refrigeración para su almacenamiento y transporte por lo que se hace necesario “contenedores reefer”, para los cuales aplica los servicios de “Energía reefer”, suministro de energía

constante a los contenedores requieren de refrigeración, “Inspección y monitoreo reefer”, verificación de las temperaturas y funcionamiento de los contenedores refrigerados llenos, servicios bajo responsabilidad del terminal portuario. (Juárez y Quiroz, 2017).

La gestión operativa del departamento eléctrico del puerto se maneja de forma manual realizando inspecciones semanales con formatos check list a las sub estaciones eléctricas descartando anomalías en el sistema. Así mismo dan soporte técnico ante eventos anómalos después de recibir un comunicado por el área de operaciones a cargo del monitoreo de las temperaturas en los contenedores reefer generando conflictos internos y cuestionando la calidad del servicio. Cabe mencionar que el acceso a las sub estaciones es limitado debiéndose que se encuentran en zonas alejadas, con tránsito vehicular y políticas de seguridad que impiden el ingreso libre en cualquier momento. El suministro eléctrico a los contenedores reefer, la supervisión, control y adquisición de datos debe ser contante y en tiempo real para dar atención técnica inmediata de forma remota y/o presencial ante eventos anómalos que puedan suceder en las subestaciones eléctricas recortando al mínimo los periodos de desconexión de equipos. Actualmente no existe sistema que permita el control automatizado y en tiempo real para asegurar el suministro de energía eléctrica y evitar fallas o impacto mínimo de éstas. (Terminales Portuarios Euroandinos [TPE], 2022)

La justificación social es que, siendo los puertos, como ya se ha demostrado, causa de crecimiento económico en la región, cualquier mejora en sus procedimientos lo hará más eficiente en su labor, aumentará el volumen de exportaciones, mejorando la

economía de la región; la justificación económica es que los sistemas SCADA han demostrado mejorar la eficiencia de los procesos bajo su control, pues significan un ahorro de dinero en horas de trabajo, previenen fallas en los procesos y en el caso del suministro de energía eléctrica al detectar en tiempo real el origen y lugar de la falla, ésta se puede resolver en menor tiempo, disminuyendo su impacto negativo y la justificación práctica radica en que el suministro de energía eléctrica a los contenedores reefer es importante en entidades como el puerto de Paita, entre otros motivos para el mantenimiento de refrigeración de productos con condiciones especiales de almacenamiento. Es por eso que se hace necesario el diseño y la implementación de un sistema SCADA para monitorear y controlar el suministro constante de energía eléctrica a los contenedores reefer y/o prevenir fallas en la misma; así mismo se pretende mejorar la gestión operativa en el área de mantenimiento.

Por lo anteriormente expuesto nos planteamos el siguiente problema general ¿El diseño e implementación de un sistema SCADA mejorará la gestión operativa en el área de mantenimiento de las subestaciones eléctricas del terminal portuario? Además, planteamos los siguientes problemas específicos: ¿Cuál es la situación actual de la gestión operativa en el área de mantenimiento del terminal portuario?, ¿Cómo configurar el sistema SCADA para que permita la inspección en tiempo real de la operatividad de subestaciones eléctricas del terminal portuario?, ¿Cómo configurar el sistema SCADA para que permita una respuesta inmediata ante fallas en el suministro de energía eléctrica de subestaciones eléctricas del terminal portuario? y

¿Cómo establecer la comunicación con los dispositivos de control de subestaciones eléctricas que abastecen a los contenedores en el terminal portuario?

Siendo el objetivo general diseñar un sistema SCADA para mejorar la gestión operativa en el área de mantenimiento de un terminal portuario. Y los objetivos específicos, determinar la situación actual de la gestión operativa en el área de mantenimiento del terminal portuario, configurar el sistema SCADA para que permita la inspección en tiempo real de la operatividad de subestaciones eléctricas, configurar el sistema SCADA para que permita respuesta inmediata ante eventos en las subestaciones eléctricas debido a fallas en el suministro de energía eléctrica , establecer la comunicación con los dispositivos de control de subestaciones eléctricas que abastecen de un terminal portuario.

La hipótesis general planteada es: El diseño e implementación de un sistema SCADA mejora la gestión operativa en cuanto al mantenimiento y operatividad de subestaciones eléctricas del terminal portuario. Y por consiguiente las hipótesis específicas planteadas son: El diseño e implementación de un sistema SCADA permite la inspección en tiempo real de la operatividad de subestaciones eléctricas que abastecen a los contenedores reefer full, el diseño e implementación de un sistema SCADA permite el mantenimiento inmediato de subestaciones eléctricas que abastecen a los contenedores reefer full de un terminal portuario, ante fallas en el suministro de energía eléctrica, ante fallas en el suministro de energía eléctrica. el diseño e implementación de un sistema SCADA para monitoreo de subestaciones eléctricas permite establecer comunicación con los dispositivos de control de

suministro de energía eléctrica de contenedores reefer full de un terminal portuario.

II. MARCO TEÓRICO.

Pujotomo (2018) se propuso analizar la efectividad de un sistema SCADA en el control de sistemas de distribución eléctrica de media y baja tensión en Yakarta, Indonesia. Para esto comparó los índices de confiabilidad SAIDI (System Average Interruption Duration Index), índice de duración de interrupción promedio del sistema y SAIFI (System Average Interruption Frequency Index), índice de frecuencia de interrupción promedio del sistema, antes y después de la puesta en funcionamiento del sistema SCADA, analizando datos de un año luego de implementado el sistema en las estaciones de distribución eléctrica, encontrando que el índice SAIDI disminuyó de 0.25842 a 0.07745 y el índice SAIFI de 0.00201 a 0.00175, significando un ahorro de 48.43 horas en interrupción del servicio y una disminución de 4 veces la frecuencia de interrupciones del servicio.

Ferreira y Barros (2018) diseñaron un sistema de monitoreo de fallas en la red eléctrica de mediano voltaje, cuyo objetivo era desarrollar el sistema de monitoreo de fallas basándose en la variable corriente eléctrica, que pueda identificar la causa y la ubicación de la falla, además de monitorear parámetros ambientales que generen alertas sobre catástrofes ambientales que puedan interrumpir el servicio. Se evaluaron varios sistemas, siendo el más flexible el que compara la corriente al inicio y al final de cada línea de la red eléctrica, comprobando si hay discrepancia en la red. Para el envío de información se utilizó como interfaz el sistema SCADA, sistema de monitoreo que permitió, además de detectar la falla en tiempo real, indicar la sección donde ésta se produjo y generar alarmas sobre situaciones de riesgo para la red eléctrica por factores ambientales.

Kolosok y Korkina (2018) analizan la ciber resiliencia del sistema SCADA utilizado en monitoreo de instalaciones eléctricas. El objetivo fue analizar la vulnerabilidad del sistema ante ataques cibernéticos. En la actualidad, para cumplir con estándares y requerimientos sobre intercambio de información, como el uso de Internet, por ejemplo, se aumenta la vulnerabilidad del sistema de control de plantas de energía eléctrica ante intrusiones cibernéticas.

La investigación de Samada (2018) se planteó como objetivo diseñar un sistema SCADA que una, de forma flexible, la central de generación y la subestación eléctrica, permitiendo mejorar la operación del sistema eléctrico aislado de la localidad Cayo Santa María de Cuba. En este trabajo se concluyó que el sistema SCADA minimiza las tareas de los operadores, permite alcanzar mayor rendimiento, aumenta la productividad; ante la vulnerabilidad del sistema SCADA ante ataques cibernéticos, la creación de subredes virtuales, que hacen posible aislar la red tecnológica de la corporativa, la seguridad del sistema se mejora; la implementación del sistema SCADA proporciona ahorro económico significativo y flexibilidad de adaptación del sistema ante futuros proyectos.

En el trabajo de Carrión (2019) el objetivo consistió en diseñar un sistema de transferencia automatizado de energía eléctrica para enfrentar una contingencia de falla o suspensión del suministro de energía eléctrica en la principal red de abastecimiento, esto fue monitoreado por un sistema SCADA, de esta forma se garantiza el que las máquinas de una planta industrial funcionen de manera continua, concluyendo que en simulaciones el sistema SCADA es eficaz en el la detección y

alerta de la interrupción de energía eléctrica y en notificar que el grupo electrógeno de emergencia se encuentra operativo, además notifica con cual red que está operando, red comercial o grupo de emergencia, para un mejor manejo del personal a cargo.

Avilés (2020) desarrolló un sistema automatizado de protección y reconexión como una herramienta confiable para los operadores de una red de distribución eléctrica en Perú, utilizando un sistema SCADA , lo que permitirá la eliminación de errores en la red de distribución y su gestión eficiente, concluyendo que el sistema SCADA implementado es capaz de supervisar en tiempo real los diferentes parámetros de la red de distribución eléctrica, lo que permitirá ahorrar costos operativos, optimizar recursos, aumentar velocidad de ejecución de reconexión, rápida reposición del servicio, mejorar satisfacción de clientes y mejorar indicadores SAIDI y SAIFI.

Ronquillo (2022) en su trabajo de investigación tuvo como objetivo el diseño y simulación de un sistema de protección en celdas de media tensión con monitoreo SCADA en subestaciones eléctricas, la metodología empleada fue la simulación de un caso tomado de la literatura científica, concluyendo que este sistema garantiza al usuario el control de ajustes y el monitoreo de señales de los Dispositivos Electrónicos Inteligentes (IED) de protección, alertando de fallas en el sistema de suministro de energía de forma eficaz.

Las siglas SCADA significan Supervisory Control And Data Acquisition, Control Supervisor y Adquisición de datos. Es una aplicación o conjunto de aplicaciones software diseñada específicamente para actuar sobre equipos informáticos de control de producción, con acceso en tiempo real a la planta de producción mediante la

comunicación digital con los instrumentos y actuadores, e interfaz gráfica de alto nivel que permita la interacción con el usuario. En un principio esto solo era un programa que permitía la supervisión y adquisición de datos en procesos de control, últimamente han aparecido productos de hardware diseñados para esta clase de sistemas que lo hacen más versátil en el cumplimiento de diversas tareas. La interconexión de los sistemas SCADA también es propia, se realiza a través de una interfaz del ordenador hacia la planta, se cierra el círculo sobre el ordenador principal de supervisión. La comunicación con los dispositivos o sensores de campo es facilitada por el sistema, pueden ser controladores autónomos, autómatas programables, sistemas de dosificación u otros, de esta forma se ejerce control sobre el proceso en forma automática y en tiempo real desde el monitor del ordenador, el cual es configurado por el usuario y también se puede modificar fácilmente para un manejo amigable. También suministra toda la información que, generada en tiempo real, en el proceso de producción a diferentes niveles y usuarios. (Cabús et. al., 2004)

Según Hernández (2018), los sistemas SCADA constan de cuatro niveles: Nivel de instrumentación, SCADA emplea una instrumentación del tipo electrónico, en el cual la variable física que se desea monitorear es detectada por un sensor y convertida en una señal eléctrica.; nivel RTU: (Remote Terminal Unit), es un microprocesador que recolecta, acumula y procesa información proveniente de los sensores e instrumentos de campo; nivel de comunicaciones: Su función es recoger la data de una RTU y propagarla en el medio elegido, de forma inalámbrica o a través de cables hasta el centro de control, Centro de control: Conformado por ordenadores periféricos y

software que procesan las señales y presentan los datos obtenidos al operador en la interfaz gráfica.

Los sistemas SCADA deben cumplir los siguientes requisitos: Deben ser sistemas de arquitecturas abiertas, flexibles, versátiles, capaces de adaptarse a las necesidades de cambio de la empresa, deben notificarse de forma fácil y transparente para el usuario, con el equipo de planta y con el resto de áreas de la empresa, los programas deben ser sencillos de instalar, sin demasiadas exigencias de hardware, y fáciles de utilizar y deben tener capacidad de incorporación con herramientas de producción y ofimáticas. (Cabús et. al., 2004)

Componentes de Hardware. (Cabús et. al., 2004)

Ordenador Central o MTU (Master Terminal Unit): Es el computador principal del sistema el cual supervisa y recoge la información y datos del resto de las subestaciones, bien sean otras computadoras conectadas (en sistemas complejos) a los instrumentos o sensores de campo o de forma directa sobre dichos instrumentos. Este ordenador suele ser un PC, el cual soporta el HMI. Se concluye que el sistema más sencillo de SCADA es el formado por un único ordenador, en el cual es el MTU que inspecciona toda la estación de trabajo del sistema. Las principales funciones de la MTU son: Interrogar periódicamente las RTU's, y transmitir consignas; a través de un esquema maestro-esclavo, actúa como interfase al operador, introduciendo la presentación de información y datos de variables en tiempo real, la recolección, la administración de alarmas, procesamiento y presentación de información contenida en el historial del sistema, puede efectuar software especializado que cumplan con las

funciones específicas asociadas hacia el proceso supervisado por el SCADA.

Ordenadores Remotos o RTU's (Remote Terminal Unit): Estos ordenadores están ubicadas en los nodos estratégicos del sistema, gestionando y controlando las subestaciones del mismo, reciben las señales de los sensores de campo, y comandan los elementos finales de control ejecutando el software de la aplicación SCADA. Se encuentran en el nivel intermedio o de automatización, entre el MTU y los distintos instrumentos de campo que son los que ejercen la automatización física del sistema, control y adquisición de datos.

Red de comunicación: Este es el nivel que gestiona la información que los instrumentos o sensores de campo envían a la red de ordenadores desde el sistema. El tipo de BUS utilizado en las comunicaciones puede ser de amplia variedad, dependiendo de las necesidades del sistema y del software escogido para implementar el sistema SCADA, debido a que no todos los softwares (así como los instrumentos de campo como PLC's) pueden trabajar con todos los tipos de BUS. En la actualidad, debido a la estandarización de las comunicaciones con los dispositivos de campo, podemos implementar un sistema SCADA sobre prácticamente cualquier tipo de BUS. Podemos encontrar SCADA's sobre formatos estándares como los RS-232, RS-422 y RS-485 a partir de los cuales, y mediante un protocolo TCP/IP, podemos conectar el sistema sobre un bus en configuración DMS ya existente; pasando por todo tipo de buses de campo industriales, hasta formas más modernas de comunicación como Bluetooth (Bus de Radio), Micro-Ondas, Satélite, Cable. A parte del modelo de BUS, existen interfaces de comunicación especiales para la comunicación en un sistema

SCADA como puede ser módems para estos sistemas que soportan los protocolos de comunicación SCADA y facilitan la implementación de la aplicación.

Instrumentos de Campo: Son todos aquellos que hacen posible tanto realizar la automatización o control del sistema (PLC's, controladores de procesos industriales, y actuadores en general) como los que se encargan de la captación de datos e información del sistema (sensores y alarmas). Una característica de los Sistemas SCADA es que sus componentes son diseñados por distintos fabricantes, de forma aislada. Así, se tienen diferentes proveedores para las RTU's (incluso es posible que un sistema utilice RTU's de más de un proveedor), módems, radios, minicomputadores, software de supervisión e interfase con el operador, software de detección de pérdidas, etc.

Gestión operativa.

La gestión operativa se define en el contexto de un modelo de gestión dentro del cual existen un grupo de tareas y procesos enmarcados para lograr la mejora de las organizaciones internas, con la finalidad de incrementar su capacidad de lograr los propósitos propuestos según su política y además, lograr sus objetivos operativos. (Isotools Excellence, 2015)

Según Punte y Belmaña (2022) la gestión operativa se puede analizar desde la siguiente perspectiva, gestión del output, enfocada a la gestión de los resultados, donde se mide el nivel de eficacia y calidad en los productos y servicios. Gestión del input, enfocada a la gestión de insumos, donde se valora el nivel de gasto y costo de los recursos, además de los índices de productividad y eficiencia del uso de los

mismos. Gestión de procedimientos, que mide la definición de los procedimientos producto de la identificación de procesos críticos, la difusión de éstos y, el control de su cumplimiento.

Según Punte y Belmaña (2022) el nivel de la eficacia y la calidad de los servicios, en este caso del área de mantenimiento del terminal portuario, se pueden controlar a través de las variables plazo, cantidad y especificaciones, las dos primeras se miden desde el cumplimiento de la llamada eficacia operativa, es decir, cumplimiento de plazos y cantidades detalladas en el documento de procedimiento operativo respectivo.

Para el caso de inspecciones de las subestaciones eléctricas, se puede emplear la fórmula:

$$Eficacia\ de\ cantidad = \frac{Cantidad\ real\ realizada}{Cantidad\ programada} \times 100\%$$

Así mismo, menciona que para la medición de gestión de insumos se realiza a través del control de insumos que se necesita en el área o sector para operar. Se puede llevar a cabo desde la perspectiva de los costos y desde la perspectiva operativa, el primero se centra en las unidades monetarias mientras que el segundo en las unidades físicas producidas.

$$Productividad = \frac{Cantidad / Costos\ de\ un\ producto\ o\ servicio}{Cantidad / Costos\ de\ un\ recurso} \times 100\%$$

Por otro lado, tenemos la medición de gestión de procedimientos. El procedimiento, que para nuestro estudio es la inspección a las subestaciones eléctricas, en primer lugar, debe estar definido, aprobado y documentado como tal y, además debe actualizarse periódicamente. Lo que se pretende medir es que el procedimiento sea conocido, comprendido y cumplido por el personal responsable de su ejecución.

Para su medición podemos emplear las fórmulas:

$$\textit{Grado cumplimiento} = \frac{\textit{\# Personas cumplen procedimiento}}{\textit{\# Total personas}} \times 100\%$$

III. METODOLOGÍA.

3.1. Tipo y diseño de investigación.

La investigación fue del tipo aplicada, pues tuvo por objeto resolver un problema, en este suceso la carencia de un sistema de monitoreo de subestaciones eléctricas que aseguren un suministro eléctrico permanente a contenedores reefer full del terminal portuario. Así mismo el diseño fue pre experimental para la investigación debido a que fue diseñado un sistema SCADA para un monitoreo de subestaciones eléctricas (variable independiente) para observar el efecto que este tiene en la mejora en la gestión operativa (variable dependiente).

G O₁ X O₂

G: Grupo.

X: Sistema SCADA (variable independiente)

O₁: Gestión operativa antes de la implementación de sistema SCADA

O₂: Gestión operativa después de la implementación de sistema SCADA

Por otro lado, el enfoque fue cuantitativo mediante recolección de datos con base al análisis estadístico y a mediciones numéricas se probó una hipótesis, el alcance fue descriptivo Y EXPLICATIVO porque buscó especificar las características y propiedades del sistema SCADA y de la gestión operativa del área de mantenimiento del terminal portuario.

3.2. Variables y operacionalización.

Variable independiente: Sistema SCADA.

Definición conceptual. Para Cabús et. al. (2004) Es una aplicación o un conjunto de aplicaciones de software, diseñada específicamente para trabajar en equipos

informáticos de control de la producción, los cuales tienen un acceso en tiempo real en la planta de producción mediante la comunicación digital con la interfaz gráfica, los instrumentos y sensores de alto nivel permiten la interacción amigable con el usuario. Definición operacional. Sistema SCADA diseñado e implementado para el monitoreo de subestaciones eléctricas que abastecen a contenedores reefer full del terminal portuario.

Variable dependiente: Gestión operativa.

Definición conceptual. Según Punte, M. y Belmaña (2022) la gestión operativa es el modelo de gestión dentro del cual existen un grupo de tareas y procesos enmarcados para lograr mejorar las organizaciones internas, con la finalidad de incrementar su capacidad de obtener los propósitos propuestos según su política y además, lograr sus objetivos operativos.

Definición operacional. Dentro de la dimensión gestión de los procedimientos, es la ejecución de las tareas y procesos del área, según las prácticas operativas y procedimientos definidos como adecuados, para garantizar el mantenimiento y operatividad de subestaciones eléctricas que abastecen a los contenedores reefer full del terminal portuario

3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis

En esta investigación la población estuvo conformada por las siete subestaciones eléctricas que abastecen a los contenedores reefer full del terminal portuario junto al jefe de mantenimiento, para la investigación realizada se tomó encuesta una sub estación eléctrica debido al equipamiento implementado en hardware que esta tenía.

El muestreo fue de tipo aleatorio. Y la unidad de análisis fue por procedimiento de

monitoreo a subestaciones eléctricas que abastecen a los contenedores reefer full del terminal en el área de mantenimiento.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

Técnicas de recolección de datos

Las técnicas de recolección de datos fueron la observación directa, entrevista y análisis documental. Por otro lado, los instrumentos de recolección de datos correspondientes a las técnicas son el Check list para el monitoreo a subestaciones eléctricas que abastecen a los contenedores reefer full del terminal portuario; hoja de registro, reportes e informes de condiciones anormales de funcionamiento de subestaciones eléctricas que abastecen a los contenedores reefer full junto a la guía de entrevista para medir el conocimiento y ejecución de tareas del personal a cargo del mantenimiento de subestaciones eléctricas que abastecen a los contenedores reefer full de un terminal portuario.

Instrumentos de recolección de datos

Los instrumentos de recolección de datos fueron sometidos a juicio de tres expertos para su validación a través de la prueba V de Aiken; y para determinar su confiabilidad estos se sometieron a la prueba alfa de Cronbach.

3.5. Procedimientos

Se diseñó un sistema SCADA para el monitoreo de subestaciones eléctricas que abastecen a los contenedores reefer full del terminal portuario. Así mismo, se analizaron las fichas de check list para el monitoreo de subestaciones eléctricas que abastecen a los contenedores reefer full y los reportes e informes de condiciones anormales de funcionamiento de las mismas, además se aplicó un cuestionario al

personal a cargo para medir el nivel de conocimiento y ejecución de tareas relacionadas con el mantenimiento de éstas, antes y después del diseño del sistema SCADA.

Con los resultados obtenidos se compararon y analizaron para determinar cambios o variaciones significativas en los mismos, con la finalidad de aceptar o rechazar las hipótesis planteadas.

3.6 Método de análisis de datos.

Los resultados fueron organizados en tablas y figuras de frecuencia, para describir la gestión operativa del área de mantenimiento del terminal portuario antes y luego del diseño de sistema SCADA para monitoreo de subestaciones eléctricas. Estos resultados fueron analizados mediante los softwares Excel 2019.

Para finalizar se llevó a cabo un análisis estadístico inferencial para aceptar las hipótesis planteadas para esta investigación mediante la prueba t de student.

3.7. Aspectos éticos.

La presente es una investigación original, donde la confidencialidad de los participantes en el estudio se mantuvo, se respetó los derechos de autor de otras investigaciones y se garantizó la confiabilidad y veracidad de los datos y su procesamiento.

IV. RESULTADOS

4.1. Determinar la situación actual de la gestión operativa en el área de mantenimiento del terminal portuario.

Para determinar la situación de la gestión operativa en el área de mantenimiento antes de la aplicación del sistema SCADA se analizaron cuatro puntos principales siendo estos el análisis del check list, análisis de hoja de registros, análisis de entrevista y análisis del diagrama de Ishikawa.

4.1.1. Análisis de Check list.

El personal técnico del área de mantenimiento desarrolla una inspección con formatos Check list con un periodo semanal y por políticas de seguridad industrial siempre se encuentran en pareja y con una unidad móvil de transporte (camioneta) previo a un permiso de ingreso a las sub estaciones eléctricas autorizado por el área de operaciones.

Las inspecciones conllevan aproximadamente 45 minutos por sub estación, el terminal portuario cuenta con 07 sub estaciones (MS0, MS1, RS0, RS1, RS2, RS3 y RS4) generando 315 minutos por 02 técnicos el cual suma 10.5 horas hombre semanales más el uso de la unidad móvil.

Figura 1 Formato Check list tomado de una sub estación

LOGO DE LA EMPRESA	SUB ESTACIÓN ELÉCTRICA CHECK LIST SEMANAL	CÓDIGO TPE MT RE.78 Versión 02 Vigencia: 22/12/2014
SUB ESTACIÓN ELÉCTRICA	R52	
FECHA Y HORA	09 / 10 / 2022	
ENCARGADOS DE INSPECCIÓN	JOSÉ DSSA CHUNUP	
DESCRIPCIÓN	EVALUACIÓN (SI-NO)/VALOR	OBSERVACIONES
CELDA DE MEDIA TENSIÓN		
Las señales luminosas funcionan correctamente.	SI	
Las lecturas de los parámetros eléctricos se hacen correctamente.	SI	
Se aprecian alarmas en las celdas.	NO	
Los interruptores se encuentran en la posición correcta.	SI	
Los interruptores de media tensión se encuentran en la posición deseada.	SI	
Se aprecian desperfectos físicos.	NO	
TRANSFORMADORES DE POTENCIA		
La temperatura del transformador se encuentra en los rangos permitidos.	SI	
El estado de la sílica gel es la correcta.	SI	
Los extractores de aire se encuentran trabajando correctamente.	SI	
Se aprecia derrame de aceite.	NO	
BANCO DE CONDENSADORES		
Los bancos de condensadores se encuentran operativos.	SI	
La regulación del factor de potencia se hace correctamente.	SI	
Las lecturas de los parámetros eléctricos se hacen correctamente.	SI	
Se aprecian desperfectos físicos.	NO	
INSTALACIONES ELÉCTRICAS		
Todas las luminarias se encuentran operativas.	SI	
Todos los tableros de servicios se encuentran operativos.	SI	
Los aires acondicionados se encuentran operativos.	SI	
TABLEROS 440VAC		
El PLC presenta alarma alguna.	NO	
Todos los interruptores magneto térmicos se encuentran en su posición deseada.	SI	
Las pruebas de apertura y cierre funcionan correctamente.	SI	
MEDICIONES		
Temperatura de transformador 01	80.4	
Temperatura de transformador 02	82.6	
Tensión de llegada en la sub estación (KV)	30.4 FVJ	
Consumo de potencia activa en la sub estación (kW)	315 KW	
Consumo de potencia reactiva de la sub estación (KVAR)	10 KVAR	
THDS de corriente de todas las sub estaciones	—	
THDS de tensión de todas las sub estaciones	—	

Nota: Inspección desarrollado a las sub estaciones eléctricas con el instrumento Check list.

La **figura 1** muestra el detalle de cada inspección realizada, estado en las que se encuentran los equipos y los parámetros de lectura. La incertidumbre de no saber en qué momento cambiaran de estado los equipos por una condición no deseada o variaciones de los parámetros eléctricos fuera del rango normalizado es preocupante ya que no hay un método que permita evaluar los equipos permanentemente en tiempo real, haciéndolo aún más severo el acceso limitado a las sub estaciones hasta para el personal de mantenimiento ya que por políticas de seguridad portuaria se debe seguir con un procedimiento burocrático.

4.1.2. Análisis hoja de registros.

Para el análisis de la hoja de recolección de datos se hizo un resumen en la cual se expresa en las siguientes dos tablas. Cabe resaltar que el área de mantenimiento eléctrico está conformada por 05 técnicos.

Los registros fueron tomados desde el 05 de septiembre hasta el 24 de octubre con

una frecuencia semanal con los cuales se desarrollarán los cálculos de los análisis. En ellas se volcaron todos los resultados relevantes para este análisis como inspecciones programadas por semana, inspecciones realizadas, así como las que fueron realizadas de según el programa , recursos utilizados y un costo aproximado por la ejecución de la las actividades.

Tabla 1. Resumen de registro de datos.

Ítem	Semana	Inspección programada	Inspección realizada	Inspección realizada conforme	Recursos		Costos HH=S/.8,75 HM=S/. 18,00
					HH=Horas hombre, HM=Horas máquina Técnicos y Equipos	Horas	
01	36	05-Set	05-Set	✓	- 02 Técnicos - 01 camioneta	- 10.5 HH - 5.25 HM	S/. 186.37
02	37	12-Set	12-Set	✓	- 02 Técnicos - 01 camioneta	- 10.5 HH - 5.25 HM	S/. 186.37
03	38	19-Set	22-Set	✗	- 02 Técnicos - 01 camioneta	- 10.5 HH - 5.25 HM	S/. 186.37
04	39	26-Set	26-Set	✓	- 02 Técnicos - 01 camioneta	- 10.5 HH - 5.25 HM	S/. 186.37
05	40	03-Oct	-	✗	-	-	-
06	41	10-Oct	10-Oct	✓	- 02 Técnicos - 01 camioneta	- 10.5 HH - 5.25 HM	S/. 186.37
07	42	17-Oct	17-Oct	✓	- 02 Técnicos - 01 camioneta	- 10.5 HH - 5.25 HM	S/. 186.37
08	43	24-Oct	25-Oct	✗	- 02 Técnicos - 01 camioneta	- 10.5 HH - 5.25 HM	S/. 186.37
TOTAL	8	8	7	5	-	- 73.5 HH - 36.75 HM	S/. 1,304.59

Nota: Registros tomados entre el 05 de septiembre hasta el 24 de octubre del presente año.

En la **Tabla 1**, se detallan los 08 registros recolectados en un periodo semanal.

Se puede apreciar que según la dimensión gestión de resultados con su indicador eficacia de cantidad siendo esta la relación entre la cantidad de tareas realizadas y las programada existe una deficiencia. La gestión de resultados se encuentra en un 62.5% no cumpliendo con los plazos programados previa programación.

$$\text{Eficacia de cantidad} = \frac{\text{Inspecciones realizadas conformes}}{\text{Inspecciones programadas}} \times 100$$

$$\text{Gestión de resultados} = \frac{5}{8} \times 100$$

$$\text{Gestión de resultados} = 62.5\%$$

Así mismo se puede notar que según la dimensión gestión de procedimientos con su indicador grado de cumplimiento existe una falencia. Se puede notar que la gestión de procedimientos está en 60%, pues no se está cumpliendo con el proceso y el procedimiento programado como se puede ver en la semana 40, esto conlleva a desconocer el estado de los equipos durante la semana.

$$\text{Grado de cumplimiento} = \frac{\text{personas cumplen procedimiento}}{\text{\# total personas}} \times 100$$

$$\text{Grado de cumplimiento} = \frac{2}{5} \times 100$$

$$\text{Grado de cumplimiento} = \frac{3}{5} \times 100$$

$$\text{Grado de cumplimiento} = 60\%$$

Por otro lado, la dimensión gestión de insumos con su indicador productividad que es la relación entre la cantidad o costo del servicio realizado y la cantidad o costo de los recursos utilizados presenta un valor de 1.87 el cual se puede mejorar significativamente reduciendo recursos utilizados. La cantidad o costo del servicio realizado se estima lo que una empresa tercera cobraría (Ver anexo) por lo que se

solicitó la cotización de una empresa externa para tener como referencia.

$$Productividad = \frac{\text{Cantidad / Costos inspecciones realizadas}}{\text{Cantidad / Costos recursos utilizados}}$$

$$Productividad = \frac{350 \text{ Soles}}{186.37 \text{ Soles}}$$

$$Productividad = 1.87$$

Durante el periodo de recolección de datos de registraron dos eventos anómalos reportado por el área de operaciones.

Tabla 2 Recolección de datos de eventos anómalos

Ítem	Semana	Fecha	Inspección realizada	Recursos		Costos	
				Técnicos y Equipos	Horas	S/. 8,75 HH	S/. 18,00 HM
01	36	22-Jun	05-Set	- 03 Técnicos - 01 camioneta	- 4.5 HH - 1.5 HM	S/	66.37
02	37	08-Ago	14-Set	- 04 Técnicos - 01 camioneta	- 6.4 HH - 1.8 HM	S/	84.80

Nota: Eventos anómalos en las sub estaciones eléctricas ocurridas en día 22 de junio y 08 de agosto con un tiempo aproximado de interrupción eléctrico de 1.3 horas.

La **Tabla 2** presenta 02 eventos anómalos registrados, para dar atención técnica al evento 01 llevó 1.5 horas después de ser alertados por el área operativa que registró una subida de temperatura en uno de sus contenedores, fue necesario el apoyo de 03 técnicos y 01 unidad móvil de transporte. Así mismo, para dar atención técnica al evento 02 llevó 1.6 horas después de ser alertados por el área operativa el cuál del mismo modo registró una subida de temperatura en uno de sus contenedores, en aquel

evento fue necesario el apoyo de 04 técnicos y 01 unidad móvil de transporte.

Las interrupciones no programadas no solo conlleva un gasto monetario en dar respuesta técnica al problema, también quedan registrados en las memorias internas de los contenedores los cuales a muchas interrupciones y por tiempos prolongados conlleva una penalidad a la instalación portuaria.

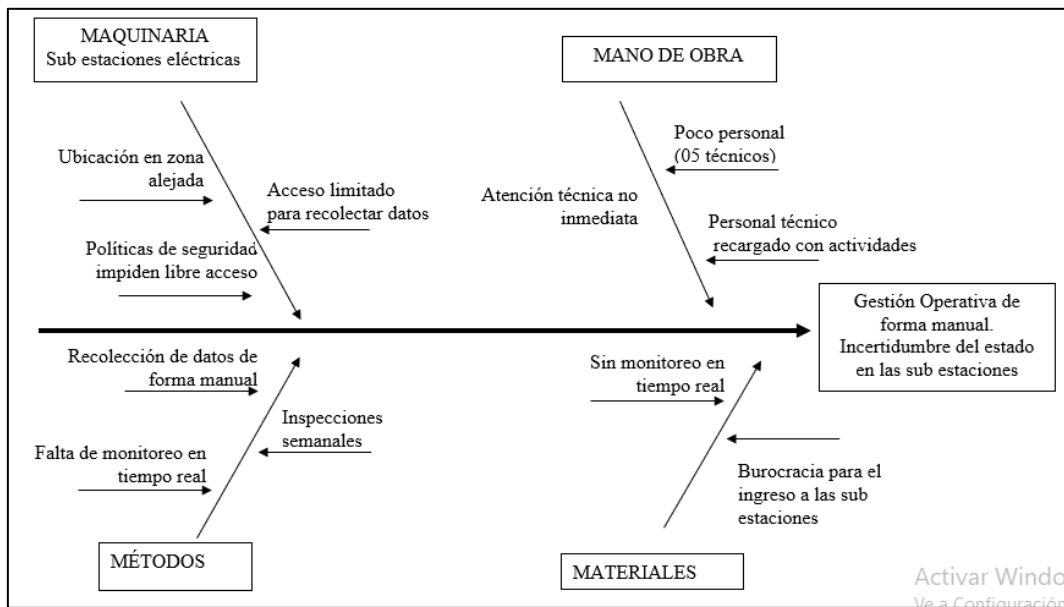
4.1.3. Análisis de la entrevista.

En la entrevista se pudo determinar que existe un procedimiento escrito para el desarrollo de las inspecciones a las sub estaciones con una frecuencia semanal y día específico lunes. La difusión de este procedimiento al personal de mantenimiento es una vez al año generando que estas instrucciones vayan perdiendo fuerza en su aplicación. El procedimiento no se ha actualizado el cual debería hacerse ya que las condiciones por la coyuntura social e instalaciones nuevas de equipos por ampliaciones en el terminal portuario lo ameritan. La aplicación rigurosa de las inspecciones programadas durante el año no se aplica según lo deseado debiéndose a factores como sobre carga de actividades al personal, poco personal en el área eléctrica, falta de movilidad en algunos casos, acceso limitado a las sub estaciones entre otros.

4.1.4. Análisis del diagrama de Ishikawa.

El análisis del diagrama de Ishikawa o causa efecto permite enfocar el problema principal en la “cabeza” del esquema emergiendo desde la espina central las causas mayores las generan.

Figura 2 Diagrama de Ishikawa



Nota: Diagrama de Ishikawa recogiendo todas las posibles causas que originan el problema principal.

En la **Figura 2** se aprecia en la cabeza del esquema el problema principal siendo este la gestión operativa de forma manual lo cual crea incertidumbres del estado de los equipos a lo largo de una semana después de realizar la inspección porque no se puede monitorear en tiempo real. Así mismo, crea retrasos a respuestas inmediatas ante eventos anómalos que pueden registrarse a lo largo del tiempo. Se aprecia que las causas principales son: las sub estaciones se encuentran alejadas de los talleres, acceso limitado por políticas de seguridad portuaria, poco personal y estas con recargo de actividades, recolección de datos semanales y con periodos semanales, falta de monitoreo en tiempo real de los equipos y burocracia para los ingresos a las instalaciones (sub estaciones) por el área de operaciones.

4.2. Configurar el sistema SCADA para permita la inspección en tiempo real.

Para el desarrollo del sistema SCADA se utilizará el software IWS v8.1 Indusoft Web

Studio Educational. Este es un producto de AVEVA, fue desarrollado para funcionar en Windows XP, Windows 7, Windows 8, Windows 10 o Windows 11 con en sistemas de 32 y 64 bits.

AVEVA es una compañía líder mundial en software industrial, impulsa la transformación digital para organizaciones industriales que gestionan procesos operativos complejos. A través de Performance Intelligence, AVEVA conecta el poder de la información y la inteligencia artificial (IA) con el conocimiento humano para permitir una toma de decisiones más rápida y precisa, ayudando a las industrias a impulsar la entrega operativa y la sostenibilidad.

Figura 3. Software utilizado para el desarrollo del proyecto.



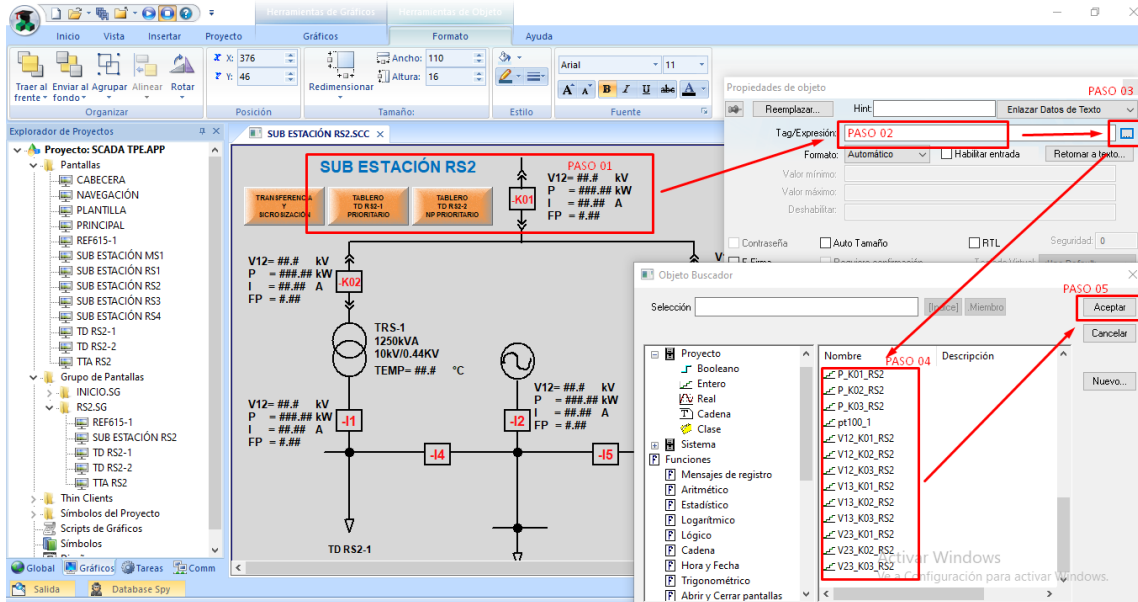
Nota: Software utilizado con licencia estudiantil por la compañía hoy llamada AVEVA.

4.2.1. Configuración para lectura de parámetros eléctricos en tiempo real.

Es necesario conocer en tiempo real los parámetros eléctricos como voltaje, frecuencia, corriente, potencias, temperaturas para mejorar la gestión operativa en el área de mantenimiento la objeción que las sub estaciones se encuentren alejadas y

con acceso limitado.

Figura 4 Configuración del SCADA para visualización de parámetros en tiempo real.



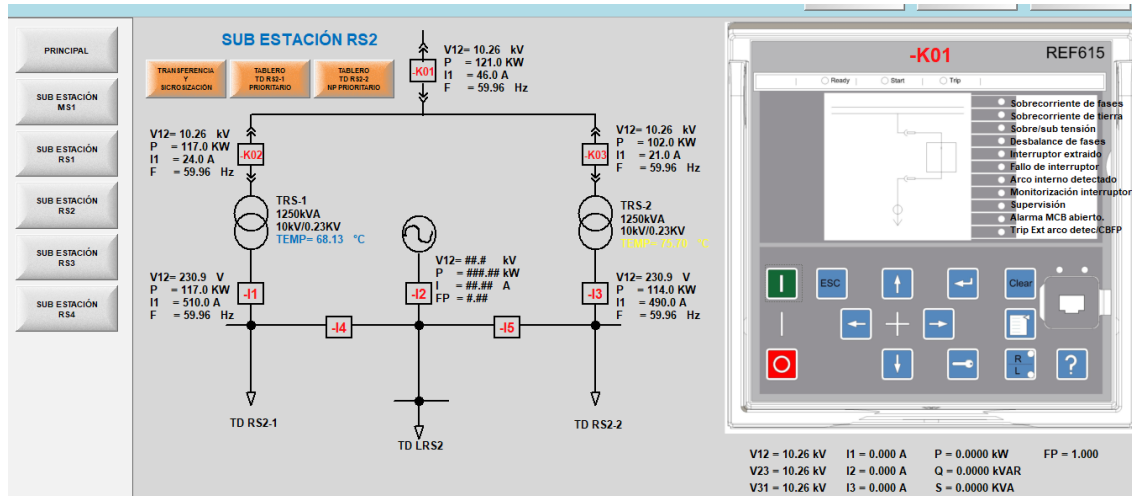
Nota: Configuración de lectura para el voltaje de la línea 1 y línea 2. Celda de protección en media tensión -K01 de la sub estación RS2.

En la **Figura 4** se detalla el proceso de configuración por cada parámetro a leer de los instrumentos como relés de protección, medidores multifuncionales, controladores de temperatura y módulo de transferencia automático ubicados en la sub estación eléctrica. Cada valor que se pretende leer (Paso 01) en tiempo real se le asigna un tag (Paso 02) el cual será seleccionado desde un menú (Paso 03) previamente configurado y guardado en el sub menú de Tags (Paso 04) para luego aceptar la selección (Paso m05). Los Tags fueron creados con variables de tipo entero ya que se necesita obtener datos hasta el segundo decimal.

Con esta configuración nos aseguramos de poder saber en tiempo real sin tener que esperar un lunes de la semana entrante los valores de los parámetros eléctricos

pudiendo hacer un diagnóstico y actuar antes de que ocurra una falla.

Figura 5 Lectura de parámetros en tiempo real.



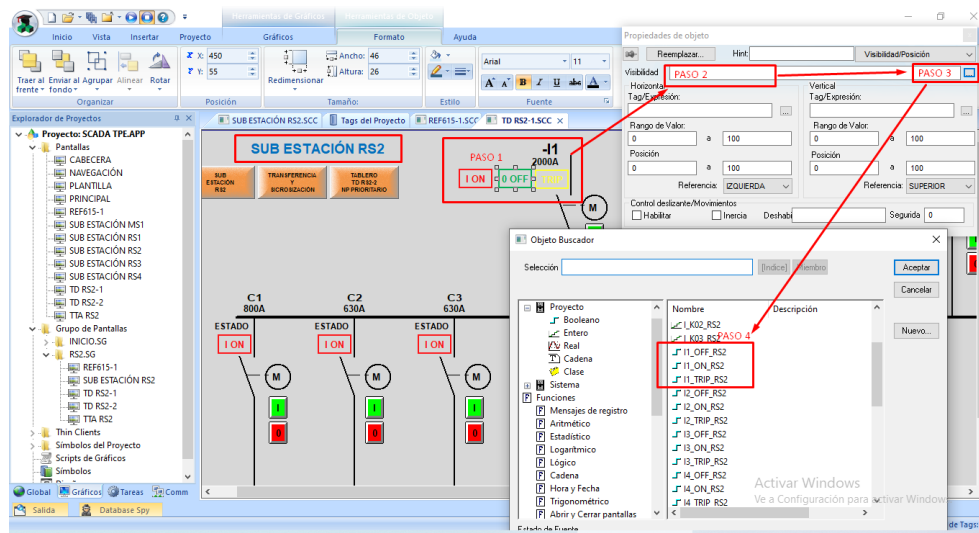
En la **figura 5** se puede apreciar los valores capturados como tensión, potencia, corriente y frecuencia de la sub estación RS2. Así mismo, el valor de temperatura del transformador TRS-1 registrado por el controlador es de 68.1°C y con letras de color azul indicando que la temperatura se encuentra dentro de los parámetros permisibles por el fabricante. Por otro lado podemos ver que el valor de temperatura del transformador TRS-2 es de 75.7°C y con color ámbar dando una alerta que la temperatura está subiendo y el sistema de climatización no está funcionando correctamente requiriendo una inspección antes que los parámetros lleguen a salir de fuera de los valores recomendados por el fabricante y posibles fallas.

4.2.2. Configuración para visualizar en tiempo real el estado de los equipos.

Configurando el software para visualizar el estado de los equipos en tiempo real (interruptores termomagnéticos de media y baja tensión, módulos de control de transferencia y temperatura, controlador lógico programable-PLC).

Esta configuración nos permite ver en tiempo real si los equipos están con el circuito abierto, circuito cerrado o brequeado por alguna falla. Así mismo se puede consultar el estado de los módulos de control y PLC para determinar si estos están en modo automático, modo manual o si presentan una alarma o falla.

Figura 6 Configuración del SCADA para visualización del estado en tiempo real

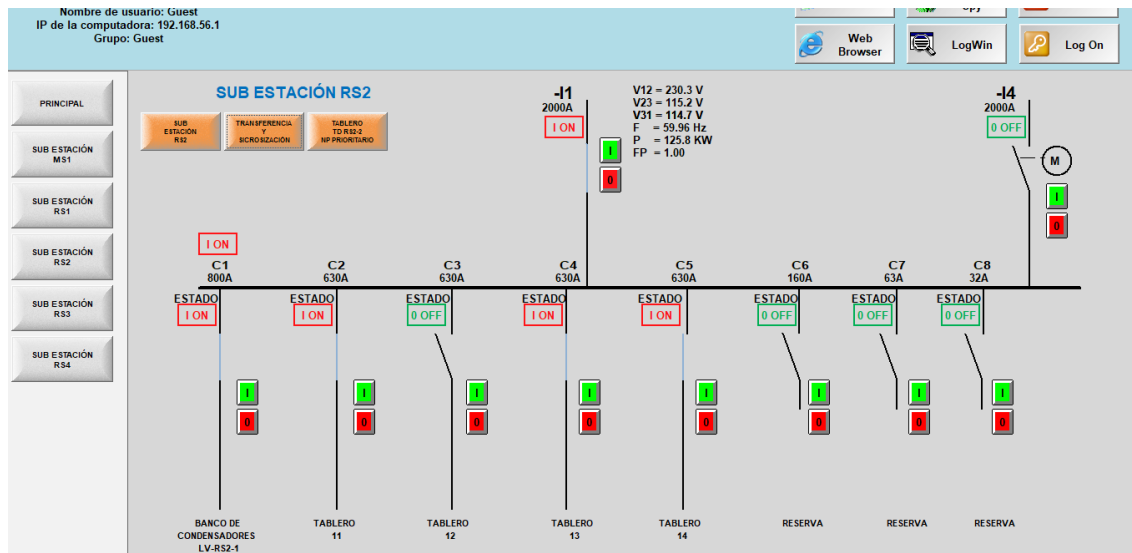


Nota: Configuración del estado a mostrar para el interruptor termomagnético -I1 (On, Off o Trip)

La **Figura 6** detalla el proceso de configuración para visualizar en tiempo real el estado de los interruptores de media tensión, interruptores de baja tensión, PLC y módulo de transferencia automático. El estado de estos equipos puede ser cerrado (On), abierto (Off), falla (Trip), automático (Auto) y manual (Man). Cada estado a presentar en el monitor (Paso 01) en tiempo real se le asigna un tag (Paso 02) el cual será seleccionado desde un menú (Paso 03) previamente configurado y guardado en el submenú de Tags (Paso 04). Los Tags fueron creados con variables de tipo booleano ya que solo se necesita saber la posición de cada bit (0-1).

Con esta configuración se elimina la incertidumbre de no saber cómo se encuentran los equipos ya que por medio de una pantalla de un ordenador se puede consultar en cualquier momento y este nos lo mostrará el resultado del momento consultado.

Figura 7. Visualización de los estados en tiempo real.

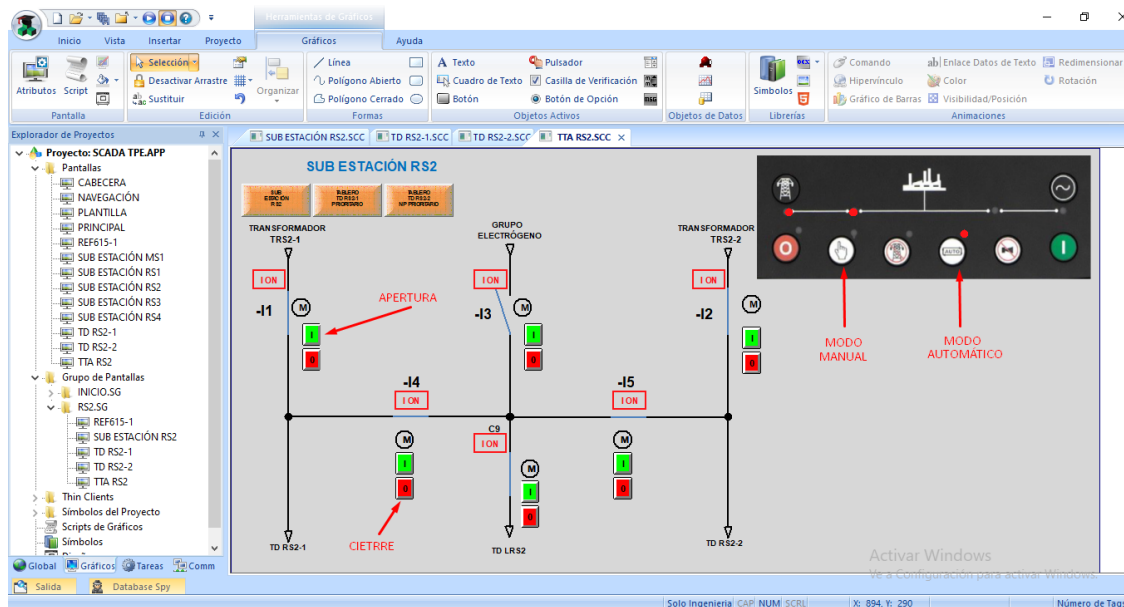


En la **figura 7** se puede ver el estado de cada uno de los equipos (si estos están abiertos, cerrados o en falla). Se aprecia que mientras el interruptor termomagnético se encuentra cerrado (I1, C1, C2, C4, y C5) este muestra una línea vertical de color celeste y un indicador dentro de un rectángulo de color rojo que indica “I ON”. Así mismo, cuando el estado del interruptor está abierto (I4, C3, C6, C7 y C8), la línea se coloca en diagonal y cambia de color a negro presentando un indicador dentro de un rectángulo de color verde con el mensaje “0 OFF”. Por consiguiente, cuando algún interruptor termomagnético cambia a estado de falla se visualiza una línea en diagonal y un mensaje dentro de un rectángulo de color rojo “TRIP”, todos estos indicadores cambian a color rojo con un parpadeo de frecuencia 0.5 Hz.

4.3. Configurar el sistema SCADA para que permita respuesta inmediata.

Para eliminar las respuestas técnicas retrasadas ante eventos anómalos se configuró el software que permita la apertura y/o cierre de los circuitos, así como reseteo de alarmas y fallas memorizadas en los controladores.

Figura 8. Control de los equipos por SCADA



Nota: Los equipos pueden ser controlados desde el monitor del computador a través del SCADA.

En la **Figura 8** se aprecia los botones implementados que controlan a cada equipo para dar orden de apertura o cierre, así como colocar los equipos en modo manual, automático o resetear alguna falla presentada en los controladores. Esta acción se toma en conjunto con lo antes mencionado siendo las lecturas de los parámetros eléctricos en tiempo real que se visualizan en los instrumentos.

Con esta configuración se da respuesta inmediata de apertura o cierre a los circuitos mientras el personal técnico llega a la zona de trabajo y realiza una evaluación presencial minimizando los tiempos prolongados de interrupciones energéticas a los

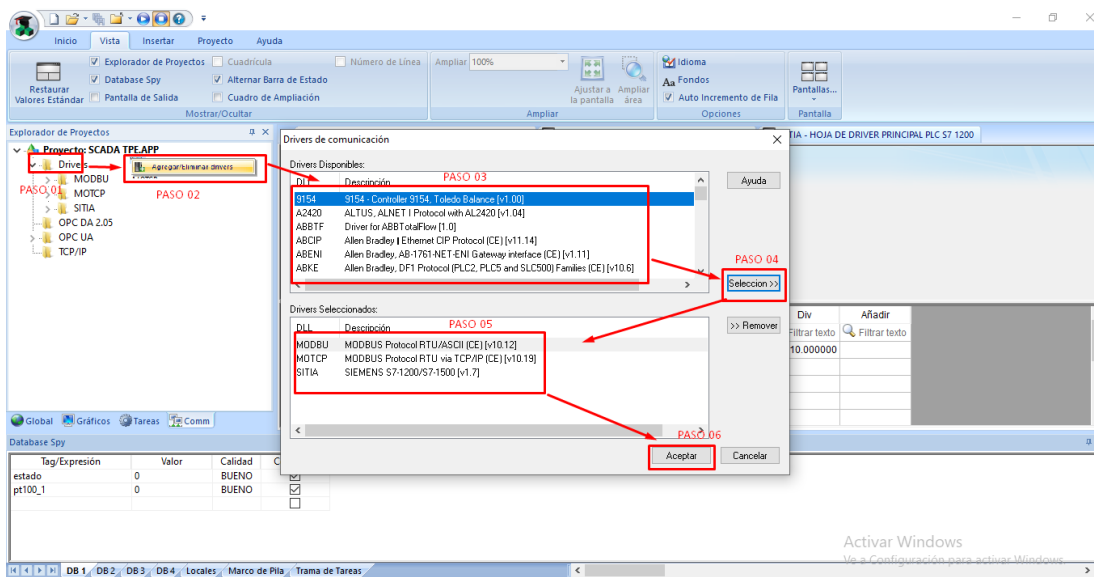
contenedores evitando penalizaciones.

La respuesta promedio con el sistema SACADA es aproximadamente 30 minutos.

4.4. Establecer la comunicación con los dispositivos de control

Para poder supervisar, controlar y monitorear los datos en tiempo real es necesario la comunicación de equipos con el software y el ordenador.

Figura 9 Selección de protocolos de comunicación como Modbus RTU y Modbus TCP

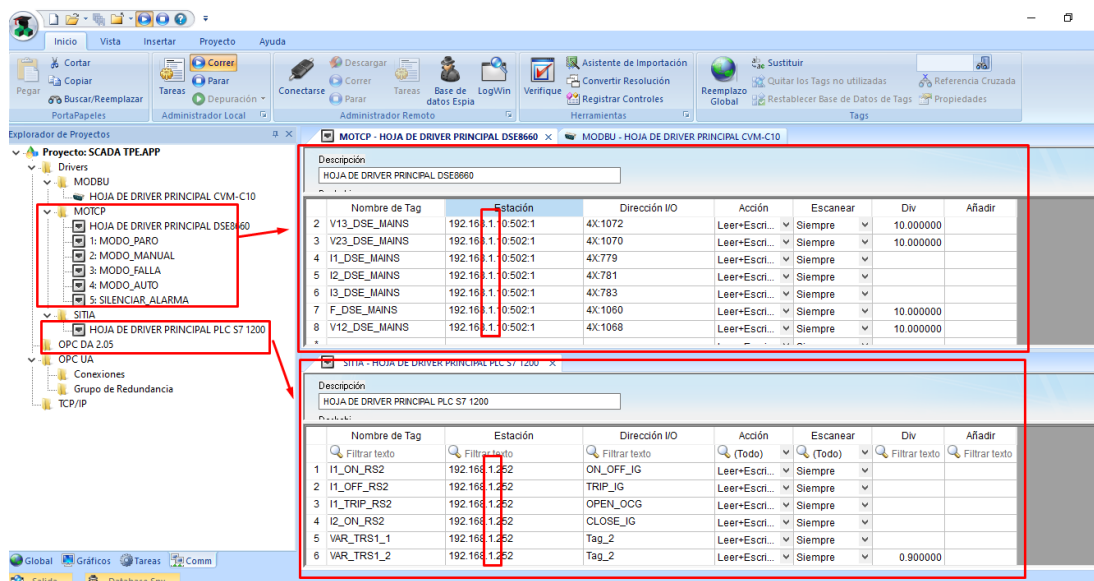


Nota: Elección de los protocolos de comunicación.

En la **Figura 9** se visualiza la configuración para seleccionar los protocolos de comunicación de los equipos que cuentan con Modbus RTU y Modbus TCP. Haciendo click derecho en el punto Drive (Paso 01) se abre una ventana en la cual hay que hacer click para agregar un nuevo Drive (Paso 02), luego pasamos a una lista de drive disponibles en el software para escoger los deseados (Paso 03) y con el botón seleccionar (paso 04) pasan a la pestaña de selección (Paso 05), Cuando se tengan todos los Drive deseados se confirma con el botón Aceptar (Paso 06).

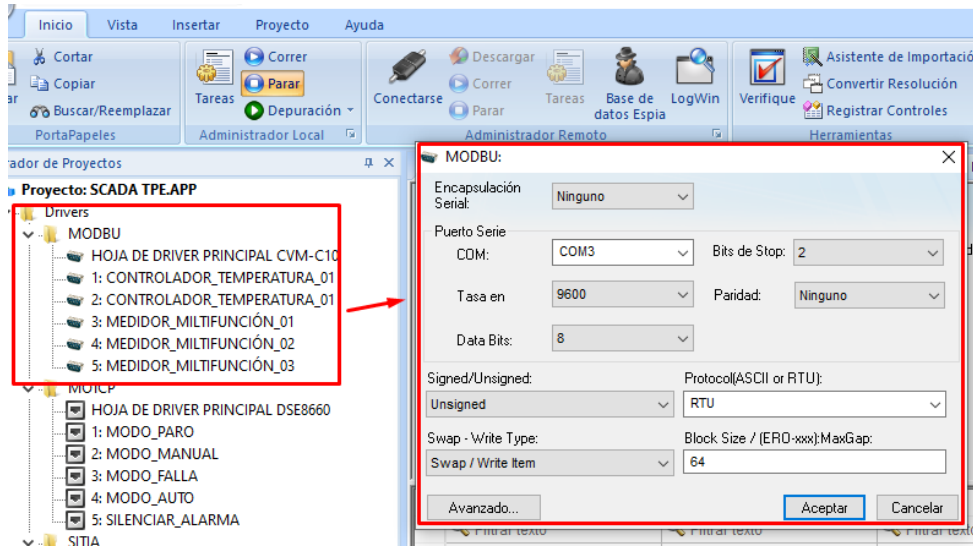
Con esta configuración se elimina la necesidad de estar en contacto físico con los equipos ya que de forma remota se accede a todos. Esta suprime el inconveniente de acceso limitado a las sub estaciones y el procedimiento burocrático para entrar a ellas ante una inspección o dar soporte técnico.

Figura 10. Direccionamiento Modbus TCP/IP



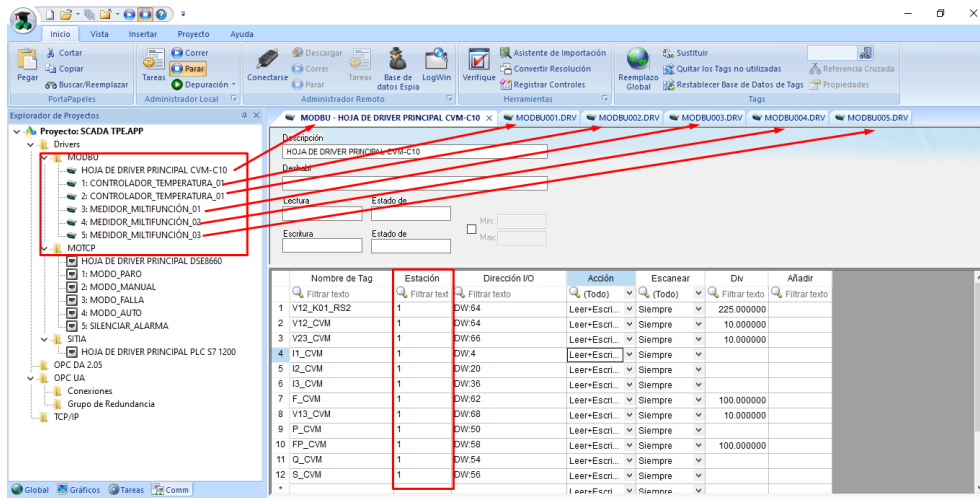
En la **figura 10** se visualiza que se usó el segmento de red 1. Al módulo de transferencia automático se le asignó la dirección IP 192.168.1.0 con el puerto 502 y el dispositivo 1. Así mismo, la dirección del controlador lógico programable fue 192.168.1.252 y como es una marca asociada al software de indusoft no necesita de número de puerto y número de dispositivo. La celda de media tensión K01 de les asignó la dirección IP 192.168.1.10 puerto 201 y dispositivo 20, la celda K02 fue 192.168.1.11 puerto 201 y dispositivo 21, la celda K03 fue 192.168.1.12 puerto 202 y dispositivo 22.

Figura 11. Configuración Modbus RTU.



La figura 11 detalla la configuración Modbus RTU siendo el puerto serie donde entra la información al ordenador por el COM3, bit de parada 2, velocidad de transmisión a 9600 baudios, bit de parida ninguno y protocolo de comunicación RTU.

Figura 12. Direcciones Modbus RTU.



La figura 12 muestra la configuración de los 06 dispositivos que cuentan con protocolo de comunicación Modbus RTU mediante la capa física RS485. El CVM-C10 cuenta con la dirección 1, el controlador de temperatura 01 con dirección 5, el controlador de

temperatura 02 con dirección 6, medidor multifunción 01 con dirección 10, medidor multifunción 02 con dirección 11 y el medidor multifunción 03 con dirección 12,

V. DISCUSIÓN

El objetivo específico uno consiste en determinar la situación actual de la gestión operativa en el área de mantenimiento del terminal portuario. Según Hernández, Fernández y Baptista (2014) conocer la situación actual de la problemática, lo que se conoce y lo que no, lo escrito y lo no escrito, lo evidente y lo tácito nos conlleva a determinar el estado del mismo para proponer alternativas de solución. De acuerdo al diagnóstico de la gestión operativa actual se identificó que la instalación portuaria está desarrollando una gestión de forma manual no autónoma, las inspecciones semanales se realizan a destiempo y los accesos limitados a ellas impiden una monitorización de parámetros eléctricos, así como el soporte técnico. Puyen (2022) al aplicar un cuestionario encontró que en la empresa de estudio no se ha implementado el mantenimiento autónomo, esto forma parte de una propuesta para mejorar la gestión de las operaciones comerciales y obtener resultados de alta productividad operativa, con base de datos y análisis integrado de los resultados obtenidos. El presente trabajo está relacionado al nuestro porque, así como Puyen determinó que existe en su población de estudio un mantenimiento no autónomo generando deficiencia en la fabricación de su producto, en el nuestro la gestión operativa se llevaba de forma manual realizándose fuera de los tiempos programados, así como la incertidumbre de no saber el estado de los equipos y parámetros eléctricos.

El segundo objetivo específico estuvo relacionado con configurar el sistema SCADA para que permita la inspección en tiempo real de la operatividad de subestaciones eléctricas. Pérez (2015) menciona que el sistema SCADA actúa como interfaz del operador, incluyendo la presentación de información de variables en tiempo real, la

administración de alarmas y la recolección y presentación de información “historizada”. El SCADA fue configurado de tal manera que el software esté “jalando” los parámetros eléctricos y el estado de éstos, presentándolos en el monitor del ordenador dando advertencias como alarmas visuales sobre valores o estados fuera de los rangos parametrizados. Ferreira y Barros (2018) utilizó como interfaz el sistema SCADA para el envío de información desde las sub estaciones hasta el centro de control, sistema de monitoreo que permitió, además de detectar la falla en tiempo real, indicar la sección donde ésta se produjo y generar alarmas sobre situaciones de riesgo para la red eléctrica por factores ambientales, el presente estudio muestra semejanza porque en ambas situaciones se realizó el uso de un sistema SCADA para el monitoreo en tiempo real y así facilitar la detección de fallas en los equipos. Esta investigación se asemeja al nuestro ya que en ambas situaciones se utilizó un sistema SCADA para ver el estado de los equipos, así como los parámetros eléctricos configurados en el software,

El objetivo específico tres consiste en configurar el sistema SCADA para que permita respuesta inmediata ante eventos en las subestaciones eléctricas debido a fallas en el suministro de energía eléctrica. Pérez (2015) menciona que el sistema permite comunicarse con los dispositivos de campo para controlar el proceso en forma automática o manual desde la pantalla del ordenador, que es configurada por el usuario y puede ser modificada con facilidad. Para configurar el sistema SCADA a dar una respuesta inmediata ante eventos anómalos, se apuntó a las direcciones Modbus de cada instrumento para actuar dependiendo la necesidad de cada situación recortando los

tiempos prolongados de interrupciones eléctricas. Pujotomo (2018) analizó la efectividad de un sistema SCADA en el control de sistemas de distribución eléctrica de media y baja tensión en Yakarta, Indonesia, para esto comparó los índices de confiabilidad SAIDI, índice de duración de interrupción promedio del sistema y SAIFI, índice de frecuencia de interrupción promedio del sistema, antes y después de la puesta en funcionamiento del sistema SCADA obteniendo resultados favorables, este trabajo se asemeja a nuestra investigación en la medida que el índice de duración de interrupción promedio mejoró de 90 a 30 minutos reduciendo los riesgos de penalizaciones por parte de los clientes.

El cuarto objetivo específico consiste en establecer la comunicación con los dispositivos de control de subestaciones eléctricas que abastecen de un terminal portuario. Gordon (2004) establece que la interconexión de dos o más dispositivos con comunicación digital es el primer paso hacia el establecimiento de una red con el fin de mantener comunicado todos los dispositivos. Para la comunicación de los equipos nos apoyamos de la tecnología en redes asignándoles direcciones IP a los equipos que tenían protocolo TCP/IP y direcciones motbus RTU a los que cuentan con RS485. Bastidas, León y Ruíz (2019) llegó a la conclusión que el 80% los encuestados afirman que la tecnología en redes es un apoyo primordial para el buen desempeño de la gestión operativa; así mismo, concluyen que gran parte de sus operaciones no se ejecutan con rapidez debido a la ausencia del enlace de red e incluso la información obtenida en un determinado tiempo se ha extraviado al momento de transportarla físicamente de un sitio a otro; este estudio en cuanto al resultado expuesto es similar al

nuestro ya que el sistema SCADA corrió sobre la red local para ejecutar los comandos mejorando el desempeño de la gestión operativa en el área de mantenimiento, las inspecciones realizadas con los formatos Check list no se ejecutaban en los tiempos programados y eran propensos a perder durante el desarrollo de las actividades rutinarias. Samada (2018) concluyó que el empleo de protocolos como OPC, Modbus TCP y Modbus RTU, ofrecen elevada fiabilidad en la comunicación, así como un ahorro considerable de tiempo en la configuración”, esto se asemeja a nuestros resultados ya que las comunicaciones empleadas en el desarrollo del SACADA se usó protocolos Modbus RTU y Modbus TCP, con ello el tiempo de programación disminuyó considerablemente debiéndose a protocolos de comunicación abiertos.

El objetivo general fue diseñar un sistema SCADA para mejorar la gestión operativa en el área de mantenimiento de un terminal portuario. Velásquez y Custodio (2011) mencionan que un SCADA es un sistema basado en computadores que permite supervisar y controlar a distancia una instalación de cualquier tipo. Entre los módulos de un SCADA se encuentra el de Mantenimiento, el cual se encarga de controlar todas operaciones relativas al mantenimiento de los equipos de la planta o empresa mejorando así la gestión operativa de esta área. Con el diseño del sistema SCADA siendo esta una herramienta de reingeniería se mejoró la gestión operativa en el área de mantenimiento recortando los tiempos de interrupciones, eliminando los inconvenientes de acceso limitando para soporte técnico, así como inspecciones señales que se desarrollaba en los tiempos fuera de lo programado. En el trabajo de Contreras (2022) se determinó la relación entre la reingeniería de procesos y la gestión

operativa con el personal operativo en una empresa de transportes de carga, después de procesar la información muestra una correlación positiva alta y significativa en un 99% la cual es proporcional, a mayor aplicación de la reingeniería de procesos será mayor el beneficio de la empresa en el área de gestión operativa y viceversa, este trabajo tiene semejanza junto al nuestro ya que la aplicación de la reingeniería y de métodos tecnológicos ayudaron a mejorar significativamente la gestión operativa.

VI. CONCLUSIONES

Se determinó el estado en la que se encontraba la gestión operativa aplicando las herramientas Check list, hoja de registro de datos, entrevista al jefe de mantenimiento, el diagrama de Ishikawa en la que se encontró la incertidumbre de no saber en qué estado se encuentran los equipos y parámetros eléctricos, la gestión de resultados estaba en 62.5%, grado de cumplimiento 60% y productividad 1.87; así mismo las atenciones técnicas ante fallas ocurridas demoraban aproximadamente 1.5 horas.

El sistema SCADA se configuró apuntando a las direcciones Modbus de cada equipo según el manual del fabricante para obtener datos del estado de cada uno de ellos (abierto, cerrado, falla, automático, manual, etc.) y leer los diferentes parámetros eléctricos (voltaje, corriente, potencias, energías, etc.), con ello tenemos conocimiento exacto y en tiempo real la operatividad de las sub estaciones eléctricas, del mismo modo se mejoró la productividad de 1.87 a 6.68.

La respuesta inmediata ante eventos anómalos en los equipos eléctricos se resolvió configurando el sistema SCADA de tal manera que desde el ordenador (PC) poder controlar cada uno de los equipos apuntando a las direcciones Modbus dando respuesta técnica inmediata. Con ello eliminamos los tiempos prolongados que tomaba reponer un sistema entrado en falla desde el inicio de la anomalía

Se estableció la comunicación entre dispositivos con protocolos de comunicación Modbus RTU y Modbus TCP/IP para luego integrarlos a la red local y poder tener acceso a la información en cualquier momento desde un ordenador previamente configurado eliminando el inconveniente de acceso limitado a las sub estaciones.

VII. RECOMENDACIONES

Solicitar por parte del jefe de mantenimiento a su jefatura una capacitación acerca del manejo del software y la navegación por sus diferentes pantallas para el personal que tendrá contacto directo con la aplicación SCADA diseñada para mejorar la gestión operativa.

Considerar que el desarrollo de esta investigación abarcó a una de las siete sub estaciones, evaluar la ejecución y desarrollo del acoplamiento de las otras seis sub estaciones al sistema existente mejorando aún más el desarrollo de la gestión operativa.

Comprar la versión profesional del software IWS v8.1 Indusoft Web Studio y obtener una licencia propia entregada por la institución de desarrollo debido a que durante el desarrollo de la investigación se usó una versión estudiantil con limitaciones como la cantidad de tags.

Considerar la integración del sistema SCADA en las futuras ampliaciones manteniendo el protocolo de comunicación Modbus RTU y/o Modbus TCP/IP-

REFERENCIAS

1. AVILÉS Vílchez, J. B. **Automatización de equipos de protección y reconexión mediante un Sistema SCADA usando comunicación GPRS para la gestión remota de la red de distribución eléctrica de HIDRANDINA S.A.** [en línea]. Tesis (Título de Ingeniero Mecatrónico). Lima: Universidad Ricardo Palma. 2020. Disponible en:
<http://repositorio.urp.edu.pe/handle/URP/3549>
2. CABÚA, J. R., NAVARRETE, D. G. y PORRAS, R. P. **Sistemas SCADA.** 2004. [en línea]. España: Universitat Politècnica de Catalunya. [fecha de consulta 26 de mayo de 2022]. Disponible en:
https://www.sistemamid.com/panel/uploads/biblioteca/2013-08-04_08-34-0840201-3452.pdf
3. CARRIÓN Aquise, E. R. **Diseño de la transferencia automática de energía eléctrica monitoreado con SCADA para la máquina extrusora de plástico en la Empresa Peruana de Modelados S. A., Callao 2018.** [en línea]. Trabajo de Titulación (Título de Ingeniero Mecatrónico). Lima: Universidad Tecnológica del Perú. 2019. Disponible en:
<https://hdl.handle.net/20.500.12867/2622>
4. CLARKE, G., REYNDERS, D. **Practical Modern SCADA Protocols DNP3, 60870.5 and Related systems.** Disponible en:
<https://web.p.ebscohost.com/ehost/ebookviewer/ebook/ZTAwMHh3d19fMTA0Nzc5X19BTg2?sid=ab1a3b7a-a247-4fbb-a02a-a6f186e4812b@redis&vid=0&format=EB&rid=1>
5. CONTRERAS Morales, S. V. **Reingeniería de procesos y gestión operativa en personal operativo de la empresa de transportes de carga pesada.** Tesis (Maestría en Gerencia de operaciones y logística). Universidad “César Vallejo”. Disponible en:

https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/101090/Contreras_MSVD.pdf?sequence=1&isAllowed=y

6. FERREIRA, E. F. y BARROS, J. D. ***Faults Monitoring System in the Electric Power Grid of Medium Voltage***. In *Procedia Computer Science* [en línea]. 2018, Vol. 130, pp. 696–703. Elsevier B.V. [fecha de consulta 27 de mayo de 2022]. Disponible en:
<https://doi.org/10.1016/j.procs.2018.04.123>
ISSN: 1877-0509
7. GALLARDO, E. ***Protocolo de comunicación para la integración de dispositivos en los sistemas scada de las subestaciones eléctricas***. *Télématique*, 2022, Vol.21 (1), p.59-82. Disponible en:
<https://web.p.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=0&sid=ccbac6b4-74ea-41c4-8651-0ae33845b79e%40redis>
8. HERNÁNDEZ, R., FERNÁNDEZ, C., BAPTISTA, L. ***Metodología de la Investigación***. Disponible en:
<https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>
9. HERNÁNDEZ, J. ***El mundo de los sistemas SCADA***. En Samada Rigó, S. E. ***Aplicación SCADA para la monitorización del sistema eléctrico aislado “Cayo Santa María”***. [en línea]. Tesis (Maestría en Automática y Sistemas Informáticos). Santa Clara, Cuba: Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas. 2018. Disponible en:
<http://dspace.uclv.edu.cu:8089/handle/123456789/10758>.
10. HUAMÁN JURADO, C. H. ***La Gestión operativa y la lucha contra el contrabando en las unidades operativas de la SUNAT – ADUANAS***. Tesis

(Maestría en Gestión Pública). Universidad “César Vallejo”. Disponible en:

[https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/6351/Huam%
c3%a1n_JCH.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/6351/Huam%c3%a1n_JCH.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

11. ISOTOOLS Excellence. **¿Qué es la gestión operativa de una empresa y cómo mejorarla?** [en línea]. Blog Calidad y Excelencia. [actualizado 26 de marzo de 2015] [fecha de consulta 26 de mayo de 2022]. Disponible en:
[https://www.isotools.org/2015/03/26/que-es-la-gestion-operativa-de-una-
empresa-y-
comomejorarla/#:~:text=Definici%C3%B3n%20de%20gesti%C3%B3n%20operativa,y%20sus%20diferentes%20objetivos%20operativos](https://www.isotools.org/2015/03/26/que-es-la-gestion-operativa-de-una-empresa-y-comomejorarla/#:~:text=Definici%C3%B3n%20de%20gesti%C3%B3n%20operativa,y%20sus%20diferentes%20objetivos%20operativos).
12. JUÁREZ Chavez, E. y QUIROZ Ramirez, Z. **Los servicios de almacenamiento de carga contenedorizada y la satisfacción de los usuarios en el terminal portuario Norte Multipropósito del puerto del Callao 2015.** [en línea]. Tesis (Licenciado en Administración Marítima y Portuaria). Callao: Escuela Nacional de Marina Mercante. 2017. Disponible en:
[http://repositorio.enamm.edu.pe/bitstream/ENAMM/38/1/TESIS%2029%20-
%20JUAREZ-QUIROZ.pdf](http://repositorio.enamm.edu.pe/bitstream/ENAMM/38/1/TESIS%2029%20-%20JUAREZ-QUIROZ.pdf)
13. KOLOSOK, I. y KORKINA, E. **Cyber Resilience of SCADA at the Level of Energy Facilities.** Atlantis Press. *Advances in Intelligent Systems Research.* [en línea]. 2018; 158: 100 – 105. [fecha de consulta 26 de mayo de 2022]. Disponible en:
<https://doi.org/10.2991/iwci-18.2018.18>

ISSN: 1951-6851
14. LIVON Chancafe, A. A. **Estudio comparativo sobre la gestión operativa de las oficinas Registrales de RENIEC del Cercado de Lima y Santa Anita en**

el año 2019. Tesis (Maestría en Gestión Pública). Universidad “César Vallejo”.

Disponible en:

[https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/52433/Livon_CA
A-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/52433/Livon_CA_A-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

15. LÓPEZ Lama, H. y ORDINOLA Lama, E. **Modelo Óptimo De Serie De Tiempo Para Pronosticar La Cantidad De Naves Recepcionadas En Los Puertos Del Perú, 2011 – 2018.** [en línea]. Tesis (Licenciado en estadística). Piura: Universidad Nacional de Piura. 2020. Disponible en:

[https://repositorio.unp.edu.pe/bitstream/handle/UNP/2113/EST-ORD-LOP-
2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.unp.edu.pe/bitstream/handle/UNP/2113/EST-ORD-LOP-2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

16. MEGO Bardalez, M. R. **Gestión operativa y cumplimiento de metas de seguridad ciudadana en la Municipalidad Distrital de Habana -2022.** Tesis (Maestría en Gestión Pública). Universidad “César Vallejo”. Disponible en:

[https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/95833/Mego_BM
R-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/95833/Mego_BMR-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

17. ORIAGHE Aghenta, L. , TARIQ Iqbal, M. **Low-Cost, Open Source IoT-Based SCADA System Design Using Thinger.IO and ESP32 Thing.** Department of Electrical and Computer Engineering, Faculty of Engineering and Applied Science. Disponible en:

[https://www.proquest.com/docview/2548402546/fulltextPDF/975A2659EA7441
45PQ/1?accountid=37408](https://www.proquest.com/docview/2548402546/fulltextPDF/975A2659EA744145PQ/1?accountid=37408)

18. PÉREZ-LÓPEZ, E. **Los sistemas SCADA en la automatización industrial.** Disponible en:

https://ucv.primo.exlibrisgroup.com/discovery/fulldisplay?docid=cdi_scielo_jour

[nals_S0379_39822015000400003&context=PC&vid=51UCV_INST:UCV&lang=es&search_scope=MyInst_and_CI&adaptor=Primo%20Central&tab=Everything&query=any,contains,Los%20sistemas%20SCADA%20en%20la%20automatizaci%C3%B3n%20industrial&offset=0](https://nals.S0379.39822015000400003&context=PC&vid=51UCV_INST:UCV&lang=es&search_scope=MyInst_and_CI&adaptor=Primo%20Central&tab=Everything&query=any,contains,Los%20sistemas%20SCADA%20en%20la%20automatizaci%C3%B3n%20industrial&offset=0)

19. PUJOTOMO, I. **Pengendalian jaringan distribusi 20 kv dengan menggunakan sistem SCADA.** *Energi & Kelistrikan*. [en línea]. 2018; 9 (1): 41–50. [fecha de consulta 24 de mayo de 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.33322/energi.v9i1.56>
e-ISSN: 2655-5042
20. PUNTE, M. y BELMAÑA, M. L. **Ficha técnica: La gestión operativa.** [Archivo PDF]. [en línea]. [fecha de consulta 23 de mayo de 2022]. Disponible en: <http://administracionpersonal3.sociales.uba.ar/wp-content/uploads/sites/23/2020/09/U3-Conceptos-Basicos-de-Gestion-SINTESIS.pdf>
<http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/22501>
21. PUYEN Neira, J. H. **Plan de mejora para la Gestión Operativa de la Planta de Concreto de la Distribuidora Norte Pacasmayo Chiclayo.** Tesis (Maestría en Administración de negocios). Universidad “César Vallejo”. Disponible en: https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/86411/Puyen_NJ_H-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y
22. RENGIFO Mego, S. **Gestión Operativa y satisfacción de los usuarios del sistema administrativo tributario de la Municipalidad Provincial de Moyobamba, 2020.** Tesis (Maestría en Gestión Pública). Universidad “César Vallejo”. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/94995>

23. RONQUILLO Escobar, A. D. ***Diseño y simulación de un sistema de protección en celdas de media tensión con monitoreo SCADA en Subestaciones eléctricas.*** [en línea]. Trabajo de Titulación (Título de Ingeniero Eléctrico). Guayaquil: Universidad Politécnica Salesiana. 2022. Disponible en:
24. SAMADA Rigó, S. E. ***Aplicación SCADA para la monitorización del sistema eléctrico aislado “Cayo Santa María”.*** [en línea]. Tesis (Maestría en Automática y Sistemas Informáticos). Santa Clara, Cuba: Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas. 2018. Disponible en:
<http://dspace.uclv.edu.cu:8089/handle/123456789/10758>
25. SÁNCHEZ Purizaca, T. P. ***Outsourcing en la Gestión Operativa de la empresa Integración de Servicios en Telecomunicaciones S.A.C.*** Tesis (Maestría en Administración de negocios). Universidad “César Vallejo”. Disponible en:
https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/78160/S%c3%a1nchez_PTP-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y
26. TERMINALES Portuarios Euroandinos (Perú): ***Procedimiento Servicio a contenedores Reefer Full (Paita).*** Documento de consulta. [en línea]. [fecha de consulta el 13 de mayo de 2022. Disponible en:
http://puertopaita.com/wpcontent/uploads/public/Procedimientos_Reglamentos/278_Proc_Serv_Cont_Reefers%20_002.pdf
27. TERRONES Juárez, R. P. ***La planificación administrativa y su influencia en la gestión operativa de la Subgerencia Regional de Promoción de Inversiones del Gobierno Regional de Piura, 2019.*** Tesis (Maestría en Administración de Negocios). Universidad “César Vallejo”. Disponible en:
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/81531>

28. VARGAS Gil, H. ***Herramientas de Gestión Operativa para el Aseguramiento de la Calidad de Servicio de la Empresa Prosegur S.A.*** Tesis (Maestría en Gerencia de operaciones y logística). Universidad “César Vallejo”. Disponible en:
<https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/73054/Vargas-GH-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
29. VELASCO Flores, A. S. ***Modelo de gestión operativa para recaudar y recuperar los impuestos seccionales en el Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del cantón Valencia.*** Tesis (Doctorado en Gestión Pública y Gobernabilidad). Universidad “César Vallejo”. Disponible en:
https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/82771/Velasco_FAS-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y
30. VELÁSQUEZ, E., CUSTODIO, A. ***Sistema para la gestión del mantenimiento para un control supervisorio basado en software libre.*** Disponible en:
http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1316-48212011000200007

ANEXOS

Anexo 1. Operacionalización de variables

Tabla 3. Operacionalización de variable independiente.

Variable dependiente.	Definición conceptual.	Definición operacional.	Dimensión.	Indicadores.	Escala de medición
Gestión operativa.	Modelo de gestión dentro del cual existen un grupo de tareas y procesos enmarcados para lograr la mejora de las organizaciones internas, con la finalidad de aumentar su capacidad de alcanzar los propósitos propuestos según su política y además, lograr sus objetivos operativos. (Puente y Belmaña, 2022)	Relación entre la cantidad de tareas realizadas entre la cantidad programada. $\frac{\text{Inspecciones realizadas conformes}}{\text{Inspecciones programadas}} \times 100$	Gestión de resultados (outputs).	<i>Eficacia de cantidad</i>	Razón.
		Relación entre la cantidad o costo del servicio realizado entre la cantidad o costo de los recursos utilizados $\frac{\text{Cantidad / Costos inspecciones realizadas}}{\text{Cantidad / Costos recursos utilizados}} \times 100$	Gestión de insumos (inputs).	<i>Productividad</i>	Razón.
		Nivel de cumplimiento de procedimientos definidos para garantizar el mantenimiento y operatividad de subestaciones eléctricas $\frac{\text{personas cumplen procedimiento}}{\text{\# total personas}} \times 100$	Gestión de procedimientos.	<i>Grado cumplimiento</i>	Razón.

Tabla 4. Operacionalización de variable dependiente

Variable independiente.	Definición conceptual.	Definición operacional.	Dimensión.	Indicadores.	Escala de medición
Sistema SCADA.	Aplicación o conjunto de aplicaciones software diseñada específicamente para actuar sobre equipos informáticos de control de producción, con acceso en tiempo real a la planta de producción a través de la comunicación digital con los instrumentos, sensores e interfaz gráfica de alto nivel que permita la interacción amigable con el usuario. (Cabús et. al., 2004)	Relación entre número de inspecciones realizadas dentro de los parámetros normalizados entre el número total de inspecciones por 100. $\frac{\text{Número de inspecciones dentro de los parámetros}}{\text{Nº total inspecciones}} \times 100$	Eficacia.	% de Eficacia	Razón.
		Relación entre tiempo de respuesta ante eventos anómalos y número de eventos ocurridos. $\frac{\text{Tiempo total de respuesta ante fallas.}}{\text{Número de evento de fallas}}$	Efectividad.	Tiempo promedio de respuesta	Razón.
		Relación entre $\frac{\text{Número total de interrupciones}}{\text{Número de sub estaciones eléctricas}}$	Confiabilidad.	Tiempo total promedio de interrupciones	Razón.

Anexo 2. Costo de inspección realizada



Proyectos Electromecánicos, Asesoría Técnica, Tableros Eléctricos, Ahorro de Energía, Instalaciones y Montajes.

COTIZACION N° 114-2022/HELP

ASENERGIA EIRL

RUC: 20526394250

CLIENTE	TPE Paita
RUC	20522473571
DIRECCION	Jr. Ferrocarril 127- Paita - Piura
ATT.	---
FECHA	11 de Octubre de 2022

Item	Descripción	P/Total
01	Inspección semanal de 07 Sub estaciones en terminal portuario Detalle del servicio: <ul style="list-style-type: none">- Inspección de celda de media tensión- Inspección de transformadores de potencia.- Inspección de interruptores termo magnéticos de baja tensión- Inspección a banco de condensadores.- Inspección de equipos de control.- Lectura de parámetros eléctricos en todos los instrumentos de medición.- Informe técnico.	350.00

Resumen Total (soles) No incluye el IGV 350.00

El servicio incluye:

- Transporte interno permanente en puerto
- Insumos necesarios para el servicio.
- Póliza SCTR y EPP adecuados para el personal técnico
- Herramientas y equipos necesarios para la ejecución del servicio.

Condiciones comerciales:

Precios : En soles. No incluyen el IGV

Cta. Cte. BCP (soles) : 475-1908628-0-48

Cta. Detracciones Bco. Nación : 00631-139442

En espera de su respuesta me despido

Atte.

Anexo 03 Entrevista al jefe de mantenimiento

ENTREVISTA DIRIGIDA AL JEFE DE MANTENIMIENTO.

NOMBRE	wilmar Huaman Pesapera
FECHA Y HORA	13/10/2022
ENCARGADOS DE ENTREVISTA	José SOSA CHUNGA
RAZÓN DE LA ENTREVISTA	Aplicación de instrumento

1. ¿Existe un procedimiento aprobado y documentado para realizar las inspecciones o check list de las sub estaciones eléctricas? De existir, ¿es difundido y conocido por el personal responsable y se realiza adecuadamente?

Si. El procedimiento para las inspecciones se difunde en una reunión anual que se realiza con el personal técnico. Las fechas de difusión debe ser con más frecuencia por reforzar los paso a paso del desarrollo.

2. ¿El procedimiento para las inspecciones se actualiza periódicamente? De no actualizarse, ¿Cree usted que debería hacerse y por qué?

No se actualiza. Si se debe actualizar ya que en las instalaciones se ven colocando nuevos equipos las cuales se tiene que documentar como obtener los parámetros eléctricos de los instrumentos

3. ¿Conoce el personal técnico el procedimiento para la inspección periódica de las sub estaciones? ¿Se cumple rigurosamente?

Si lo conocen. Por carga de trabajo al personal técnico y por complacencia no se cumple rigurosamente. Las fechas programadas se reprograman y por disponibilidad de tiempo no se realiza a detalle.

4. ¿Cómo califica usted el procedimiento actual de inspecciones periódicas a las sub estaciones eléctricas?

El procedimiento actual está detallado correctamente, el problema es aplicarlo ya que por la carga laboral, acceso limitado, en algunos casos falta de movilidad entre otras inconvenientes no se aplica estrictamente como lo indica.

Anexo 4. Check list

LOGO DE LA EMPRESA	SUB ESTACIÓN ELÉCTRICA CHECK LIST SEMANAL	CÓDIGO TPE MT RE.78
		Versión 02 Vigencia: 22/12/2014

SUB ESTACIÓN ELÉCTRICA	R52
FECHA Y HORA	03/10/2022
ENCARGADOS DE INSPECCIÓN	Jose Sosa Chumbe

DESCRIPCIÓN	EVALUACIÓN (SI-NO)/VALOR	OBSERVACIONES
CELDAS DE MEDIA TENSIÓN		
Las señales luminosas funcionan correctamente.	SI	
Las lecturas de los parámetros eléctricos se hacen correctamente.	SI	
Se aprecian alarmas en las celdas.	NO	
Los interruptores se encuentran en la posición correcta	SI	
Los interruptores de media tensión se encuentran en la posición deseada.	SI	
Se aprecian desperfectos físicos.	NO	
TRANSFORMADORES DE POTENCIA		
La temperatura del transformador se encuentra en los rangos permisibles.	SI	
El estado de la sílica gel es la correcta.	SI	
Los extractores de aire se encuentran trabajando correctamente.	SI	
Se aprecia derrame de aceite	NO	
BANCO DE CONDENSADORES		
Los bancos de condensadores se encuentran operativos.	SI	
La regulación del factor de potencia se hace correctamente.	SI	
Las lecturas de los parámetros eléctricos se hacen correctamente.	SI	
Se aprecian desperfectos físicos.	NO	
INSTALACIONES ELÉCTRICAS		
Todas las luminarias se encuentran operativas	SI	
Todos los tableros de servicios se encuentra operativos	SI	
Los aires acondicionados se encuentran operativos	SI	
TABLEROS 440VAC		
El PLC presenta alarma alguna.	NO	
Todos los interruptores magneto térmicos se encuentran en su posición deseada	SI	
Las pruebas de apertura y cierre funcionan correctamente	SI	
MEDICIONES		
Temperatura de transformador 01	80.4	
Temperatura de transformador 02	85.6	
Tensión de llegada en la Sub estación (kV)	10.4 kV	
Consumo de potencia activa en la sub estación (kW)	315 kW	
Consumo de potencia reactiva de la sub estación (KVAR)	10 KVAR	
THD% de corriente de todas las sub estaciones	—	
THD% de tensión de todas las sub estaciones	—	

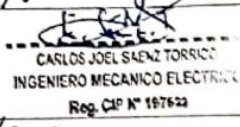
Anexo 5. Hoja de registro de datos

Ficha de registro de sistema SCADA.

N°	Fecha	Número de inspecciones dentro parámetros de voltaje	Tiempo tomado durante la inspección	Tiempo de respuesta ante falla en subestaciones eléctricas	Tiempo de interrupción de energía en subestaciones eléctricas	Número de personas que intervinieron durante la inspección o atención a falas
1	15/09/22	01	35 min	—	—	02
2	17/09/22	01	28 min	—	—	02
3	20/09/22	01	33 min	—	—	02
4	22/09/22	01	35 min	—	—	02
5	24/09/22	01	29 min	—	—	02
6	26/09/22	01	30 min	—	—	02
7	28/09/22	01	37 min	—	—	02
8	30/09/22	01	34 min	—	—	02
9	03/10/22	01	36 min	—	—	02
10	05/10/22	01	35 min	—	—	02
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
TOTAL						

Anexo 6. Validación experta 01

FICHA DE VALIDACIÓN DE JUICIO DE EXPERTO

Nombre del instrumento	Entrevista dirigida al jefe de mantenimiento.
Objetivo del instrumento	Medir la gestión de resultados, gestión de insumos y gestión de procedimientos del área de mantenimiento.
Nombres y apellidos del experto	CARLOS JOEL SÁENZ TORRICO
Documento de identidad	466 72920
Años de experiencia en el área	06 AÑOS
Máximo Grado Académico	ING. MECÁNICO ELÉCTRICO
Nacionalidad	PERUANO
Institución	ALTOS DE CASTILLA - LLAXTA
Cargo	JEFE DE MANTENIMIENTO
Número telefónico	968484597
Firma	 CARLOS JOEL SÁENZ TORRICO INGENIERO MECANICO ELECTRIC Reg. CIP N° 197622
Fecha	17/06/2022

VALIDACIÓN DE CONTENIDO DE GUÍA DE ENTREVISTA PARA LA VARIABLE GESTIÓN OPERATIVA

INSTRUCCIÓN: A continuación, se le hace llegar el instrumento de recolección de datos (Guía de entrevista) que permitirá recoger la información en la presente investigación: "Diseño de un sistema SCADA para mejorar la gestión operativa en el área de mantenimiento de un terminal portuario." Por lo que se le solicita que tenga a bien evaluar el instrumento, haciendo, de ser caso, las sugerencias para realizar las correcciones pertinentes. Los criterios de validación de contenido son:

Criterios	Detalle	Calificación
Suficiencia	La pregunta pertenece a la dimensión y basta para obtener la medición de esta	1: de acuerdo 0: en desacuerdo
Claridad	La pregunta se comprende fácilmente, es decir, su sintáctica y semántica son adecuadas	1: de acuerdo 0: en desacuerdo
Coherencia	La pregunta tiene relación lógica con el indicador que está midiendo	1: de acuerdo 0: en desacuerdo
Relevancia	La pregunta es esencial o importante, es decir, debe ser incluido	1: de acuerdo 0: en desacuerdo

**MATRIZ DE VALIDACIÓN DEL CUESTIONARIO DE LA VARIABLE
GESTIÓN OPERATIVA**

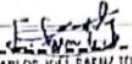
Definición de la variable: Es la relación entre la cantidad de tareas realizadas entre la cantidad programada (eficacia), es la relación entre la cantidad o costo del servicio realizado entre la cantidad o costo de los recursos utilizados (productividad), es el nivel de cumplimiento de procedimientos definidos para garantizar el mantenimiento y operatividad de subestaciones eléctricas que abastecen a los contenedores reefer full del terminal portuario.

Dimensión	Indicador	Suficiencia	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observación
Gestión de resultados (outputs)	$EC = \frac{\text{Inspecciones realizadas conformes}}{\text{Inspecciones programadas}} \times 100$	1	1	1	1	
Gestión de insumos (inputs)	$Productividad = \frac{\text{Cantidad / Costos inspecciones realizadas}}{\text{Cantidad / Costos recursos utilizados}} \times 100$	1	1	1	1	
Gestión de procedimientos	Procedimiento de inspección.	1	1	1	1	
	$\text{Grado cumplimiento} = \frac{\text{personas cumplen procedimiento}}{\text{\# total personas}} \times 100$	1	1	1	1	

EC: Eficacia de cantidad.


 CARLOS JOEL SAENZ TORRES
 INGENIERO MECANICO ELECTRICOS
 Reg. CIP N° 197523

FICHA DE VALIDACIÓN DE JUICIO DE EXPERTO

Nombre del instrumento	Check list del equipamiento eléctrico de las bus estaciones eléctricas
Objetivo del instrumento	Medir la gestión de resultados, gestión de insumos y gestión de procedimientos del área de mantenimiento
Nombres y apellidos del experto	CARLOS JOSÉ SÁENZ TORRERO
Documento de identidad	96672420
Años de experiencia en el área	06 AÑOS
Máximo Grado Académico	ING. MECÁNICO ELÉCTRICO
Nacionalidad	PERUANO
Institución	UTOS DE CASTILLA - LLAXTA
Cargo	GEFC DE MANTENIMIENTO
Número telefónico	968484597
Firma	 CARLOS JOSÉ SÁENZ TORRERO INGENIERO MECÁNICO ELÉCTRICO Reg. CIP N° 197523
Fecha	17/06/2022

VALIDACIÓN DE CONTENIDO DE CHECK LIST PARA LA VARIABLE GESTIÓN OPERATIVA

INSTRUCCIÓN: A continuación, se le hace llegar el instrumento de recolección de datos (Check list) que permitirá recoger la información en la presente investigación: **“Diseño de un sistema SCADA para mejorar la gestión operativa en el área de mantenimiento de un terminal portuario.”** Por lo que se le solicita que tenga a bien evaluar el instrumento, haciendo, de ser caso, las sugerencias para realizar las correcciones pertinentes. Los criterios de validación de contenido son:

Criterios	Detalle	Calificación
Suficiencia	La pregunta pertenece a la dimensión y basta para obtener la medición de esta	1: de acuerdo 0: en desacuerdo
Claridad	La pregunta se comprende fácilmente, es decir, su sintáctica y semántica son adecuadas	1: de acuerdo 0: en desacuerdo
Coherencia	La pregunta tiene relación lógica con el indicador que está midiendo	1: de acuerdo 0: en desacuerdo
Relevancia	La pregunta es esencial o importante, es decir, debe ser incluido	1: de acuerdo 0: en desacuerdo

**MATRIZ DE VALIDACIÓN DEL CUESTIONARIO DE LA VARIABLE
GESTIÓN OPERATIVA**

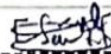
Definición de la variable: Es la relación entre la cantidad de tareas realizadas entre la cantidad programada (eficacia), es la relación entre la cantidad o costo del servicio realizado entre la cantidad o costo de los recursos utilizados (productividad), es el nivel de cumplimiento de procedimientos definidos para garantizar el mantenimiento y operatividad de subestaciones eléctricas que abastecen a los contenedores reefer full del terminal portuario.

Dimensión	Indicador	Suficiencia	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observación
Gestión de resultados (outputs)	$EC = \frac{\text{Inspecciones realizadas conformes}}{\text{Inspecciones programadas}} \times 100$	1	1	1	1	
Gestión de insumos (inputs)	$Productividad = \frac{\text{Cantidad / Costos inspecciones realizadas}}{\text{Cantidad / Costos recursos utilizados}} \times 100$	1	1	1	1	
Gestión de procedimientos	<i>Procedimiento de inspección.</i>	1	1	1	1	
	$Grado cumplimiento = \frac{\text{personas cumplen procedimiento}}{\# \text{ total personas}} \times 100$	1	1	1	1	

EC: Eficacia de cantidad.


 CARLOS JOEL SAENZ TORRICO
 INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA
 Reg. CIP N° 157521

FICHA DE VALIDACIÓN DE JUICIO DE EXPERTO

Nombre del instrumento	Ficha de registro de sistema SCADA.
Objetivo del instrumento	Medir eficiencia, efectividad y confiabilidad de sistema SCADA en monitoreo de subestaciones eléctricas.
Nombres y apellidos del experto	CARLOS JOEL SAENZ TORRICO
Documento de identidad	46672420
Años de experiencia en el área	06 AÑOS
Máximo Grado Académico	ING MECÁNICO ELÉCTRICO
Nacionalidad	PERUANO
Institución	ALTOS DE CASTILLA - LLAXTA
Cargo	GCFC DE MANTENIMIENTO
Número telefónico	968484597
Firma	 CARLOS JOEL SAENZ TORRICO INGENIERO MECÁNICO ELÉCTRICO REG. CIP N° 197622
Fecha	17/06/2022

VALIDACIÓN DE CONTENIDO DE FICHA DE REGISTRO PARA LA VARIABLE SISTEMA SCADA.

INSTRUCCIÓN: A continuación, se le hace llegar el instrumento de recolección de datos (Ficha de registro) que permitirá recoger la información en la presente investigación: **“Diseño de un sistema SCADA para mejorar la gestión operativa en el área de mantenimiento de un terminal portuario.”** Por lo que se le solicita que tenga a bien evaluar el instrumento, haciendo, de ser caso, las sugerencias para realizar las correcciones pertinentes. Los criterios de validación de contenido son:

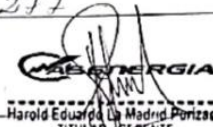
Criterios	Detalle	Calificación
Suficiencia	El elemento pertenece a la dimensión y basta para obtener la medición de esta	1: de acuerdo 0: en desacuerdo
Claridad	El elemento se comprende fácilmente, es decir, su sintáctica y semántica son adecuadas	1: de acuerdo 0: en desacuerdo
Coherencia	El elemento tiene relación lógica con el indicador que está midiendo	1: de acuerdo 0: en desacuerdo
Relevancia	El elemento es esencial o importante, es decir, debe ser incluido	1: de acuerdo 0: en desacuerdo

MATRIZ DE VALIDACIÓN DE FICHA DE REGISTRO DE LA VARIABLE SISTEMA SCADA.

Definición de la variable: Sistema SCADA diseñado e implementado para el monitoreo de subestaciones eléctricas que abastecen a contenedores reefer full del terminal portuario.

Anexo 7. Validación experta 02

FICHA DE VALIDACIÓN DE JUICIO DE EXPERTO

Nombre del instrumento	Ficha de registro de sistema SCADA.
Objetivo del instrumento	Medir eficacia, efectividad y confiabilidad de sistema SCADA en monitoreo de subestaciones eléctricas.
Nombres y apellidos del experto	HAROLD EDUARDO LA MADRID PURIZACA
Documento de identidad	0277336
Años de experiencia en el área	35 AÑOS
Máximo Grado Académico	INGENIERO INDUSTRIAL
Nacionalidad	PERUANO
Institución	ENERGIA E.I.R.L
Cargo	GERENTE GENERAL
Número telefónico	948 650 277
Firma	 ENERGIA Harold Eduardo La Madrid Purizaca TITULAR GERENTE
Fecha	17/06/2022

VALIDACIÓN DE CONTENIDO DE FICHA DE REGISTRO PARA LA VARIABLE SISTEMA SCADA.

INSTRUCCIÓN: A continuación, se le hace llegar el instrumento de recolección de datos (Ficha de registro) que permitirá recoger la información en la presente investigación: “Diseño de un sistema SCADA para mejorar la gestión operativa en el área de mantenimiento de un terminal portuario.” Por lo que se le solicita que tenga a bien evaluar el instrumento, haciendo, de ser caso, las sugerencias para realizar las correcciones pertinentes. Los criterios de validación de contenido son:

Criterios	Detalle	Calificación
Suficiencia	El elemento pertenece a la dimensión y basta para obtener la medición de esta	1: de acuerdo 0: en desacuerdo
Claridad	El elemento se comprende fácilmente, es decir, su sintáctica y semántica son adecuadas	1: de acuerdo 0: en desacuerdo
Coherencia	El elemento tiene relación lógica con el indicador que está midiendo	1: de acuerdo 0: en desacuerdo
Relevancia	El elemento es esencial o importante, es decir, debe ser incluido	1: de acuerdo 0: en desacuerdo

MATRIZ DE VALIDACIÓN DE FICHA DE REGISTRO DE LA VARIABLE SISTEMA SCADA.

Definición de la variable: Sistema SCADA diseñado e implementado para el monitoreo de subestaciones eléctricas que abastecen a contenedores reefer full del terminal portuario.

Dimensión	Indicador	Suficiencia	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observación
Eficacia	$\% \text{ Eficacia} = \frac{\text{N}^\circ \text{ inspecciones dentro de parámetros}}{\text{N}^\circ \text{ total inspecciones}} \times 100$	1	1	1	1	
Efectividad	$TPR = \frac{\text{Tiempo total de respuesta ante fallas en subestaciones eléctricas}}{\text{N}^\circ \text{ eventos de falla en subestaciones eléctricas}}$	1	1	1	1	
Confiabilidad	$TTPI = \frac{\text{Duración total de interrupciones}}{\text{N}^\circ \text{ subestaciones eléctricas}}$	1	1	1	1	
	$FPI = \frac{\text{Número total de interrupciones}}{\text{N}^\circ \text{ subestaciones eléctricas}}$	1	1	1	1	

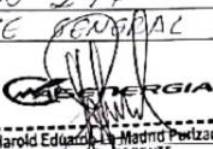

TPR: Tiempo Promedio de Respuesta.

TTPI: Tiempo Total Promedio de Interrupción.

FPI: Frecuencia Promedio de Interrupción


 Harold Eduardo La Madrid Purizaca
 TITULAR GERENTE

FICHA DE VALIDACIÓN DE JUICIO DE EXPERTO

Nombre del instrumento	Check lis del equipamiento eléctrico de las bus estaciones eléctricas
Objetivo del instrumento	Medir la gestión de resultados, gestión de insumos y gestión de procedimientos del área de mantenimiento.
Nombres y apellidos del experto	HAROLD EDUARDO LA MADRID PURIZACA
Documento de identidad	02773366
Años de experiencia en el área	35 AÑOS
Máximo Grado Académico	INGENIERO INDUSTRIAL
Nacionalidad	PERUANO
Institución	ASCENERGIA E.I.R.L
Cargo	948 650 277
Número telefónico	GERENTE GENERAL
Firma	
Fecha	17/06/2022 

VALIDACIÓN DE CONTENIDO DE CHECK LIST PARA LA VARIABLE GESTIÓN OPERATIVA

INSTRUCCIÓN: A continuación, se le hace llegar el instrumento de recolección de datos (Check list) que permitirá recoger la información en la presente investigación: **“Diseño de un sistema SCADA para mejorar la gestión operativa en el área de mantenimiento de un terminal portuario.”** Por lo que se le solicita que tenga a bien evaluar el instrumento, haciendo, de ser caso, las sugerencias para realizar las correcciones pertinentes. Los criterios de validación de contenido son:

Criterios	Detalle	Calificación
Suficiencia	La pregunta pertenece a la dimensión y basta para obtener la medición de esta	1: de acuerdo 0: en desacuerdo
Claridad	La pregunta se comprende fácilmente, es decir, su sintáctica y semántica son adecuadas	1: de acuerdo 0: en desacuerdo
Coherencia	La pregunta tiene relación lógica con el indicador que está midiendo	1: de acuerdo 0: en desacuerdo
Relevancia	La pregunta es esencial o importante, es decir, debe ser incluido	1: de acuerdo 0: en desacuerdo

MATRIZ DE VALIDACIÓN DEL CUESTIONARIO DE LA VARIABLE GESTIÓN OPERATIVA

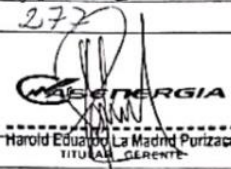
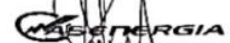
Definición de la variable: Es la relación entre la cantidad de tareas realizadas entre la cantidad programada (eficacia), es la relación entre la cantidad o costo del servicio realizado entre la cantidad o costo de los recursos utilizados (productividad), es el nivel de cumplimiento de procedimientos definidos para garantizar el mantenimiento y operatividad de subestaciones eléctricas que abastecen a los contenedores reefer full del terminal portuario.

Dimensión	Indicador	Suficiencia	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observación
Gestión de resultados (outputs)	$EC = \frac{\text{Inspecciones realizadas conformes}}{\text{Inspecciones programadas}} \times 100$	1	1	1	1	
Gestión de insumos (inputs)	$Productividad = \frac{\text{Cantidad / Costos inspecciones realizadas}}{\text{Cantidad / Costos recursos utilizados}} \times 100$	1	1	1	1	
Gestión de procedimientos	Procedimiento de inspección.	1	1	1	1	
	$\text{Grado cumplimiento} = \frac{\text{personas cumplen procedimiento}}{\text{\# total personas}} \times 100$	1	1	1	1	

EC: Eficacia de cantidad.


 Harold Eduardo La Madrid Purizaca
 TITULAR GERENTE

FICHA DE VALIDACIÓN DE JUICIO DE EXPERTO

Nombre del instrumento	Entrevista dirigida al jefe de mantenimiento.
Objetivo del instrumento	Medir la gestión de resultados, gestión de insumos y gestión de procedimientos del área de mantenimiento.
Nombres y apellidos del experto	HAROLD EDUARDO LA MADRID PURIZACA
Documento de identidad	02 77 336
Años de experiencia en el área	35 AÑOS
Máximo Grado Académico	INGENIERO INDUSTRIA
Nacionalidad	PERUANO
Institución	ASENERGIA E.I.R.L
Cargo	GERENTE GENERAL
Número telefónico	948 650 277
Firma	  Harold Eduardo La Madrid Purizaca TITULAR GERENTE
Fecha	

VALIDACIÓN DE CONTENIDO DE GUÍA DE ENTREVISTA PARA LA VARIABLE GESTIÓN OPERATIVA

INSTRUCCIÓN: A continuación, se le hace llegar el instrumento de recolección de datos (Guía de entrevista) que permitirá recoger la información en la presente investigación: **“Diseño de un sistema SCADA para mejorar la gestión operativa en el área de mantenimiento de un terminal portuario.”** Por lo que se le solicita que tenga a bien evaluar el instrumento, haciendo, de ser caso, las sugerencias para realizar las correcciones pertinentes. Los criterios de validación de contenido son:

Criterios	Detalle	Calificación
Suficiencia	La pregunta pertenece a la dimensión y basta para obtener la medición de esta	1: de acuerdo 0: en desacuerdo
Claridad	La pregunta se comprende fácilmente, es decir, su sintáctica y semántica son adecuadas	1: de acuerdo 0: en desacuerdo
Coherencia	La pregunta tiene relación lógica con el indicador que está midiendo	1: de acuerdo 0: en desacuerdo
Relevancia	La pregunta es esencial o importante, es decir, debe ser incluido	1: de acuerdo 0: en desacuerdo

MATRIZ DE VALIDACIÓN DEL CUESTIONARIO DE LA VARIABLE GESTIÓN OPERATIVA

Definición de la variable: Es la relación entre la cantidad de tareas realizadas entre la cantidad programada (eficacia), es la relación entre la cantidad o costo del servicio realizado entre la cantidad o costo de los recursos utilizados (productividad), es el nivel de cumplimiento de procedimientos definidos para garantizar el mantenimiento y operatividad de subestaciones eléctricas que abastecen a los contenedores reefer full del terminal portuario.

Dimensión	Indicador	Suficiencia	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observación
Gestión de resultados (outputs)	$EC = \frac{\text{Inspecciones realizadas conformes}}{\text{Inspecciones programadas}} \times 100$	1	1	1	1	
Gestión de insumos (inputs)	$Productividad = \frac{\text{Cantidad / Costos inspecciones realizadas}}{\text{Cantidad / Costos recursos utilizados}} \times 100$	1	1	1	1	
Gestión de procedimientos	<i>Procedimiento de inspección.</i>	1	1	1	1	
	$Grado cumplimiento = \frac{\text{personas cumplen procedimiento}}{\text{\# total personas}} \times 100$	1	1	1	1	

EC: Eficacia de cantidad.


 Harold Eduardo La Madrid Páizaca
 TITULAR GERENTE

Anexo 8. Validación experta 03

FICHA DE VALIDACIÓN DE JUICIO DE EXPERTO

Nombre del instrumento	Ficha de registro de sistema SCADA.
Objetivo del instrumento	Medir eficacia, efectividad y confiabilidad de sistema SCADA en monitoreo de subestaciones eléctricas.
Nombres y apellidos del experto	LUIS MAGNO APARICIO LÓPEZ
Documento de identidad	42974608
Años de experiencia en el área	4
Máximo Grado Académico	UNIVERSITARIA
Nacionalidad	PERUANO
Institución	UNIVERSIDAD DE PIURA
Cargo	SUPERVISOR
Número telefónico	988233996
Firma	
Fecha	22/06/2022

LUIS MAGNO
APARICIO LOPEZ
Ingeniero Mecánico Eléctrico
CIP N° 239874

VALIDACIÓN DE CONTENIDO DE FICHA DE REGISTRO PARA LA VARIABLE SISTEMA SCADA.

INSTRUCCIÓN: A continuación, se le hace llegar el instrumento de recolección de datos (Ficha de registro) que permitirá recoger la información en la presente investigación: **“Diseño de un sistema SCADA para mejorar la gestión operativa en el área de mantenimiento de un terminal portuario.”** Por lo que se le solicita que tenga a bien evaluar el instrumento, haciendo, de ser caso, las sugerencias para realizar las correcciones pertinentes. Los criterios de validación de contenido son:

Criterios	Detalle	Calificación
Suficiencia	El elemento pertenece a la dimensión y basta para obtener la medición de esta	1: de acuerdo 0: en desacuerdo
Claridad	El elemento se comprende fácilmente, es decir, su sintáctica y semántica son adecuadas	1: de acuerdo 0: en desacuerdo
Coherencia	El elemento tiene relación lógica con el indicador que está midiendo	1: de acuerdo 0: en desacuerdo
Relevancia	El elemento es esencial o importante, es decir, debe ser incluido	1: de acuerdo 0: en desacuerdo

**MATRIZ DE VALIDACIÓN DE FICHA DE REGISTRO DE LA VARIABLE
SISTEMA SCADA.**


Definición de la variable: Sistema SCADA diseñado e implementado para el monitoreo de subestaciones eléctricas que abastecen a contenedores reefer full del terminal portuario.

Dimensión	Indicador	Suficiencia	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observación
Eficacia	$\% \text{ Eficacia} = \frac{\text{N}^\circ \text{ inspecciones dentro de parámetros}}{\text{N}^\circ \text{ total inspecciones}} \times 100$	1	1	1	1	
Efectividad	$TPR = \frac{\text{Tiempo total de respuesta ante fallas en subestaciones eléctricas}}{\text{N}^\circ \text{ eventos de falla en subestaciones eléctricas}}$	1	1	1	1	
Confiabilidad	$TTPI = \frac{\text{Duración total de interrupciones}}{\text{N}^\circ \text{ subestaciones eléctricas}}$	1	1	1	1	
	$FPI = \frac{\text{Número total de interrupciones}}{\text{N}^\circ \text{ subestaciones eléctricas}}$	1	1	1	1	

TPR: Tiempo Promedio de Respuesta.

TTPI: Tiempo Total Promedio de Interrupción.

FPI: Frecuencia Promedio de Interrupción



LUIS MAGNO
 APARICIO LOPEZ
 Ingeniero Mecánico Eléctrico
 CIP N° 239874

FICHA DE VALIDACIÓN DE JUICIO DE EXPERTO

Nombre del instrumento	Check lis del equipamiento eléctrico de las bus estaciones eléctricas
Objetivo del instrumento	Medir la gestión de resultados, gestión de insumos y gestión de procedimientos del área de mantenimiento.
Nombres y apellidos del experto	LUIS MAGNO APARICIO LÓPEZ
Documento de identidad	42974608
Años de experiencia en el área	4
Máximo Grado Académico	UNIVERSITARIA
Nacionalidad	PERUANO
Institución	UNIVERSIDAD DE PIURA
Cargo	SUPERVISOR
Número telefónico	988233996
Firma	 LUIS MAGNO APARICIO LOPEZ Ingeniero Mecánico Eléctrico CIP N° 239874
Fecha	22/06/2022

VALIDACIÓN DE CONTENIDO DE CHECK LIST PARA LA VARIABLE GESTIÓN OPERATIVA

INSTRUCCIÓN: A continuación, se le hace llegar el instrumento de recolección de datos (Check list) que permitirá recoger la información en la presente investigación: **“Diseño de un sistema SCADA para mejorar la gestión operativa en el área de mantenimiento de un terminal portuario.”** Por lo que se le solicita que tenga a bien evaluar el instrumento, haciendo, de ser caso, las sugerencias para realizar las correcciones pertinentes. Los criterios de validación de contenido son:

Criterios	Detalle	Calificación
Suficiencia	La pregunta pertenece a la dimensión y basta para obtener la medición de esta	1: de acuerdo 0: en desacuerdo
Claridad	La pregunta se comprende fácilmente, es decir, su sintáctica y semántica son adecuadas	1: de acuerdo 0: en desacuerdo
Coherencia	La pregunta tiene relación lógica con el indicador que está midiendo	1: de acuerdo 0: en desacuerdo
Relevancia	La pregunta es esencial o importante, es decir, debe ser incluido	1: de acuerdo 0: en desacuerdo

**MATRIZ DE VALIDACIÓN DEL CUESTIONARIO DE LA VARIABLE
GESTIÓN OPERATIVA**

Definición de la variable: Es la relación entre la cantidad de tareas realizadas entre la cantidad programada (eficacia), es la relación entre la cantidad o costo del servicio realizado entre la cantidad o costo de los recursos utilizados (productividad), es el nivel de cumplimiento de procedimientos definidos para garantizar el mantenimiento y operatividad de subestaciones eléctricas que abastecen a los contenedores reefer full del terminal portuario.

Dimensión	Indicador	Suficiencia	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observación
Gestión de resultados (outputs)	$EC = \frac{\text{Inspecciones realizadas conformes}}{\text{Inspecciones programadas}} \times 100$	1	1	1	1	
Gestión de insumos (inputs)	$Productividad = \frac{\text{Cantidad / Costos inspecciones realizadas}}{\text{Cantidad / Costos recursos utilizados}} \times 100$	1	1	1	1	
Gestión de procedimientos	<i>Procedimiento de inspección.</i>	1	1	1	1	
	$\text{Grado cumplimiento} = \frac{\text{personas cumplen procedimiento}}{\text{\# total personas}} \times 100$	1	1	1	1	

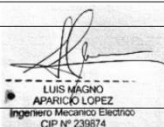
EC: Eficacia de cantidad.



LUIS MAGNO
APARICIO LOPEZ
Ingeniero Mecánico Eléctrico
CIF N° 239874

FICHA DE VALIDACIÓN DE JUICIO DE EXPERTO

Nombre del instrumento	Entrevista dirigida al jefe de mantenimiento.
Objetivo del instrumento	Medir la gestión de resultados, gestión de insumos y gestión de procedimientos del área de mantenimiento.
Nombres y apellidos del experto	LUIS MAGNO APARICIO LÓPEZ
Documento de identidad	42974608
Años de experiencia en el área	4
Máximo Grado Académico	UNIVERSITARIA
Nacionalidad	PERUANO
Institución	UNIVERSIDAD DE PIURA
Cargo	SUPERVISOR
Número telefónico	988233996
Firma	
Fecha	22/06/2022



VALIDACIÓN DE CONTENIDO DE GUÍA DE ENTREVISTA PARA LA VARIABLE GESTIÓN OPERATIVA

INSTRUCCIÓN: A continuación, se le hace llegar el instrumento de recolección de datos (Guía de entrevista) que permitirá recoger la información en la presente investigación: **“Diseño de un sistema SCADA para mejorar la gestión operativa en el área de mantenimiento de un terminal portuario.”** Por lo que se le solicita que tenga a bien evaluar el instrumento, haciendo, de ser caso, las sugerencias para realizar las correcciones pertinentes. Los criterios de validación de contenido son:

Criterios	Detalle	Calificación
Suficiencia	La pregunta pertenece a la dimensión y basta para obtener la medición de esta	1: de acuerdo 0: en desacuerdo
Claridad	La pregunta se comprende fácilmente, es decir, su sintáctica y semántica son adecuadas	1: de acuerdo 0: en desacuerdo
Coherencia	La pregunta tiene relación lógica con el indicador que está midiendo	1: de acuerdo 0: en desacuerdo
Relevancia	La pregunta es esencial o importante, es decir, debe ser incluido	1: de acuerdo 0: en desacuerdo

**MATRIZ DE VALIDACIÓN DEL CUESTIONARIO DE LA VARIABLE
GESTIÓN OPERATIVA**

Definición de la variable: Es la relación entre la cantidad de tareas realizadas entre la cantidad programada (eficacia), es la relación entre la cantidad o costo del servicio realizado entre la cantidad o costo de los recursos utilizados (productividad), es el nivel de cumplimiento de procedimientos definidos para garantizar el mantenimiento y operatividad de subestaciones eléctricas que abastecen a los contenedores reefer full del terminal portuario.

Dimensión	Indicador	Suficiencia	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observación
Gestión de resultados (outputs)	$EC = \frac{\text{Inspecciones realizadas conformes}}{\text{Inspecciones programadas}} \times 100$	1	1	1	1	
Gestión de insumos (inputs)	$Productividad = \frac{\text{Cantidad / Costos inspecciones realizadas}}{\text{Cantidad / Costos recursos utilizados}} \times 100$	1	1	1	1	
Gestión de procedimientos	<i>Procedimiento de inspección.</i>	1	1	1	1	
	$\text{Grado cumplimiento} = \frac{\text{personas cumplen procedimiento}}{\text{\# total personas}} \times 100$	1	1	1	1	

EC: Eficacia de cantidad.



LUIS MAGNO
APARICIO LOPEZ
Ingeniero Mecánico Eléctrico
CIP Nº 239874

Anexo 9. Carta solicitud de investigación.



Paita, 11 de abril de 2022

Señor (a):
WILMER HUAMAN PASAPERA
CARGO
SUPERINTENDENTE DE MANTENIMIENTO TPE – PAITA S.A.
Presente.-

Es grato dirigirme a usted para saludarlo, y a la vez manifestarle que dentro de mi formación académica en la experiencia curricular de investigación del IX ciclo, se contempla la realización de una investigación con fines **netamente académicos de obtención de mi título profesional al finalizar mi carrera.**

En tal sentido, considerando la relevancia de su organización, solicito su colaboración, para que pueda realizar mi investigación en su representada y obtener la información necesaria para poder desarrollar la investigación titulada: "DISEÑO DE UN SISTEMA SCADA PARA MEJORAR LA GESTIÓN OPERATIVA EN EL ÁREA DE MANTENIMIENTO DE UN TERMINAL PORTUARIO". En dicha investigación me comprometo a mantener en reserva el nombre o cualquier distintivo de la empresa, salvo que se crea a bien su socialización.

Se adjunta la carta de autorización de uso de información en caso que se considere la aceptación de esta solicitud para ser llenada por el representante de la empresa.

Agradeciéndole anticipadamente por vuestro apoyo en favor de mi formación profesional, hago propicia la oportunidad para expresar las muestras de mi especial consideración.

Atentamente,

SOSA CHUNGA, José de la rosa.
DNI: 47803479

ROSILLO RUBIO, Raúl Artemio
DNI: 42569664

Anexo 10. Autorización de uso de información de empresa

AUTORIZACIÓN DE USO DE INFORMACIÓN DE EMPRESA

YoWilmer Huamán Pasapera....., identificado con DNI 43214184, en mi calidad de ...Superintendente...del área deMantenimiento..... de la empresaTerminales Portuarios Euroandinos S.A..... con R.U.C N°20522473571....., ubicada en la ciudad dePaita.....

OTORGO LA AUTORIZACIÓN,

Al Sr. Raúl Artemio Rosillo Rubio, Identificado(s) con DNI N°...42569664..., de la () Carrera profesional de Ingeniería Industrial y al Sr. José de la rosa Sosa Chunga, Identificado(s) con DNI N°...47803479..., de la () Carrera profesional de Ingeniería Industrial, para que utilice la siguiente información de la empresa:

.....
.....
con la finalidad de que pueda desarrollar su () Informe estadístico, (X) Trabajo de Investigación, () Tesis, para optar al grado de () Bachiller, o (X) Título Profesional.

Indicar si el Representante que autoriza la información de la empresa, solicita mantener el nombre o cualquier distintivo de la empresa en reserva, marcando con una "X" la opción seleccionada.

(X) Mantener en Reserva el nombre o cualquier distintivo de la empresa; o
() Mencionar el nombre de la empresa.


Firma y/o sello del Representante Legal
DNI: 43214184

El Estudiante declara que los datos emitidos en esta carta y en el Trabajo de Investigación, en la Tesis son auténticos. En caso de comprobarse la falsedad de datos, el Estudiante será sometido al inicio del procedimiento disciplinario correspondiente; asimismo, asumirá toda la responsabilidad ante posibles acciones legales que la empresa, otorgante de información, pueda ejecutar


Firma del Estudiante: José de la rosa sosa chunga
DNI: 47803479


Firma del Estudiante: Raúl Artemio Rosillo Rubio.
DNI: 42569664



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, PURIHUAMAN LEONARDO CELSO NAZARIO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA INDUSTRIAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - PIURA, asesor de Tesis titulada: "Diseño de un sistema SCADA para mejorar la gestión operativa en el área de mantenimiento de un terminal portuario.", cuyos autores son SOSA CHUNGA JOSE DE LA ROSA, ROSILLO RUBIO RAUL ARTEMIO, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 19.00%, 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.

PIURA, 30 de Noviembre del 2022

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
PURIHUAMAN LEONARDO CELSO NAZARIO DNI: 16706577 ORCID: 0000-0003-1270-0402	Firmado electrónicamente por: PLEONARDOCN el 16-12-2022 10:46:53

Código documento Trilce: TRI - 0463778