



Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Universidad del Perú. Decana de América

Facultad de Ingeniería de Sistemas e Informática

Escuela Profesional de Ingeniería de Sistemas

Implementación de sistema de Telemedición en una estación de servicio de la empresa ABC del sector hidrocarburos

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

Para optar el Título Profesional de Ingeniera de Sistemas

AUTOR

Daniela Veronica LOVERA MIRANDA

ASESOR

Mg. José César PIEDRA ISUSQUI

Lima, Perú

2026



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

Referencia bibliográfica

Lovera, D. (2026). *Implementación de sistema de Telemedición en una estación de servicio de la empresa ABC del sector hidrocarburos*. [Trabajo de suficiencia profesional de pregrado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ingeniería de Sistemas e Informática, Escuela Profesional de Ingeniería de Sistemas]. Repositorio institucional Cybertesis UNMSM.

Metadatos complementarios

Datos de autor	
Nombres y apellidos	Daniela Veronica Lovera Miranda
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	73319984
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0005-3796-3032
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	José César Piedra Isusqui
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	25628915
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0003-3549-172X
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	César Augusto Angulo Calderón
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	32907109
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	Yamil Alexander Quiñones Nieto
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	42863390
Datos de investigación	
Línea de investigación	No aplica

Grupo de investigación	No aplica
Agencia de financiamiento	Sin financiamiento
Ubicación geográfica de la investigación	País: Perú Departamento: Lima Provincia: Lima
	Distrito: Cercado de Lima Jr. Carlos Amezaga No. 375 Universidad Nacional Mayor de San Marcos Latitud: -12.0564232 Longitud: -77.0843327
Año o rango de años en que se realizó la investigación	2026
URL de disciplinas OCDE	2.02.04 -- Ingeniería de sistemas y comunicaciones https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.02.04



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E INFORMÁTICA
Escuela Profesional de Ingeniería de Sistemas

Acta Virtual de Sustentación
del Trabajo de Suficiencia Profesional

Siendo las 14:00 horas del día 30 de marzo del año 2026, se reunieron virtualmente los docentes designados como Miembros de Jurado del Trabajo de Suficiencia Profesional, presidido por el Mg. Angulo Calderón César Augusto (Presidente), Mg. Quiñones Nieto Yamil Alexander (Miembro) y el Mg. Piedra Isusqui José César (Miembro Asesor), usando la plataforma Meet (<http://meet.google.com/hot-tmmg-afm>), para la sustentación virtual del Trabajo de Suficiencia Profesional intitulado: **“IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMA DE TELEMEDICIÓN EN UNA ESTACIÓN DE SERVICIO DE LA EMPRESA ABC DEL SECTOR HIDROCARBUROS”**, por la Bachiller **Lovera Miranda Daniela Veronica**; para obtener el Título Profesional de Ingeniera de Sistemas.

Acto seguido de la exposición del Trabajo de Suficiencia Profesional, el Presidente invitó a la Bachiller a dar las respuestas a las preguntas establecidas por los miembros del Jurado.

La Bachiller en el curso de sus intervenciones demostró pleno dominio del tema, al responder con acierto y fluidez a las observaciones y preguntas formuladas por los señores miembros del Jurado.

Finalmente habiendo efectuado la calificación correspondiente por los miembros del Jurado, la Bachiller obtuvo la nota de **DIECIOCHO (18)**.

A continuación el Presidente de Jurado el Mg. Angulo Calderón César Augusto, declara a la Bachiller **Ingeniera de Sistemas**.

Siendo las 14:57 horas, se levantó la sesión.

Presidente

Mg. Angulo Calderón César Augusto

Miembro

Mg. Quiñones Nieto Yamil Alexander

Miembro Asesor

Mg. Piedra Isusqui José César

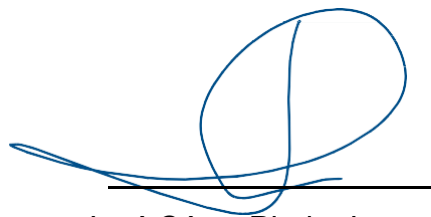
CERTIFICADO DE SIMILITUD

Yo, José César Piedra Isusqui en mi condición de asesor acreditado mediante Resolución Decanal N° 001268-2025-D-FISI/UNMSM y OFICIO N° 0028-PTTSP-FISI-2025 del Trabajo de Suficiencia Profesional, cuyo título es Implementación de sistema de Telemedición en una estación de servicio de la empresa ABC del sector hidrocarburos, presentado por la bachiller Lovera Miranda Daniela Veronica para optar el Título Profesional de Ingeniera de Sistemas, CERTIFICO que se ha cumplido con lo establecido en la Directiva de Originalidad y de Similitud de Trabajos Académicos, de Investigación y Producción Intelectual. Según la revisión, análisis y evaluación mediante la plataforma PIDS, el documento evaluado cuenta con el 7% de similitud, nivel PERMITIDO para continuar con los trámites correspondientes y para su **publicación en el repositorio institucional.**

Se emite el presente certificado en cumplimiento de lo establecido en las normas vigentes, como uno de los requisitos para la obtención del **TITULO PROFESIONAL DE INGENIERA DE SISTEMAS.**

Lima, 4 de junio de 2026

Firma del Asesor:



Nombres y Apellidos del asesor: José César Piedra Isusqui

DNI: 25628915

FICHA CATALOGRÁFICA

IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE TELEMEDICIÓN EN
UNA ESTACIÓN DE SERVICIO DE LA EMPRESA ABC DEL
SECTOR HIDROCARBUROS

AUTOR: LOVERA MIRANDA, DANIELA VERONICA

ASESOR: PIEDRA ISUSQUI JOSÉ CÉSAR

LIMA – PERÚ, 2026

TITULO PROFESIONAL: Título Profesional de Ingeniero de Sistemas

ÁREA / PROGRAMA / LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Ingenierías / Tecnología de Información y Comunicación / Ingeniería de
Software

PREGRADO: Universidad Nacional Mayor de San Marcos – Facultad
de Ingeniería de Sistemas e Informática – Escuela Profesional de
Ingeniería de Sistemas

Formato 21 x 29.7 cm

Páginas: viii, 53

DEDICATORIA

A Dios, por ser mi guía y fortaleza espiritual, y por haberme dado la sabiduría y la salud necesarias para culminar esta etapa de mi vida.

A mi familia, pilar fundamental de mi existencia. Este logro les pertenece tanto a ustedes como a mí, pues su amor incondicional, su paciencia infinita y sus sacrificios silenciosos fueron el cimiento sobre el cual construí mis sueños. Gracias por creer en mí siempre y por enseñarme el valor de la perseverancia.

AGRADECIMIENTOS

Expreso mi sincera gratitud a mi asesor, el Mg. José César Piedra Isusqui, cuya orientación y respaldo fueron fundamentales para la exitosa culminación de este Trabajo de Suficiencia Profesional.

A mi alma mater, la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, por proporcionarme una formación integral que combina la excelencia técnica con sólidos principios éticos. Esta base moral y profesional ha sido un distintivo valorado en mi trayectoria laboral, permitiéndome ejercer la ingeniería dejando siempre en alto el prestigio institucional.

A mis colegas y amigos más cercanos, quienes constituyeron un pilar emocional indispensable durante mi carrera, ayudándome a superar los desafíos académicos y a forjar el carácter profesional que hoy poseo

Finalmente, a mi familia, por su respaldo incondicional y por haberme brindado cada una de las oportunidades necesarias para materializar mis aspiraciones y sueños profesionales.

UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E INFORMÁTICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE SISTEMAS

**Implementación de sistema de Telemedición en una estación de servicio de la
empresa ABC del sector hidrocarburos**

Autor: Lovera Miranda, Daniela Veronica
Asesor: Piedra Isusqui, José César
Título: Trabajo de Suficiencia Profesional para optar por el Título
Profesional de Ingeniero de Sistemas
Fecha: Enero 2026

RESUMEN

Hoy en día, el control de inventarios de combustibles en las estaciones de servicio del sector hidrocarburos se lleva a cabo frecuentemente a través de procesos manuales, como el varillaje físico de los tanques. Este procedimiento se basa en una elevada dependencia del factor humano, una exposición del personal a riesgos operativos y un incremento de la probabilidad de cometer errores al registrar los datos. Todo esto tiene un impacto negativo en la fiabilidad de la información y en el proceso de toma de decisiones. Aunque en algunas estaciones se habían puesto en marcha soluciones de telemedición, estas funcionaban de manera independiente, lo cual requería conservar registros manualmente y producía la duplicación de labores y fallas en la operación.

Para abordar esta problemática, se estableció un sistema de información de telemedición, el cual está vinculado al sistema comercial de estaciones. Este sistema automatiza la medición del inventario de combustible a través de sensores y consolas, lo que elimina la necesidad del varillaje manual. Esta solución posibilitó el perfeccionamiento de los procesos operativos, el aumento de la confiabilidad y la trazabilidad de la información, así como también la creación de un modelo que puede escalarse para ser aplicado más adelante en toda la red de estaciones.

Palabras clave: Telemedición, control de inventarios, estaciones de servicio, automatización, sistemas de información.

MAJOR NATIONAL UNIVERSITY OF SAN MARCOS
FACULTY OF SYSTEMS ENGINEERING AND INFORMATICS
PROFESSIONAL SCHOOL OF SYSTEMS ENGINEERING

**Implementation of a Telemetry System at a Service Station of ABC Company in
the Hydrocarbons Sector**

Author: Lovera Miranda, Daniela Veronica
Advisor: Piedra Isusqui, José César
Title: Professional Sufficiency Work to opt for the Professional Title of
Systems Engineer
Date: January 2026

ABSTRACT

Nowadays, fuel inventory control at service stations in the hydrocarbons sector is frequently carried out through manual processes, such as physical tank gauging. This procedure relies heavily on human intervention, exposes personnel to operational risks, and increases the likelihood of errors during data recording, negatively affecting information reliability and decision-making processes. Although telemetry solutions had been implemented at some stations, these operated independently, requiring the continued use of manual records and resulting in duplicated tasks and operational inefficiencies.

To address this issue, a telemetry information system integrated with the service station commercial system was implemented. This system automates fuel inventory measurement through sensors and consoles, eliminating the need for manual gauging. The solution enabled improvements in operational processes, increased data reliability and traceability, and established a scalable model for future deployment across the entire network of service stations.

Keywords: Telemetry, inventory control, service stations, automation, information systems.

TABLA DE CONTENIDO

DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTOS.....	iv
RESUMEN	v
ABSTRACT	vi
CAPÍTULO I. TRAYECTORIA PROFESIONAL.....	1
CAPÍTULO II. CONTEXTO EN EL QUE SE DESARROLLA LA EXPERIENCIA	5
2.1. EMPRESA – ACTIVIDAD QUE REALIZA.....	5
2.2. VISIÓN	5
2.3. MISIÓN.....	5
2.4. ORGANIZACIÓN DE LA EMPRESA	6
2.5. ÁREA, CARGO Y FUNCIONES DESEMPEÑADAS	6
2.6. EXPERIENCIA PROFESIONAL REALIZADA EN LA ORGANIZACIÓN	7
CAPÍTULO III. ACTIVIDADES DESARROLLADAS	10
3.1. SITUACIÓN PROBLEMÁTICA.....	10
3.1.1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	10
3.2. SOLUCIÓN.....	12
3.2.1. OBJETIVOS	12
3.2.2. ALCANCE.....	15
3.2.3. ETAPAS Y METODOLOGÍA.....	16
3.2.4. IMPLEMENTACIÓN DE ÁREAS, PROCESOS, SISTEMAS Y BUENAS PRÁCTICAS.....	19
3.3. EVALUACIÓN	43
3.3.1. EVALUACIÓN ECONÓMICA	44
3.3.2. INTERPRETACIÓN DEL VAN Y DEL TIR	46
CAPÍTULO IV. REFLEXIÓN CRÍTICA DE LA EXPERIENCIA	48

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	49
5.1. CONCLUSIONES.....	49
5.2. RECOMENDACIONES.....	50
5.3. FUENTES DE INFORMACIÓN.....	51
5.5. GLOSARIO	52

CAPÍTULO I. TRAYECTORIA PROFESIONAL

La autora actualmente desempeña tres roles clave dentro del área de Tecnología de una empresa multinacional de hidrocarburos: Product Delivery Lead, Platform Operation Lead y jefa del equipo de soporte del sistema comercial de la empresa, todos enfocados en soluciones críticas para el negocio. A lo largo de su carrera se ha especializado en la gestión de proyectos tecnológicos de alto impacto, en su mayoría iniciativas con inversiones superiores al millón de dólares, en ámbitos como IoT, Ciberseguridad, Inteligencia Artificial, SaaS, aplicaciones móviles y web, SAP, Salesforce, .NET, Microsoft Power Platform y plataformas comerciales complejas.

Sus soluciones se han caracterizado por el uso de tecnologías de vanguardia, un enfoque en la escalabilidad, la calidad técnica y la alineación con los objetivos del negocio. Ha trabajado de la mano con empresas consultoras multinacionales, coordinando equipos multidisciplinarios y proveedores tecnológicos multinacionales. Dentro de la organización, su trabajo ha sido ampliamente valorado por las distintas áreas del negocio, siendo reconocida no solo por su conocimiento técnico y capacidad de liderazgo, sino también por su disposición, compromiso y cercanía con los equipos. Su rol como referente funcional y técnica en iniciativas estratégicas la ha posicionado como una pieza clave dentro del ecosistema TI. A continuación, en la Tabla 1, describiré mi trayectoria profesional.

Tabla 1
Experiencia Profesional

Empresa	Experiencia Profesional
Refinería La Pampilla SAA	Cargo: Product Delivery Lead / Platform Operation Lead / Jefe de Soporte de Aplicaciones Sistema comercial Movilidad
Enero 2025 – Actualidad	Descripción: - Responsable de la plataforma central del sistema comercial de estaciones de servicio. - Responsable en Perú de múltiples aplicaciones tecnológicas comerciales. - Líder del equipo de soporte y mantenimiento de la plataforma comercial.

Logros:

- Actualización tecnológica de la versión de punto de venta del sistema comercial con el objetivo de mejorar el time to market, experiencia de usuario y resolver los principales puntos de dolor de las Estaciones de Servicio (EES). Con una inversión de casi 2M USD.
- Actualización tecnológica de la aplicación de identificación y fidelización comercial interna y para terceros para su migración a Android.
- Implementación del sistema de telemedición en las estaciones de servicio.
- Mejora de SLAs y ratio de satisfacción de usuario respecto al equipo de soporte del sistema comercial.
- Implementación de pilotos con tecnología innovadora en el rubro con productos diferenciadores en el mercado: implementación de carga eléctrica para automóviles, cartelería digital y kioscos de autoservicio.
- Desarrollo de modelo analítico utilizando machine learning para la pronosticar la demanda de consumo en estaciones de servicio.

Refinería La Cargo: Ingeniero de Soporte de Proyectos

Pampilla SAA Descripción: Integró el equipo de proyectos del área TI como Business Partner del área comercial de la empresa.

Enero del 2020 **Logros:**

- diciembre 2024
- Implementación el proyecto normativo intercompañía de cambio de gasolinas a gasoholes, con una inversión superior al 1M USD. Impactando de manera significativa al negocio, generando eficiencias e incrementando las ventas. Usando SAP, Salesforce y Sistemas complejos propios del negocio.
 - Implementación la aplicación móvil de fidelización y pagos del área comercial, utilizando métodos de seguridad innovadores, generando incremento de volumen y captando clientes potenciales.
-

-
- Implementación de una herramienta analítica que permite definir los precios de venta al público de estaciones de servicio a través de algoritmos implementados con machine learning. Es una herramienta de apoyo en la toma de decisiones de pricing.
 - Implementación de nuevas versiones del sistema comercial con funcionalidades solicitadas por el negocio para mejorar la experiencia del cliente en estaciones de servicio.
 - Realización de estudio de mercado a nivel tecnológico de una solución de despachos y abastecimiento para operaciones mineras principales en Perú.
 - Implementación de SAAS e-learning para trabajadores internos del área comercial e industrial de la empresa.
-

Nota. Elaboración propia.

A continuación, presento las instituciones educativas donde he tenido formación profesional y académica como señalo en la Tabla 2.

Tabla 2

Instituciones Educativas

Periodo	Programa
Marzo 2012 – diciembre 2020	Bachiller en Ingeniería de Sistemas Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Nota. Elaboración propia.

A continuación, presento la formación complementaria para mejorar mi experiencia profesional como señalo en la Tabla 3.

Tabla 3

Certificados obtenidos

Emisión	Certificado
2017	Introducción a SQL – Oracle (2017) - Universidad Nacional de Ingeniería
2019	Modelamiento de Datos (2019) - Universidad Nacional de Ingeniería
2019	Base de Datos (2019) - Universidad Nacional de Ingeniería
2021	Certificado TOEFL Nivel B2 – Educational Testing Service (ETS)

2022	Taller de Design Thinking - PM Certifica
2022	SCRUM: Desarrollo de proyectos con agilidad – Universidad de Lima
2023	Diplomado en Dirección de Proyectos - PM Certifica
2024	IA aplicada a la innovación - UTEC
2024	Data 4 Digital - ISDI

Nota. Elaboración propia.

CAPÍTULO II. CONTEXTO EN EL QUE SE DESARROLLA LA EXPERIENCIA

2.1. EMPRESA – ACTIVIDAD QUE REALIZA

La empresa para la que trabajo es un líder global en el sector energético, una compañía multi-energética que desarrolla actividades en la exploración, producción y comercialización de hidrocarburos, así como en la generación y venta de productos derivados del petróleo, tales como combustibles, lubricantes y productos químicos. Además, ofrece servicios relacionados con la energía eléctrica y el gas natural, con un fuerte compromiso hacia la sostenibilidad y la eficiencia energética.

Esta organización impulsa proyectos estratégicos que buscan optimizar sus operaciones y ampliar su capacidad tecnológica, adoptando soluciones innovadoras que contribuyen a mejorar la competitividad y la calidad del servicio. A través de estas iniciativas, la empresa no solo reduce costos, sino que también fortalece su impacto positivo en las comunidades donde opera.

2.2. VISIÓN

La organización tiene un propósito definido: explorar y aprovechar al máximo las oportunidades que brinda la energía para promover el avance y desarrollo de las personas y comunidades. Su identidad evoluciona constantemente, reflejando sus valores, forma de trabajo y objetivos futuros. Es reconocida internacionalmente como un referente dinámico en el sector energético, comprometida con la innovación y el progreso sostenible.

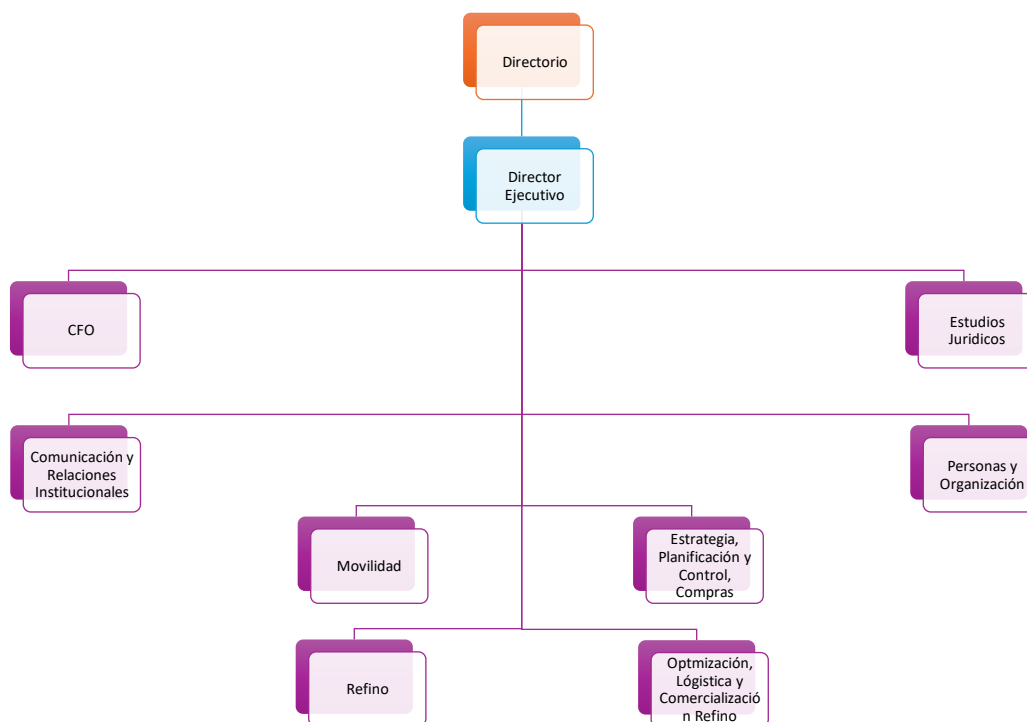
2.3. MISIÓN

La misión de la organización es ser una empresa energética comprometida con la sostenibilidad global, explorando y desarrollando nuevas oportunidades energéticas que impulsen el progreso social. Busca crear valor de manera innovadora y eficiente, aspirando a alcanzar un balance neto cero en sus emisiones. Su propósito fundamental es avanzar a través del desarrollo de soluciones energéticas que satisfagan las demandas presentes sin comprometer los recursos y necesidades de las futuras generaciones.

2.4. ORGANIZACIÓN DE LA EMPRESA

Figura 1

Estructura organizacional de la empresa



Nota. Elaboración propia.

2.5. ÁREA, CARGO Y FUNCIONES DESEMPEÑADAS

La autora se desempeña en el área de Tecnología de una empresa multinacional de hidrocarburos, en la cual ha asumido simultáneamente los cargos de Product Delivery Lead, Platform Operation Lead y jefa del equipo de soporte del sistema comercial. Estas responsabilidades le han permitido consolidar un perfil orientado tanto a la gestión estratégica como a la operación técnica de soluciones críticas para el negocio. Su labor se centra en garantizar el funcionamiento de la plataforma central del sistema comercial de estaciones de servicio, así como en coordinar la administración de múltiples aplicaciones tecnológicas comerciales que operan en el ámbito nacional. Del mismo modo, lidera al equipo encargado del soporte y mantenimiento de dichas

soluciones, con el objetivo de asegurar la continuidad operativa y la satisfacción de los usuarios.

El cumplimiento de estas funciones implica dirigir y supervisar proyectos tecnológicos de gran relevancia, los cuales requieren una planificación detallada, una ejecución coordinada con equipos multidisciplinarios y un seguimiento continuo de los resultados obtenidos. En este contexto, la autora se ocupa de alinear las iniciativas tecnológicas con los objetivos estratégicos de la organización, garantizando que los recursos invertidos generen beneficios tangibles para las áreas de negocio. Además, su rol comprende la responsabilidad de velar por el cumplimiento de los acuerdos de niveles de servicio (SLA), la mejora de los procesos asociados a las plataformas críticas y la incorporación de tecnologías innovadoras que permitan mantener la competitividad de la compañía en el mercado.

En una etapa previa de su trayectoria dentro de la misma organización, desempeñó el cargo de Ingeniera de Soporte de Proyectos, en el que actuó como Business Partner del área comercial. Desde esta posición, su trabajo se orientó a brindar soporte especializado en la implementación de proyectos normativos y tecnológicos de gran escala. En este periodo, participó en el diseño, desarrollo e implementación de aplicaciones móviles y analíticas, así como en la integración de sistemas empresariales de alta complejidad, tales como SAP, Salesforce y plataformas comerciales propias de la compañía. Esta experiencia inicial le permitió fortalecer su conocimiento técnico y consolidar habilidades de coordinación que posteriormente resultaron fundamentales para asumir cargos de mayor responsabilidad.

2.6. EXPERIENCIA PROFESIONAL REALIZADA EN LA ORGANIZACIÓN

A lo largo de su permanencia en la organización, la autora ha adquirido una experiencia significativa en la gestión y ejecución de proyectos tecnológicos de alto impacto. Sus contribuciones se han desarrollado en un contexto caracterizado por la necesidad de modernizar plataformas comerciales críticas, introducir innovaciones tecnológicas en entornos altamente regulados y garantizar la continuidad de los procesos que sostienen la operación diaria de la empresa. En este escenario, ha liderado iniciativas con inversiones relevantes, lo que ha fortalecido su capacidad de

planificación, ejecución y evaluación de resultados, siempre bajo un enfoque de alineación con los objetivos estratégicos del negocio.

Dentro de los proyectos más destacados de su gestión se encuentran la actualización tecnológica de la versión del sistema de punto de venta, la cual tuvo como finalidad optimizar los tiempos de salida al mercado, mejorar la experiencia de los usuarios y resolver problemáticas críticas en las estaciones de servicio. También sobresale la migración de la aplicación de identificación y fidelización hacia entornos Android, permitiendo ampliar su alcance y mejorar la accesibilidad. Asimismo, impulsó la implementación de un sistema de telemedición en estaciones de servicio y lideró la incorporación de soluciones innovadoras como quioscos de autoservicio, cartelería digital y puntos de carga eléctrica, que constituyen avances significativos en la experiencia del cliente. Un aporte adicional de gran relevancia fue el desarrollo de un modelo analítico con técnicas de machine learning, orientado a pronosticar la demanda de consumo en estaciones de servicio, lo que permitió optimizar los procesos de planificación y toma de decisiones.

En etapas anteriores, su labor estuvo asociada a proyectos normativos y comerciales que tuvieron un impacto directo en la operación y rentabilidad de la organización. En este ámbito, participó en la implementación del proyecto de cambio de gasolinas a gasoholes, el cual representó un desafío normativo y operativo de gran envergadura y cuya inversión superó el millón de dólares. También intervino en el desarrollo de una aplicación móvil de fidelización y pagos, incorporando métodos innovadores de seguridad que contribuyeron a incrementar los volúmenes de venta y a captar nuevos clientes. Adicionalmente, participó en la construcción de herramientas analíticas para la definición de precios en estaciones de servicio, basadas en algoritmos de machine learning, las cuales constituyen hoy un apoyo fundamental en las decisiones de pricing del negocio. Finalmente, colaboró en estudios de mercado con enfoque tecnológico y en la implementación de soluciones de e-learning que respondieron a las necesidades de capacitación del personal de las áreas comercial e industrial.

La experiencia acumulada en estos proyectos le ha permitido a la autora desarrollar un perfil orientado a la gestión integral de proyectos tecnológicos de gran escala, con una marcada capacidad para coordinar equipos multidisciplinarios y trabajar de manera conjunta con consultoras y proveedores internacionales. Su trayectoria refleja no solo un conocimiento técnico especializado, sino también la habilidad de integrar

innovación, liderazgo y compromiso en cada iniciativa, consolidándose como un referente dentro del ecosistema tecnológico de la organización.

CAPÍTULO III. ACTIVIDADES DESARROLLADAS

3.1. SITUACIÓN PROBLEMÁTICA

En la siguiente sección abordaremos la definición general del problema, así como también daremos un vistazo general los diversos requisitos funcionales y no funcionales que se plantearon para definir el problema y la solución.

3.1.1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

En la actualidad, el proceso de control de inventarios de combustibles en la red propia de Estación de Servicio (EES) se realiza de manera manual mediante varillaje físico (y manómetro en el caso del GLP). Estas mediciones son convertidas a galones utilizando tablas de aforo y posteriormente registradas de forma manual en el sistema comercial que utilizan las estaciones.

Esta tarea, ejecutada por el personal de las estaciones, se lleva a cabo siguiendo estrictos lineamientos de seguridad; sin embargo, representa una actividad de riesgo al requerir acceso directo a los tanques de combustible, exponiendo a los trabajadores a potenciales incidentes que afectan su salud y seguridad. Además, el proceso debe repetirse a primeras horas de la mañana, durante la madrugada o inmediatamente después de un abastecimiento, incrementando la exposición a dichos riesgos.

Los operadores de distribución de combustible necesitan alternativas más efectivas, siendo una de las más efectivas es la telemedición (Varma Vegesna, 2023). Con el fin de explorar alternativas, se implementó inicialmente un sistema de telemedición en tres estaciones de servicio como prueba de concepto. No obstante, estas soluciones operaban de manera aislada, sin integración con el sistema comercial, lo que obligaba a continuar con el registro manual y generaba duplicidad de esfuerzos, dado que el personal debía igualmente reportar la información en la plataforma corporativa.

En consecuencia, la red propia de estaciones carecía de un sistema estandarizado, seguro y automatizado que permitiera contar con inventarios confiables en tiempo real, reduciendo riesgos para el personal, eliminando tareas redundantes y asegurando la trazabilidad y continuidad operativa del negocio.

Esta situación presentó una serie de problemas críticos:

- **Dependencia del varillaje manual:** La dependencia del varillaje manual incrementaba el tiempo de registro, limitaba la productividad y retrasaba procesos administrativos como el cierre diario y la programación de reaprovisionamientos.
- **Registro manual en sistemas:** Los datos se convertían y cargaban manualmente en el sistema comercial de estaciones. Esto generaba ineficiencia operativa y retrasaba procesos como cierres administrativos y programación de reaprovisionamientos.
- **Riesgo de errores humanos:** La captura y transcripción manual de datos generaba inconsistencias en la información de inventarios, lo que podía derivar en desajustes de stock, pérdidas económicas y errores en la toma de decisiones.
- **Limitada confiabilidad y trazabilidad de datos:** El ingreso manual impedía contar con inventarios en tiempo real y dificultaba la trazabilidad completa de movimientos y mermas.
- **Deuda tecnológica y de ciberseguridad:** No existía una arquitectura IoT que permitiera integrar las consolas de telemedición con la red corporativa de la empresa, lo que generó observaciones en auditorías de TI.
- **Impacto en la continuidad del negocio:** La falta de integración con el sistema comercial de estaciones y SAP impedía habilitar procesos de reaprovisionamiento automático, afectando la capacidad de respuesta logística de la empresa.

En consecuencia, la empresa carecía de un sistema estandarizado, seguro y automatizado que garantice eficiencia, confiabilidad y visibilidad en tiempo real de los inventarios de combustibles en toda la red de estaciones de servicio.

De acuerdo con lo vertido en el punto anterior, paso a enunciar el problema general del presente trabajo de suficiencia profesional.

P.G.: ¿De qué manera un sistema de información de telemedición puede mejorar el monitoreo del combustible en las Estaciones de Servicio de la empresa de hidrocarburos ABC?

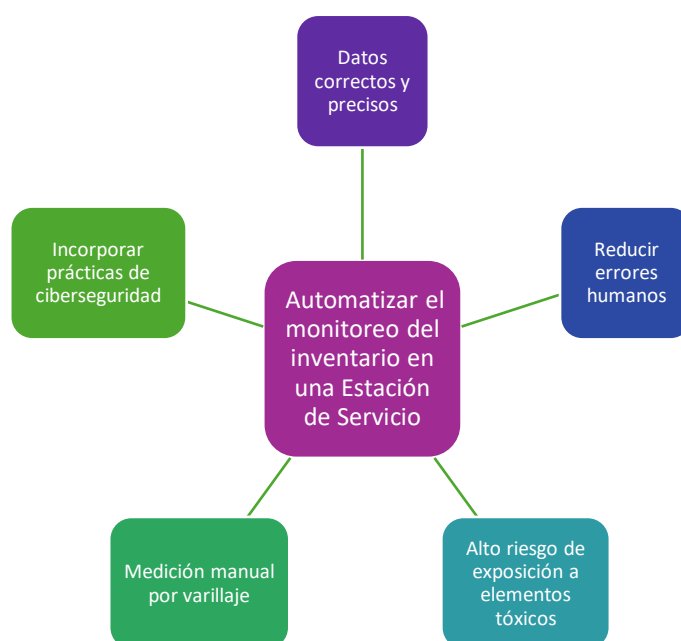
3.2. SOLUCIÓN

3.2.1. OBJETIVOS

Una vez definido el problema, se pueden establecer de manera más clara el objetivo principal y los objetivos secundarios. En la Figura 4, podemos apreciar una esquematización de los objetivos mediante un “árbol de objetivos”.

Figura 2

Árbol de objetivos



Nota. Elaboración propia.

Enunciado del objetivo general:

O.G.: Implementar un sistema de información de telemedición para mejorar el monitoreo del combustible en una Estación de Servicio de la empresa de hidrocarburos ABC.

El objetivo general queda explicado de la siguiente manera: se busca implementar un sistema de telemedición de combustibles en una estación de servicio de la empresa de hidrocarburos ABC, integrado con la plataforma del sistema comercial de la Estación de Servicio (EES) y SAP IP2, con el fin de automatizar el control de inventarios, reducir errores humanos, mejorar la eficiencia operativa y garantizar la trazabilidad en tiempo real.

Adicionalmente, los objetivos específicos son:

- O.E1.: Integrar la consola de telemedición Gilbarco Veeder-Root y el controlador DOMS con Sistema comercial y SAP IP2, asegurando la captura y registro automático de inventarios.
- O.E2.: Capacitar a usuarios, personal de estaciones y equipos de soporte técnicos en la operación y mantenimiento del sistema, asegurando la sostenibilidad de la solución.
- O.E3.: Reducir las inconsistencias en cierres administrativos y programaciones de combustible, mediante la eliminación del proceso de varillaje manual.

Figura 3

Toma de varillaje manual



Figura 4

Toma de varillaje automatizado



- O.E4.: Incorporar prácticas de ciberseguridad y alineamiento con estándares corporativos, atendiendo las observaciones de auditoría y cerrando brechas tecnológicas.
- O.E5.: Evaluar el impacto de la implementación a través de indicadores de eficiencia, confiabilidad de datos y beneficios económicos (costo–beneficio, VAN y TIR).

Asimismo, puedo establecer algunos propósitos de valor agregado en el campo profesional que merecen ser resaltados visto que sirvieron para lograr una solución alineado con los requisitos del negocio:

- Crear un modelo de despliegue escalable que pueda aplicarse a las 115 estaciones restantes de la red propia, garantizando homogeneidad en la operación.
- Documentar lecciones aprendidas y buenas prácticas del piloto para reforzar futuros proyectos de transformación digital en el sector hidrocarburos.

3.2.2. ALCANCE

Este proyecto tuvo un alcance que se limitó principalmente a desarrollar lo siguiente:

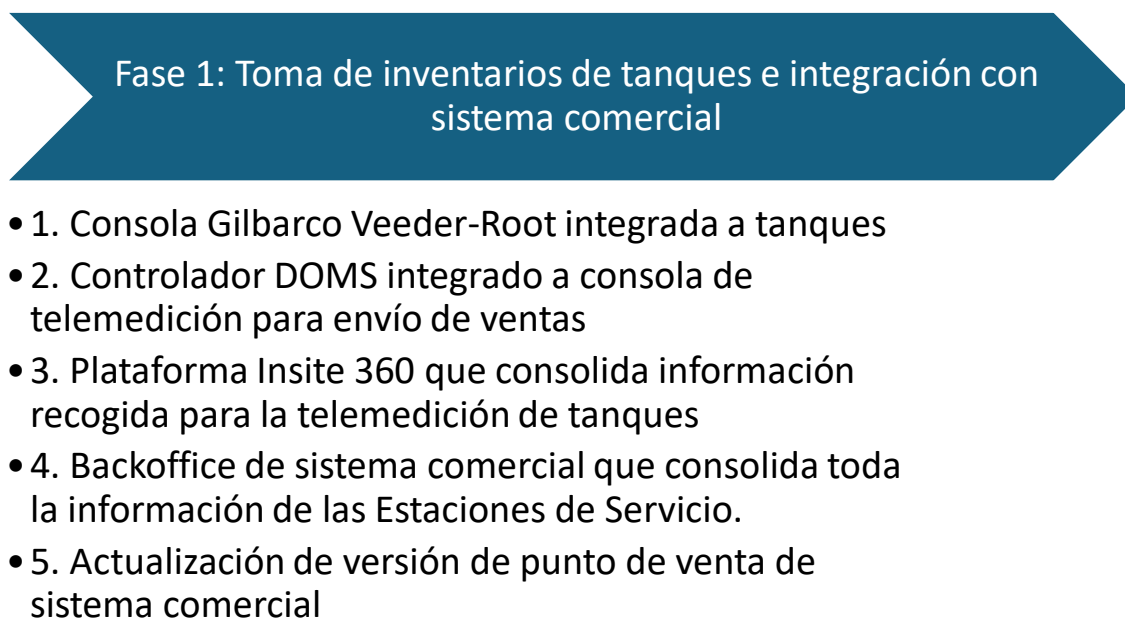
- Relevamiento de los procesos realizando visitas presenciales a estaciones que contaban con telemedición (en modo desintegrado) y estaciones que no contaban con telemedición (operaban de manera manual con el varillaje).
- Definir el modelo de arquitectura de la redes y comunicaciones para la configuración de la consola de telemedición Gilbarco Veeder Root y su conexión con el DOMS PS50 de la estación.
- Implementar un sistema de telemedición en las estaciones de servicio de la empresa ABC del sector de hidrocarburos, empleando la consola Gilbarco Veeder Root integrada a tanques dentro del ecosistema tecnológico de la estación.
- Instalación de sensores en los tanques de las estaciones para la medición del volumen del producto.
- Obras civiles para instalación de ductería de las conexiones físicas con el DOMS que está en el cuarto de la estación.
- Instalación de la consola en el cuarto de la estación
- Cambio del modelo de DOMS a una versión superior según el estándar indicado en la arquitectura.
- Parametrización operativa de los sistemas involucrados.
- Integración con el sistema comercial de estaciones para el registro automático del inventario de los tanques (eliminando el varillaje manual) mediante consumo del API expuesto por Insite360.
- Capacitación y transferencia de conocimiento a los equipos técnicos de soporte (operación y mantenimiento).
- Capacitación y transferencia de conocimiento a los usuarios de estaciones y negocio (uso operativo y reportes).

Por otro lado, algunas funcionalidades que quedaron fuera del alcance del proyecto fueron:

- Reaprovisionamiento automático enviando la información al sistema comercial.
- Funcionalidades adicionales como calibración del sistema de telemedición.

Figura 5

Pasos de la Fase 1 del proyecto



Nota. Elaboración propia.

3.2.3. ETAPAS Y METODOLOGÍA

Para el desarrollo de esta nueva sección se usó la metodología Waterfall para la gestión general del proyecto, la cual fue utilizada debido a que es la metodología usada de manera general para los proyectos de la empresa.

En la Tabla 5, se pueden apreciar estas etapas proyectadas, las cuales tuvieron una duración total de 12 meses.

Tabla 4

Etapas del proyecto

Etapas	Descripción	Duración
Relevamiento de procesos	Se visitaron las estaciones con ambas casuísticas (con telemedición y sin telemedición) para entender los procesos. Se realizaron entrevistas a personas clave dentro del flujo operativo. El resultado fue un documento que contenía todos los procesos relevados de manera transversal, el cual fue	1 mes

	presentado a las áreas de negocio impactadas y fue aprobado.	
Definición de arquitectura de redes y comunicaciones	Se realizaron reuniones técnicas con las áreas expertas: Arquitectura, Ciberseguridad e Infraestructura. Así como con el referente técnico mundial del proveedor para poder definir en conjunto el diseño de la arquitectura de redes y comunicaciones de la solución. En esta etapa se identificó que el modelo actual de DOMS no cubría los requerimientos técnicos de configuración requerida, por lo que había que cambiarlo por una versión superior. El resultado fue un documento que contiene el detalle de la arquitectura, el cual fue aprobado por todos los involucrados.	1 mes
Conceptualización	Se definió el alcance de la solución en base a la necesidad actual del negocio y los procesos relevados y se identificaron los MVPs del proyecto. El resultado de esta etapa fue un documento “Conceptualización” el cual fue aprobado por el Product Owner del proyecto.	1 mes
Licitación de proveedor de telemedición	Se inició el concurso para la adjudicación del proveedor local de los equipos de telemedición: sensores, consolas y DOMS. Para ello, se construyó un documento llamado Pliego de Condiciones Particulares el cual contenía con sumo detalle todas las definiciones requeridas para la adjudicación, incluyendo la conceptualización y el documento de solución de arquitectura.	3 meses
Desarrollo y pruebas	Se realizó el desarrollo del API expuesto para el envío de la información capturada por la consola llegue al sistema comercial. Se realizaron ajustes adhoc a la empresa.	2 meses

Piloto	Se realizaron obras civiles, instalación de sensores, instalación física de consola, así como configuración de la consola, instalación del nuevo DOMS, y pase a producción del API en una estación definida por la empresa para validar la solución de manera integral.	2 meses
Despliegue	Se realizó el despliegue en el resto de las estaciones de la empresa considerando 03 etapas: (1) instalación de los nuevos DOMs, (2) Instalación de sensores y consola y (3) configuración de conexiones e integraciones Consola – Sistema Comercial.	2 meses

Nota. Elaboración propia.

Figura 6

Planeamiento del proyecto

ACCIONES PRINCIPALES	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	
Telemedición en EES																																					
Relevamiento de Procesos																																					
Definición de arquitectura de redes y comunicaciones																																					
Conceptualización																																					
Licitación y adjudicación de proveedor de telemedición																																					
Desarrollo y pruebas																																					
Piloto																																					
Despliegue																																					

Nota. Elaboración propia.

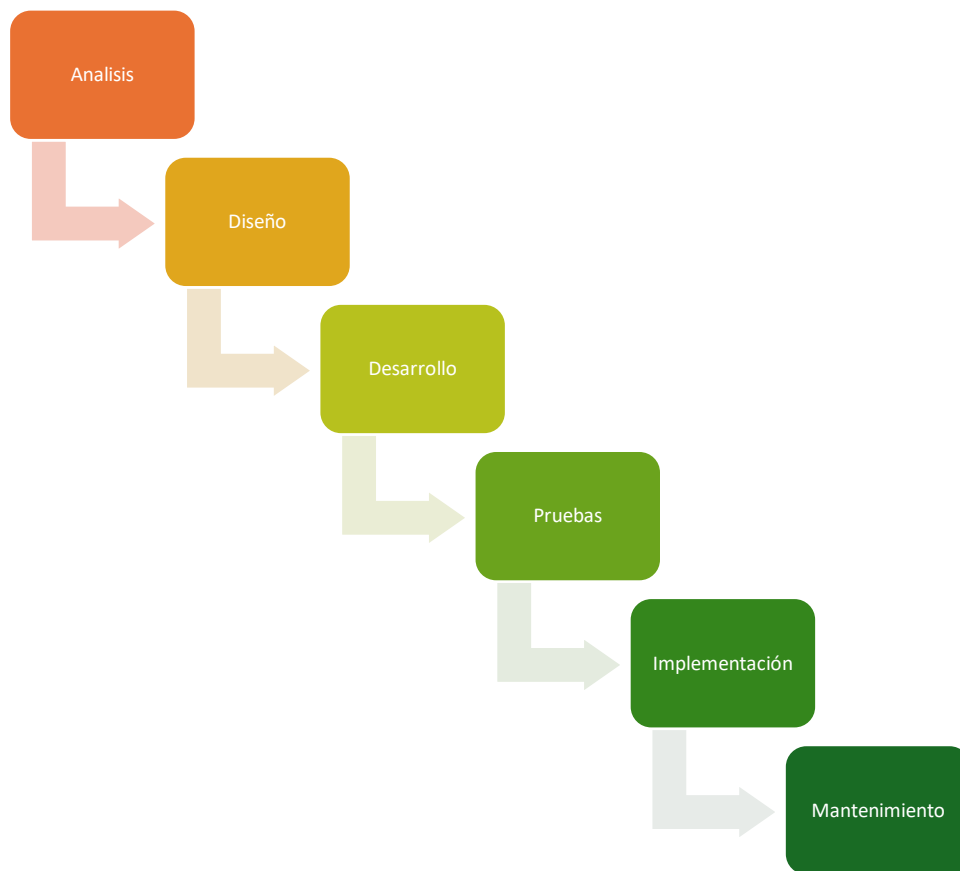
3.2.3.1. METODOLOGÍA DE DESARROLLO EN CASCADA

La metodología de desarrollo en cascada fue planteada por W. W. Royce en 1970 y constituye uno de los enfoques más tradicionales y estructurados dentro de la ingeniería de software. Este modelo ha sido valorado por su rigor documental y control del progreso, ya que permite planificar de manera exhaustiva antes de la construcción del sistema (Balaji & Murugaiyan, 2012) e investigaciones actuales confirman que la metodología Waterfall es óptima para proyectos con alcance fijo y requerimientos estables (Sitorus, Efendi, Napitupulu, Pranoto, & Hermawan, 2025).

Esta metodología se caracteriza por una previa planificación holística, estabilidad, perspectiva a largo plazo. Además, se tiene una visión clara y predecible del proyecto tanto en planificación como en costos (Thesing, Feldmann, & Burchardt, 2021)

Figura 7

Ciclo de Vida de la Metodología de cascada



Nota. Elaboración propia.

3.2.4. IMPLEMENTACIÓN DE ÁREAS, PROCESOS, SISTEMAS Y BUENAS PRÁCTICAS

3.2.4.1. ANTECEDENTES

En la actualidad, el proceso de control de inventarios de combustibles en la red propia de Estación de Servicio (EES) se realiza de manera manual mediante varillaje físico (y manómetro en el caso del GLP). Estas mediciones son convertidas a galones utilizando tablas de aforo y posteriormente registradas de forma manual en el sistema comercial que utilizan las estaciones.

Esta tarea, ejecutada por el personal de las estaciones, se lleva a cabo siguiendo estrictos lineamientos de seguridad; sin embargo, representa una **actividad de riesgo** al requerir acceso directo a los tanques de combustible, exponiendo a los trabajadores a potenciales incidentes que afectan su salud y seguridad. Además, el proceso debe

repetirse a primeras horas de la mañana, durante la madrugada o inmediatamente después de un abastecimiento, incrementando la exposición a dichos riesgos.

Con el fin de explorar alternativas, se implementó inicialmente un sistema de telemedición en tres estaciones de servicio como **prueba de concepto**. No obstante, estas soluciones operaban de manera aislada, sin integración con el sistema comercial, lo que obligaba a continuar con el registro manual y generaba **duplicidad de esfuerzos**, dado que el personal debía igualmente reportar la información en la plataforma corporativa. El manejo eficiente de los inventarios de materiales proporciona una ventaja competitiva, contribuyendo a la sostenibilidad de la empresa y al incremento de su valor (Firera, Al Musadieq, & Solimun, 2024).

3.2.4.2. RELEVAMIENTO DE PROCESOS

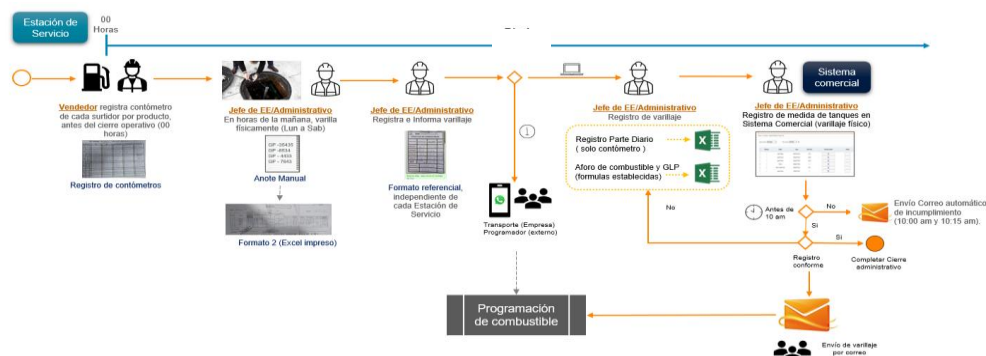
En esta etapa, el objetivo fue poder identificar de manera integral end-to-end el proceso de negocio desde el momento que se recibe las descargas de producto combustible hasta el momento que se reporta al sistema comercial las cantidades existentes en los tanques de combustibles.

Para ello, hubo un trabajo conjunto con el negocio para visitar de manera presencial dos (2) estaciones de servicio en Lima. Las visitas fueron junto a los equipos expertos del área de ingeniería y sistemas, asimismo con los Product Owner del proceso de negocio.

Posterior a estas visitas se realizó un informe y diagramas de flujo que fueron presentados a la dirección y gerencia para su aprobación.

3.2.4.3. PROCESO AS-IS

Figura 8
As Is



Nota. Elaboración propia.

Actores:

- Jefe o Administrativo de estación
- Vendedor
- Transportista
- Programador
- Asesor Comercial

Documentos:

- Registro de contómetros
- Anote Manual / Impresión de telemedición
- Formato 2
- Formato referencial
- Registro Parte Diario
- Aforo de combustible y GLP
- Registro de medida de tanques
- Envío de varillaje por correo
- Correo incumplimiento (condicional)

Herramientas:

- Office
- Sistema comercial
- Consola Veeder.
- Controlador DOMS.

Varillaje:

Acción por la cual el personal de estación de servicio realiza su inventario físico de los tanques para los productos de combustible y gas GLP, a través de una varilla de medición (Liu, Li, Yang, & Gao, 2024); la cual posteriormente se realiza el registro de los datos tanto de manera manual como en el sistema comercial.

3.2.4.4. REVISIÓN DE LA ARQUITECTURA ACTUAL

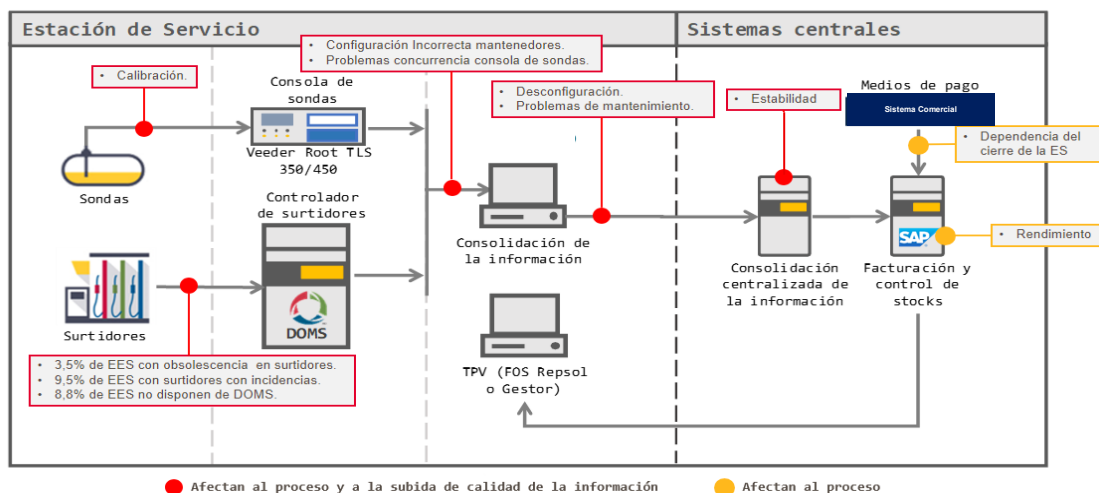
El objetivo de esta etapa fue definir la arquitectura de la solución, identificar el proceso funcional de negocio, validar sobre que infraestructura se apoyará, que tecnologías se emplearan para construirla y como se integrará con otros sistemas de la compañía. Inicialmente se planteó replicar en el negocio de Perú una solución de arquitectura ya empleada por otros negocios en España.

Esta arquitectura está basada en un agente que se instala localmente en un PC de la ESTACIÓN DE SERVICIO (EES), y en un servidor central que consolida la información que recibe de todos los agentes. El agente recibe la información de los surtidores del DOMS y la información de la sonda a través del VeederRoot. El agente envía periódicamente la información recibida al servidor central.

Posteriormente esta información centralizada es explotada en el servidor web de la solución considerando los siguientes procesos:

- **Reporting Services:** Informes de la información consolidada
- **Interfaz de facturación:** Se exponen una serie de servicios web que son consumidos por SAP IP2 para recuperar la información necesaria para poder realizar el proceso de facturación del día anterior. Se trata de un proceso batch nocturno que va consultando los datos de las distintas estaciones.
- **Alarmas:** se generan alarmas para los distintos operadores del sistema.
- **SIR:** Una integración que no se muestra en el gráfico anterior es el envío de datos de cada estación de servicio al SIR, el cual elabora la Información medioambiental para la Reconciliación Estadística del Inventario (SIR). El SIR es un servicio SaaS externo a la empresa.

Arquitectura actual

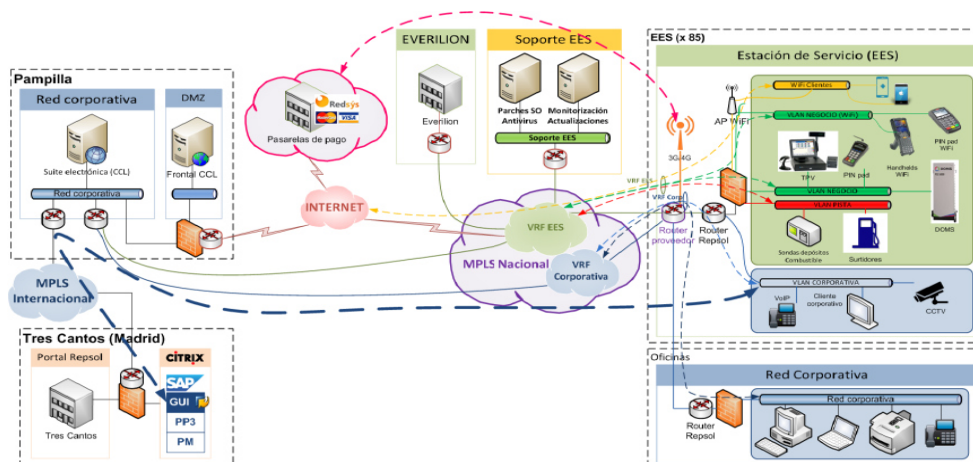


Nota. Elaboración propia.

3.2.4.5. PROPUESTAS INICIALES DE DISEÑO DE ARQUITECTURA

Desde el punto de vista de arquitectura técnica y de infraestructura de comunicaciones desplegada en las ESTACIÓN DE SERVICIO (EES) de Perú, se tuvieron algunas propuestas iniciales del diseño de la arquitectura:

Primera versión de la arquitectura



Nota. Elaboración propia.

Sin embargo, identificamos que esta solución no era viable dado que tenía los siguientes problemas identificados:

- **Robustez:** La situación actual presenta un número alto de errores no controlados por problemas en la integración del cliente instalado en las ESTACIÓN DE SERVICIO (EES) con el servidor central, lo que supone una pérdida de información con un impacto negativo para el negocio.
- **Mantenimiento:** La solución actual requiere un alto esfuerzo para su mantenimiento, sobre todo del cliente local que debe ser revisado por cada ESTACIÓN DE SERVICIO (EES) para chequear su disponibilidad y, en caso contrario, habilitarlo de forma manual e individualmente.
- **Alta dependencia con los elementos locales:** La arquitectura actual utiliza una solución de software instalada localmente e incrementa el nivel de dependencia con los elementos de HW y SW existentes en cada ESTACIÓN DE SERVICIO (EES). La solución implantada debería minimizar el acoplamiento y no incrementarlo.
- **Escalabilidad:** La solución actual, por lo indicado en los puntos anteriores, no es la idónea para escalar a más ESTACIONES DE SERVICIO (EES) y países. Además, la solución está diseñada exclusivamente CODO y no permitiría su extensión al resto de redes de ESTACIÓN DE SERVICIO (EES).

En base a ello se descartó el uso de la arquitectura empleada por otros negocios de la empresa para la implementación del proyecto en Perú.

3.2.4.6. DEFINICIÓN DE ARQUITECTURA FINAL

Después de una nueva revisión técnica junto al proveedor, se identificó que Gilbarco presentó una actualización en sus sistemas en los que ya no era necesario el uso de una VPN para el envío de los datos a su plataforma Insite360, si no que utiliza una comunicación únicamente de salida mediante un protocolo cifrado.

Para poder utilizar esta nueva solución era necesario que los dispositivos DOMS de las ESTACIÓN DE SERVICIO (EES) se actualicen a una versión que soporte el nuevo flujo de comunicación.

Por lo que, desde el punto de vista de arquitectura, se definió que este sería el nuevo modelo para seguir, descartando los anteriores.

La solución utilizará la información que recoge el DOMS (los dispositivos de la ESTACIÓN DE SERVICIO (EES) que tienen la información de todos los surtidores) para enviarla a la plataforma cloud de Gilbarco Veeder-Root (Insite360). Los DOMS a parte de la información de los surtidores obtiene también los datos de los tanques/depósitos de combustible a través de las sondas de combustibles instaladas para medir el estado de dichos depósitos.

La necesidad de disponibilizar los datos de los surtidores y tanques de combustible de manera fiable, hace que sea necesario diseñar una arquitectura robusta a nivel de comunicaciones. En este punto el DOMS solo permite una entrada para el punto de conexión al SaaS del proveedor (Insite360) al que se van a enviar los datos. El SaaS del proveedor (Insite360) es un sistema exógeno al core de negocio de las ESTACIÓN DE SERVICIO (EES), por lo que no puede tener conexión directa con el DOMS, las comunicaciones entre DOMS e Insite360 deben ser unidireccionales, y sólo de salida desde la ESTACIÓN DE SERVICIO (EES), no puede producirse tráfico de entrada procedente de Insite360 hasta el DOMS de las ESTACIÓN DE SERVICIO (EES).

Al ser el DOMS un elemento industrial indispensable en el negocio de las ESTACIÓN DE SERVICIO (EES) también es necesario securizar la salida de ese elemento a internet de tal manera que no se exponga a riesgos de seguridad.

Estas necesidades hacen que la solución pase por enviar las comunicaciones desde DOMS hacia el MPLS del operador a través del router de la ESTACIÓN DE SERVICIO (EES).

Para proteger las comunicaciones entre los dispositivos de las ESTACIÓN DE SERVICIO (EES) y la plataforma SaaS Insite360 se debe solicitar al proveedor de comunicaciones un servicio de redes limpias dentro del MPLS por el que se gestionan las comunicaciones (Berger, y otros, 2021). Este servicio de redes limpias proporciona un mejor control de las comunicaciones y protección mediante el uso de Firewalls, filtrado, anti-spam, antiDoS y más servicios relacionados con la seguridad de las comunicaciones.

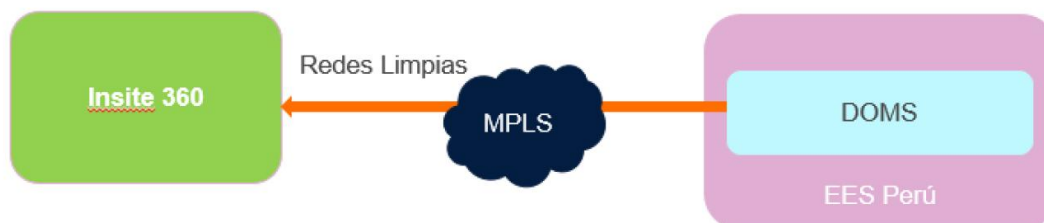
Para poder implementar la integración con el sistema comercial se identificaron los siguientes requisitos y consideraciones:

- Volumen de datos de una estación de servicio promedio al servidor Gilbarco Veeder Root (GVR): alrededor de 30 Mbs / mes para un sitio grande que incluye alrededor de 15 alarmas enviadas por un registrador de datos DOMS.
- Estos datos se envían al servidor GVR con la siguiente frecuencia:
 - ESTACIÓN DE SERVICIO (EES)vía API SAP → Polling cada hora
 - ESTACIÓN DE SERVICIO (EES)vía Streaming API → Polling cada 15 minutos
- El VPN appliance de GVR admite un rendimiento de hasta 100 Mbps, para compartir con todas las VPN que contiene. El throughput es para toda la red y se considera suficiente como para procesar todos los datos de la red (1.200 ESTACIÓN DE SERVICIO (EES)).
- Los datos sondeados (muestras y eventos DIM) de cada sondeo son alrededor de 54 KB en promedio por sitio. El número máximo de sitios que I360 encuesta simultáneamente es de 16 sitios. El número de votaciones al día es de 24 por sitio, lo que da 20,736 KB por día para 16 sitios.
- La comunicación de sondeo es de I360 y el registrador de datos DOMS en los sitios. I360 sondea los datos de los sitios cada hora. Los datos se procesan y se ponen a disposición en la API de SAP. Extrapolando estos resultados a 1,200 sitios, resulta que se procesan 1,555,200 KB (1,5 GB) al día.
- Para API SIR, los cálculos serían aproximadamente los mismos al sondear I360 cada 15 minutos en lugar de cada hora.
- Los datos enviados desde el registrador de datos DOMS a I360:
 - Alarmas ATG: cada alarma enviada por un registrador de datos DOMS es de alrededor de 2KB. En promedio, un sitio envía 16 alarmas al mes.
 - Eventos DOMS: Cada evento enviado por el registrador de datos DOMS tiene alrededor de 2KB. En promedio, el sitio envía 12 eventos al día (24 KB al día por sitio).
 - Latidos: el sitio envía un latido cada 15 minutos. Cada mensaje de latido es de 2 KB con un resultado de 192 KB al día por sitio.

Con ello el diseño final de comunicaciones para establecer una comunicación segura entre la ESTACIÓN DE SERVICIO (EES) de Perú y la plataforma SaaS Insite360 de Gilbarco, tal como se indica en la Figura 11.

Figura 11

Diseño de comunicación entre la EES y la plataforma SaaS



Nota. Elaboración propia.

Para poder llevar las comunicaciones desde el DOMS de la ESTACIÓN DE SERVICIO (EES) hasta la plataforma Insite360 de Gilbarco es necesario solicitar al proveedor de comunicaciones el establecimiento de un servicio de redes limpias desde el MPLS de forma que las comunicaciones de las ESTACIÓN DE SERVICIO (EES) que entran por la VRF de ESTACIÓN DE SERVICIO (EES) hasta el proveedor Insite360 se realice de forma segura.

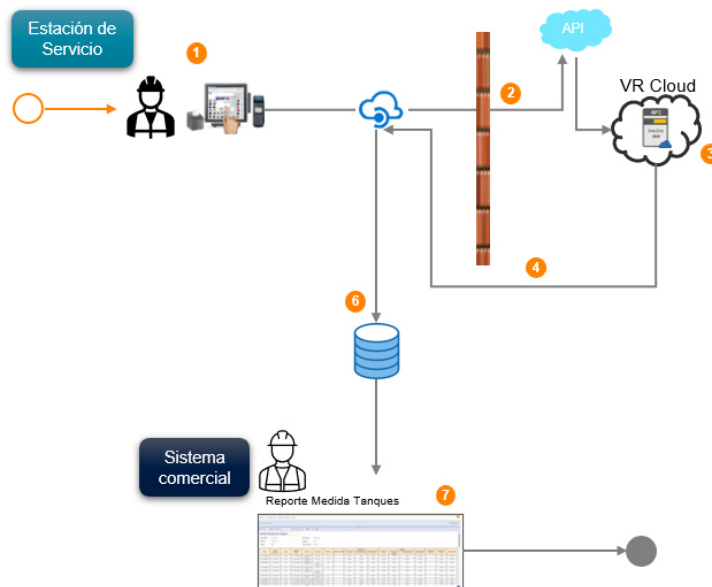
En la ESTACIÓN DE SERVICIO (EES) en las que los dispositivos DOMS puedan actualizarse a la versión recomendada por el proveedor para esta comunicación la comunicación se iniciará desde el DOMS, en las que no sea posible será necesario la instalación del dispositivo que recomienda el fabricante, denominado Edge360 que estará conectado al DOMS y a las sondas de los depósitos.

3.2.4.7. DEFINICIÓN DE PROCESO TO-BE

En base a la definición de la arquitectura de sistema y de la necesidad de negocio de automatizar el proceso operativo de varillaje, se definió el proceso TO-BE:

Figura 12

To be



Nota. Elaboración propia.

1. Vendedor realiza cierre operativo en el TPV.
2. Servicio de Sistema comercial, se comunicará con el API expuesta por INSITE360, se enviará comando para “Obtener Varillaje” y los datos de la ESTACIÓN DE SERVICIO (EES)S y fecha.
3. El API se comunicará con INSITE360, y este procesará la información según lo solicitado para la toma de inventario automático. Cod. Producto / Nombre Producto / Código Tanque / Nombre Tanque / Fecha / Hora / Medición.
4. INSITE360 responderá con la información solicitada en la petición del punto 3. El servicio será Síncrono.
5. El servicio registrará la data obtenida en las tablas de varillaje.
6. El Jefe/Administrativo de la estación podrá visualizar el inventario, en el reporte de BackOffice.

3.2.4.8. ANÁLISIS DE REQUERIMIENTOS

a. Configurar Tanques

Se adicionará una nueva opción para colocar el estado de los tanques, en la configuración inicial. En el registro de varillaje automático y el de contingencia, solo deberán de visualizarse los tanques en estado activo. Para los reportes se

omitirán los estados de los tanques, ya que se pueden visualizar de modo de data histórica.

b. Configurar datos de Sistema Comercial e Insite 360

Se creará una tabla de parámetros para poder realizar la parametrización de los datos: Cod. Producto / Código Tanque / Código ESTACIÓN DE SERVICIO (EES)S; de haber más datos se estará añadiendo. Se creará una pantalla, la cual solo servirá como visualización de la parametrización, la nueva pantalla no será para registrar, editar y/o eliminar.

c. Configurar ESTACIÓN DE SERVICIO (EES)

Se adicionará una nueva opción para identificar si la ESTACIÓN DE SERVICIO (EES)S de Servicio, pertenece al proceso de varillaje automático o al proceso manual.

d. Cierre Operativo

Luego del proceso actual del cierre operativo, se registrará en BBDD el inicio del proceso de varillaje automático. Se adicionará una nueva opción, botón, para que el operador realice el proceso de envío y recepción del varillaje automático. En caso de inconveniente para el envío o recepción de la trama al proveedor Insite360; no debe de afectar al cierre operativo.

e. Conectar API externa

Registrar el proceso de inicio y fin hacia el proveedor Insite360. Invocar el servicio que se conectara hacia el API expuesta del proveedor Insite360, enviando el comando y datos de ESTACIÓN DE SERVICIO (EES)S y fecha para obtener la información del varillaje automático. Inconvenientes de conexión se hará 5 reintentos; en caso, los 5 reintentos no conecten con el proveedor Insite360, se notificará mediante una sonda al buzón Soporte Sistema Comercial para realizarlo manualmente, registrando la estación de servicio y la fecha/hora, para luego comunicarnos con el proveedor y nos envíe la información. El proveedor Insite360 generara la información en el archivo de formato json/xml, y nos enviara la trama con la información relevante para el registro del varillaje en automático.

f. Recepcionar información

Inconvenientes de conexión por parte del proveedor al enviarnos la información, se realizará 5 reintentos; de no establecer conexión y/o otras casuísticas, se notificará mediante una sonda al buzón Soporte Sistema Comercial para realizarlo manualmente, y el proveedor nos envíe la información. El servicio recepcionará la información de la trama, la cual registrará en la BBDD de Sistema Comercial. Registrar en BBDD, el proceso inicio y de finalización al enviar la trama con la información del registro de varillaje.

g. Registrar Varillaje

Registrar proceso en BBDD, al iniciar y finalizar el registro de varillaje automático. Se deberá tener una tabla parametrizada con los datos de MOTIVO, OBSERVACION y SUSTENTO. Se utilizarán los procesos existentes para el registro de varillaje, incluido el cálculo del stock teórico y el recalcado de la merma. El usuario podrá visualizar el registro de varillaje en los reportes existente desde el Back Office, aquí se añadirá una columna adicional para identificar el origen del registro de varillaje, ya sea por el proceso manual actual o el proceso automático de tele medición. De haber inconsistencias en la conexión y recepción de información, se habilitará como contingencia el registro manual de varillaje, donde el envío de correo tendremos la información para el registro. Para el caso de la merma, se utilizará el cálculo actual. Para las aprobaciones de Merma, se mantendrá con el flujo actual; el cual se necesita aprobación del negocio según casuísticas establecidas ya por el negocio.

h. Enviar correo

Registrar proceso en BBDD, al iniciar y finalizar el envío de correo. Cuando se termina el registro del Varillaje en automático. Se reutilizará los objetos existentes (formato y adjuntos) para el envío de correo al negocio.

i. KARDEX BackOffice Sistema comercial

Validar el proceso de kárdex de combustible, se reutilizará el cálculo existente; y se podrá visualizar en los reportes existentes en el Back Office.

j. Proceso Valorización

Validar el proceso de valorización hacia SAP, se utilizará el flujo actual; el cual procede luego del cierre administrativo.

k. Anulación NDES y Ventas NDES Manual

Validar en caso haya anulaciones de NDES o ingresos de NDES manuales; se reutilizará la inconsistencia y se realizara el registro de manera manual del varillaje; tal cual como se viene realizando en la actualidad. Se realizará ello, ya que los casos presentados no son frecuentes.

l. Migración Merma a SAP

Para el proceso de migración Merma hacia SAP, mediante la interfaz MM; se utilizará el proceso actual.

3.2.4.9. DESARROLLO DE FUNCIONALIDAD EN SISTEMA COMERCIAL

A. Configurar datos de Sistema Comercial y Sistema Gilbarco

Como parte del requerimiento se han agregado las siguientes funcionalidades:

- Se ha creado una tabla (Telemedición) donde se registrarán los datos equivalentes entre ambos sistemas por cada ESTACIÓN DE SERVICIO (EES)S que cuente con telemedición.
- Se ha creado un formulario Almacén > Formularios > Equivalencia Tanques Insite360 donde se podrá registrar o editar la información.

Consideraciones:

- Se deberá validar que el Código de ESTACIÓN DE SERVICIO (EES)S + Código de Tanque no se repita.
- Todos los datos del formulario son obligatorios en su registro.
- Sólo se mostrarán las ESTACIÓN DE SERVICIO (EES)S que tienen activo el flag de telemedición.

- Para nuevas ESTACIÓN DE SERVICIO (EES)S negocio deberá enviar la información de la ESTACIÓN DE SERVICIO (EES)S y código de tanques para su configuración.
- Para la creación y/o modificación de tanques se debe de incluir la configuración de los datos.

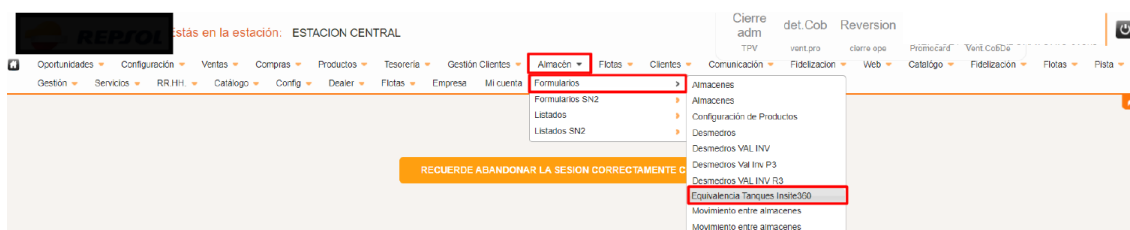
B. Configurar datos de Sistema Comercial y Sistema Gilbarco

Para realizar una Equivalencia Tanques Insite360 debes seguir los siguientes pasos:

Paso 1: Hacer clic en Almacén > Formularios > Equivalencia Tanques Insite360 desde la ventana principal.

Figura 13

Paso 1



Nota. Elaboración propia.

Paso 2: Ingresar la ESTACIÓN DE SERVICIO (EES)S que se desea buscar y mostrar en la grilla los tanques equivalentes con la data de Gilbarco.

Figura 14

Paso 2

CÓDIGO EES	CÓDIGO ARTÍCULO	CÓDIGO TANQUE	CÓDIGO EES GILBARCO	CÓDIGO ARTÍCULO GILBARCO	CÓDIGO TANQUE GILBARCO
00151 - Angamos 2	5	5	5	5	5
00151 - Angamos 2	4	8	5	4	4

Nota. Elaboración propia.

C. Registrar Varillaje

Como parte del requerimiento se han agregado las siguientes funcionalidades:

- Registrar proceso en BBDD, al iniciar y finalizar el registro de varillaje automático.
- Se deberá tener una tabla parametrizada con los datos de MOTIVO, OBSERVACION y SUSTENTO.
- Se utilizarán los procesos existentes para el registro de varillaje, incluido el cálculo del stock teórico y el recalcado de la merma.
- El usuario podrá visualizar el registro de varillaje en el Reporte de Medidas entre Tanques, aquí se añadirá una columna adicional para identificar el origen del registro de varillaje, ya sea por el proceso manual o el proceso automático de telemedición.
- De haber inconsistencias en la conexión y recepción de información (hasta 5 reintentos), se habilitará como contingencia el registro manual de varillaje, donde el envío de correo tendremos la información para el registro.
- Para el caso de la merma, se utilizará el cálculo actual.
- Para las aprobaciones de Merma, se mantendrá con el flujo actual; el cual se necesita aprobación del negocio según casuísticas establecidas ya por el negocio.
- Para el caso que la ESTACIÓN DE SERVICIO (EES) haya realizado la telemedición, si se revisa en el formulario de varillaje, nos mostrará los valores registrados de la telemedición a partir del servicio, como se muestra en la imagen.

Los valores mostrados del servicio son la fecha y hora del registro, así como los valores de stock retornados.

Figura 15

Formulario de registro de varillaje

Referencia	Nombre	Tanque	Stock Teórico	Fecha/Hora medición	Medición
01	Cisterna 01 001 01	SAPROL-010101	0	15/05/2025 10:00:00	5253.00
01	Cisterna 02 001 01	SAPROL-020101	0	15/05/2025 10:00:00	2854.00
01	Cisterna 03 001 01	SAPROL-030101	0	15/05/2025 10:00:00	2854.00
01	Cisterna 04 001 01	SAPROL-040101	0	15/05/2025 10:00:00	2854.00
01	Cisterna 05 001 01	SAPROL-050101	0	15/05/2025 10:00:00	2854.00
01	Cisterna 06 001 01	SAPROL-060101	0	15/05/2025 10:00:00	2854.00

Nota. Elaboración propia.

3.2.4.10. DESPLIEGUE DE SOLUCIÓN

A continuación, se detalla el procedimiento de implementación de telemedición en ESTACIÓN DE SERVICIO (EES):

1. Balizamiento del área de trabajo

Se colocan los conos y barreras de seguridad en el espacio de trabajo por cada sumidero de tanque.

Figura 16

Balizamiento del área de trabajo



Nota. Elaboración propia.

2. Instalación de sondas en el tanque

Se introduce la sonda en el niple de 4 pulgadas ubicado en el sumidero de la bomba.

Figura 17

Instalación de sondas



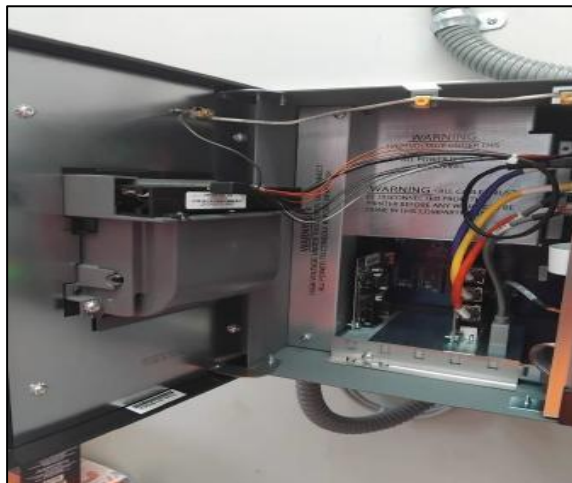
Nota. Elaboración propia.

3. Conexión eléctrica de consola

Se realiza el empalme para la conexión y alimentación de la consola.

Figura 18

Conexión eléctrica de consola



Nota. Elaboración propia.

4. Montaje de consola

Se monta la consola a una altura de 1.5 metros en la ubicación designada.

Figura 19

Montaje de consola



Nota. Elaboración propia.

5. Configuración del sistema

Se enciende el equipo y se realiza la configuración del sistema.

Figura XX.

Pantalla de la consola de telemedición

Figura 20

Pantalla de la consola de telemedición



Nota. Elaboración propia.

6. Pruebas de validación

Se verifica las medidas que reporta el sistema con la varilla de la estación.

Figura 21

Pruebas de validación



Nota. Elaboración propia.

7. Inducción al jefe de estación

Se realiza la inducción al jefe de estación y al personal administrativo.

Figura 22

Inducción al jefe de estación



Nota. Elaboración propia.

8. Estado final del sistema

El equipo se deja encendido y operativo.

Figura 23

Estado final del sistema



Nota. Elaboración propia.

3.2.4.11. CONTROL DE INVENTARIO (MERMAS)

Con la implementación del sistema de telemedición, la Estación de Servicio (EES) fortalece el control del inventario al disponer de lecturas automáticas y trazables del volumen en tanques, lo que permite identificar, controlar y disminuir las mermas (diferencias entre el volumen teórico/contable y el volumen real medido) (Ren, 2022).

En particular, el proyecto contribuye al control de mermas porque habilita la conciliación sistemática entre: (i) los registros del sistema comercial (compras, ventas y existencias), y (ii) las lecturas de la consola de tanques integradas a través de Insite360.

Para ello, el usuario cuenta con reportes operativos como el “Ticket Delivery” (Figura 24), que soporta la validación de descargas mediante la comparación del volumen consignado en el ticket de entrega versus el volumen efectivamente recibido/registrado en los tanques; y con el reporte “Registro Medidas de Tanques Perú”, donde se visualizan los datos migrados desde Insite360 al sistema comercial y, adicionalmente, se permite el ingreso de ajustes manuales a modo de corrección (bajo criterio operativo y evidencia), asegurando consistencia de la información.

Figura 24

Ticket Delivery

12/11/25 15:17

Volumen=GALONES
Altura=PULGADAS
Temp=FAHRENHEIT

INFORME DE ENTREGA

TANQUE 1:DB5-1

Fecha / Hora	Combusti Volumen	Agua Altura	Combusti Temp	Combusti Altura
INICIO: 12/11/25 3:14	2043	0.00	83.96	21.29
FIN: 12/11/25 3:41	5546	0.00	85.74	43.49
CANTIDA	3503			

TANQUE 2:DB5-2

Fecha / Hora	Combusti Volumen	Agua Altura	Combusti Temp	Combusti Altura
INICIO: 12/11/25 3:34	4443	0.00	90.44	36.34
FIN: 12/11/25 3:52	5438	0.00	89.57	42.35
CANTIDA	995			

TANQUE 3:DB5-3

Fecha / Hora	Combusti Volumen	Agua Altura	Combusti Temp	Combusti Altura
INICIO: 12/11/25 2:50	488	0.00	85.21	12.47
FIN: 12/11/25 3:12	3477	0.00	87.49	52.72
CANTIDA	2989			

TANQUE 4:G-Regular

Fecha / Hora	Combusti Volumen	Agua Altura	Combusti Temp	Combusti Altura
INICIO: 09/11/25 1:16	3162	0.00	83.10	48.23
FIN: 09/11/25 1:35	5160	0.00	79.22	74.67
CANTIDA	1998			

TANQUE 5:G-Premium 1

Fecha / Hora	Combusti Volumen	Agua Altura	Combusti Temp	Combusti Altura
INICIO: 07/11/25 14:14	1867	0.00	80.24	32.17
FIN: 07/11/25 14:37	4856	0.00	77.51	70.34
CANTIDA	2989			

TANQUE 6:G-Premium 2

Fecha / Hora	Combusti Volumen	Agua Altura	Combusti Temp	Combusti Altura
INICIO: 09/11/25 1:06	1717	0.00	80.63	30.96
FIN: 09/11/25 1:25	3711	0.00	76.78	55.32
CANTIDA	1994			

Nota. Elaboración propia.

En la práctica, el control se ejecuta mediante un cuadro diario. Por ejemplo, para el 17/11/2025, la Estación de Servicio (EES) realiza la conciliación tomando como base: (a) los datos del sistema comercial (Figura 25), (b) los datos de la consola (Figura

26) y (c) el cuadro realizado por la estación (Figura 27), identificando la variación correspondiente y registrando el resultado conforme al procedimiento interno.

Figura 25
Reporte Registrar Medidas de Tanques Perú al 17/11/2025

18/11/25, 10:09

Report

Haga click aquí para mostrar los accesos rápidos

18/11/2025

ESPACIO CARBAJAL Y CIA S.A.S.
REPSOL COMERCIAL S.A.S.
Operaciones - Administrativo Estación - Administrativo Estación

REPSOL

Ventas Compras Tesorería Catálogo Almacén Gestión Servicios Empresa

Almacén > Formularios > Registrar Medidas de Tanques Peru

Estación de Servicio : Tierra

Fecha de negocio : 17/11/2025

Referencia	Nombre	Tanque	Stock Teórico	Fecha/Hora medicion	Medición	Stock Físico	Diferencia	Motivo	Sustento
3	Gasohol Regular	TIERRA-E90.4	2947.04	18/11/2025 00:02	2939.00	2939.00	-8.04	Merma	Telemedición
2	Gasohol Premium	TIERRA-E95.5	3421.65	18/11/2025 00:02	3423.00	3423.00	1.35	Merma	Telemedición
6	Diesel e+ (Diesel B5 550)	TIERRA-ECO.1	3681.91	18/11/2025 00:02	3677.00	3677.00	-4.91	Merma	Telemedición
6	Diesel e+ (Diesel B5 550)	TIERRA-ECO.2	4704.51	18/11/2025 00:02	4703.00	4703.00	-1.51	Merma	Telemedición
6	Diesel e+ (Diesel B5 550)	TIERRA-ECO.3	2015.18	18/11/2025 00:02	2005.00	2005.00	-10.18	Merma	Telemedición
2	Gasohol Premium	TIERRA-GP.6	4207.1	18/11/2025 00:02	4210.00	4210.00	2.90	Merma	Telemedición

Nota. Elaboración propia.

Figura 26

Datos de la consola al 17/11/2025

10/10/25 0:00

INFORME INVENTARIO ACTUAL

TANQUE 1: DBS-1	
VOLUMEN	= 6716 gal
100% VACÍO	= 4914 gal
ALTURA	= 50.49 PULGAD
AGUA	= 0.00 PULGAD
VOL AGUA	= 0 gal
TEMP	= 84.48 GRADO

TANQUE 2: DBS-2	
VOLUMEN	= 6467 gal
100% VACÍO	= 5180 gal
ALTURA	= 48.52 PULGAD
AGUA	= 0.00 PULGAD
VOL AGUA	= 0 gal
TEMP	= 83.70 GRADO

TANQUE 3: DBS-3	
VOLUMEN	= 3758 gal
100% VACÍO	= 2026 gal
ALTURA	= 56.26 PULGAD
AGUA	= 0.00 PULGAD
VOL AGUA	= 0 gal
TEMP	= 83.33 GRADO

TANQUE 4: G-Regular	
VOLUMEN	= 3107 gal
100% VACÍO	= 2690 gal
ALTURA	= 47.57 PULGAD
AGUA	= 0.00 PULGAD
VOL AGUA	= 0 gal
TEMP	= 78.19 GRADO

TANQUE 5: G-Premium 1	
VOLUMEN	= 3201 gal
100% VACÍO	= 2612 gal
ALTURA	= 48.65 PULGAD
AGUA	= 0.00 PULGAD
VOL AGUA	= 0 gal
TEMP	= 76.18 GRADO

TANQUE 6: G-Premium 2	
VOLUMEN	= 2828 gal
100% VACÍO	= 2967 gal
ALTURA	= 44.62 PULGAD
AGUA	= 0.00 PULGAD
VOL AGUA	= 0 gal
TEMP	= 76.53 GRADO

Nota. Elaboración propia.

Figura 27

Cuadre realizado por la Estación según datos de la consola al 17/11/2025

PRODUCTOS	Fecha Negocio	Fecha y Hora Cierre Operativo	Teorico Everition	Insite 360 Varilla	Consola Reporte	Teorico Vs Consola	Teorico VS Insite	Hora consola
Diesel B5 S50- Tanque 1	17/11/2025	18/11/2025 12:02:04 a.m.	3681.91	3677	3677	-4.91	-4.91	00:02
Diesel B5 S50- Tanque 2	17/11/2025	18/11/2025 12:02:04 a.m.	4704.51	4703	4703	-1.51	-1.51	00:02
Diesel B5 S50- Tanque 3	17/11/2025	18/11/2025 12:02:04 a.m.	2015.18	2005	2005	-10.18	-10.18	00:02
Regular - Tanque 4	17/11/2025	18/11/2025 12:02:04 a.m.	2947.04	2939	2939	-8.04	-8.04	00:02
Premium - Tanque 5	17/11/2025	18/11/2025 12:02:04 a.m.	3421.65	3423	3423	1.35	1.35	00:02
Premium - Tanque 6	17/11/2025	18/11/2025 12:02:04 a.m.	4207.1	4210	4210	2.9	2.9	00:02

Nota. Elaboración propia.

Finalmente, esta información queda reflejada en el KARDEX de la estación para ese día (Figura 28), consolidando la trazabilidad de inventario. Este flujo reduce la probabilidad de “mermas no identificadas” al detectar desviaciones oportunamente,

habilitar su análisis (operativo o técnico) y sostener acciones correctivas, contribuyendo así a un mayor control y disminución de pérdidas en la gestión diaria del combustible.

Figura 28
KARDEX al 17/11/2025

Ventas > Listados > Kardex Combustible

1 de 1

Buscar | Siguiente

REPORTE DE KARDEX COMBUSTIBLE DETALLADO

Fecha Desde: 17/12/2025 Fecha Hasta: 17/12/2025

Tienda: Tierra Tipo: Detallado

COD. EESS	EESS	F. NEGOCIO	SKU	ARTICULO	VOLUMEN	S. INICIAL		ENTRADAS				SALIDAS			
						UNI	S/	COMPRAS		TRANSF.		VENTAS		TRANSF.	
00162	Tierra	17/12/2025	1	Eltec 98	GAL	0.00	S/ 0.00	0.00	S/ 0.00	0.00	S/ 0.00	0.00	S/ 0.00	0.00	S/ 0.00
00162	Tierra	17/12/2025	2	Gasohol Premium	GAL	5,506.00	S/ 18.11	0.00	S/ 0.00	0.00	S/ 0.00	737.84	S/ 6,679.44	0.00	S/ 0.00
00162	Tierra	17/12/2025	3	Gasohol Regular	GAL	4,509.00	S/ 8.45	0.00	S/ 0.00	0.00	S/ 0.00	321.93	S/ 2,721.65	0.00	S/ 0.00
00162	Tierra	17/12/2025	4	Gas 84	GAL	0.00	S/ 0.00	0.00	S/ 0.00	0.00	S/ 0.00	0.00	S/ 0.00	0.00	S/ 0.00
00162	Tierra	17/12/2025	5	Diesel pro +	GAL	0.00	S/ 0.00	0.00	S/ 0.00	0.00	S/ 0.00	0.00	S/ 0.00	0.00	S/ 0.00
00162	Tierra	17/12/2025	6	Diesel + (Diesel B5 S50)	GAL	7,923.00	S/ 29.51	10,000.00	S/ 96,070.00	0.00	S/ 0.00	7,128.09	S/ 69,266.93	0.00	S/ 0.00
00162	Tierra	17/12/2025	7	GAS COMBUSTIBLE GLP LT	L	0.00	S/ 0.00	0.00	S/ 0.00	0.00	S/ 0.00	0.00	S/ 0.00	0.00	S/ 0.00
00162	Tierra	17/12/2025	9	GAS COMBUSTIBLE GLP	GAL	0.00	S/ 0.00	0.00	S/ 0.00	0.00	S/ 0.00	0.00	S/ 0.00	0.00	S/ 0.00

Nota: En esta figura podemos observar el estado del KARDEX para la EES Piloto para el 17/12/2025. Fuente. Proyecto (2025).

3.2.4.1. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Con base a lo demostrado y detallado en los puntos anteriores se evidencia el cumplimiento del objetivo del proyecto al implementar, en una Estación de Servicio de la empresa de hidrocarburos ABC, un sistema de información de telemedición integrado al sistema comercial de la EES y a SAP IP2, permitiendo el monitoreo del combustible con trazabilidad, la automatización del control de inventarios y una operación más eficiente. La solución desplegada habilita la captura sistemática de mediciones desde la consola y su disponibilidad en reportes operativos para la gestión diaria (inventario, descargas, conciliaciones y análisis de diferencias), reduciendo la dependencia de registros manuales y fortaleciendo el control.

En relación con los objetivos específicos, se evidencia el cumplimiento de la siguiente forma:

- O.E1.: Se realizó la integración de la consola Gilbarco Veeder-Root y el controlador DOMS con el sistema comercial y SAP IP2, garantizando la captura y registro automático de inventarios mediante la cadena de integración (Insite360 → sistema comercial → SAP IP2), habilitando la disponibilidad de datos medidos para reportes operativos y conciliaciones.

- O.E2.: Se desarrolló la capacitación y transferencia de conocimiento a usuarios de estación, personal operativo y equipos de soporte técnico, abarcando operación, interpretación de reportes, atención de incidencias y criterios de control, asegurando la sostenibilidad operativa de la solución en el tiempo.
- O.E3.: Se redujeron las inconsistencias en cierres administrativos y en la programación de abastecimiento al eliminar el varillaje manual como fuente principal de medición, reemplazándolo por lecturas automatizadas con mayor precisión y oportunidad, disminuyendo errores humanos y mejorando la confiabilidad del dato de inventario.
- O.E4.: Se incorporaron prácticas de ciberseguridad y alineamiento con estándares corporativos, atendiendo observaciones de auditoría y cerrando brechas tecnológicas asociadas a controles de acceso, trazabilidad, continuidad y gobierno del dato, reduciendo el riesgo operativo y fortaleciendo la postura de seguridad del entorno.
- O.E5.: Se evaluó el impacto de la implementación mediante indicadores de eficiencia, confiabilidad de datos y beneficios económicos, incluyendo el análisis de costo–beneficio y su sustentación financiera (VAN y TIR), permitiendo cuantificar el valor generado y respaldar su escalabilidad.

Adicionalmente, se cumplió con los propósitos de valor agregado planteados, dejando un modelo de despliegue escalable aplicable al resto de estaciones de la Red Propia y una documentación de lecciones aprendidas y buenas prácticas del piloto, con el fin de reforzar futuros despliegues y proyectos de transformación digital en el sector hidrocarburos.

3.3. EVALUACIÓN

La evaluación del proyecto se realizó considerando el impacto económico y operativo de la implementación del sistema de telemedición de combustibles en una estación de servicio de la empresa ABC del sector hidrocarburos. Para ello, se analizó la inversión requerida para la ejecución del proyecto, así como los beneficios tangibles e intangibles generados por la automatización del control de inventarios y la integración con el sistema comercial de la empresa.

3.3.1. EVALUACIÓN ECONÓMICA

Para la evaluación económica del proyecto se consideraron los costos asociados a la implementación de la solución tecnológica, los cuales incluyen la habilitación de facilidades técnicas, la adquisición e instalación de equipos de instrumentación para telemedición, así como el desarrollo e integración del sistema de información con la plataforma comercial.

La evaluación se realizó considerando como moneda el dólar americano (USD) y sin incluir el Impuesto General a las Ventas (IGV).

En la Tabla 5 se presenta el detalle del costo total de inversión del proyecto.

Tabla 5

Inversión del proyecto

Descripción	Monto (USD)
Facilidades técnicas y obras civiles	920,000.00
Equipos de instrumentación (telemedición)	1,128,000.00
Integración con Sistema Comercial e infraestructura tecnológica	320,027.40
Total, de la inversión	2,368,027.40

Nota. Elaboración propia.

En base a la información presentada, se determina que el proyecto requirió una inversión total aproximada de USD 2,368,027.40, destinado a la implementación integral del sistema de telemedición y su integración con el sistema comercial de estaciones de servicio.

Desde el punto de vista de sistemas, esta inversión habilitó la automatización del proceso de control de inventarios, eliminando el varillaje manual, reduciendo errores humanos, mejorando la seguridad operativa y garantizando la disponibilidad de información confiable en tiempo casi real para la toma de decisiones del negocio.

Los beneficios económicos del proyecto se analizan considerando el alcance total de la Red Propia, conformada por 115 estaciones de servicio, dado que la solución tecnológica implementada opera de manera centralizada y su impacto se incrementa conforme se despliega en la totalidad de la red.

En este contexto, uno de los principales beneficios corresponde al control de las descargas de combustible, mediante la validación del volumen real recibido en los tanques frente al volumen consignado en el ticket de entrega, lo que permite la recuperación de diferencias y la reducción de pérdidas no identificadas.

Adicionalmente, la automatización del inventario elimina el varillaje manual, generando ahorros de horas hombre del personal de ventas y de los equipos de soporte, así como mejoras en la planificación logística de la distribución de combustible. Estos beneficios, al ser replicables por estación, generan un impacto económico significativo a nivel de toda la red.

En la Tabla 6 se presenta el detalle de los beneficios asociados del proyecto.

Tabla 6
Beneficios del proyecto

Descripción	Detalle	Estimación anual (USD)	Desglose
Recuperación de diferencias en descargas (Ticket Delivery vs volumen real en tanque)	Control de descargas + validación volumétrica + recupero/descuento a transportista	520,000.00	520,000 / 115 ESTACIÓN DE SERVICIO (EES)S ≈ USD 4,522 por estación/año
Ahorro de HH del personal de ventas por eliminación de varillaje manual	Menos tiempo en medición manual + registro + validación	180,000.00	180,000 / 115 ≈ USD 1,565 por estación/año
Ahorro de HH de equipos de soporte/backoffice (reprocesos, ajustes, conciliaciones)	Menos correcciones manuales en sistemas + menos incidencias operativas	90,000.00	90,000 / 115 ≈ USD 783 por estación/año
Optimización logística de distribución (mejor reposición, menos urgencias/reprogramaciones)	Mejor planificación por inventario confiable (menos viajes urgentes, mejor programación)	70,000.00	70,000 / 115 ≈ USD 609 por estación/año
Mitigación de riesgos (accidentes por exposición al combustible y potenciales multas)	Reducción de exposición por eliminación de varillaje + menor probabilidad/impacto esperado	40,000.00	Valor esperado

Total, beneficios anuales	900,000.00
----------------------------------	-------------------

Nota. Elaboración propia.

3.3.2. INTERPRETACIÓN DEL VAN Y DEL TIR

El proyecto de implementación del sistema de telemedición consideró una inversión inicial total de USD 2,368,027.40, correspondiente a la ejecución de facilidades técnicas, la adquisición de equipos de instrumentación para telemedición y el desarrollo e integración del componente tecnológico con la plataforma Sistema Comercial. Para la evaluación económica se asumió un horizonte de análisis de cinco (5) años, beneficios económicos anuales estimados en USD 900,000 y una tasa de descuento del 9.43%, correspondiente a la tasa de rentabilidad vigente definida por la empresa para proyectos del negocio de Movilidad.

En base a estos supuestos, se procedió a realizar la evaluación económica del proyecto mediante el cálculo del Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR), buscando una fuerte consistencia de las métricas (Magni & Marchioni, 2020). En la Tabla 7 se muestran los cálculos correspondientes para la determinación del VAN, considerando los flujos de caja generados por el proyecto durante el periodo de evaluación.

Tabla 7

Evaluación económica

Tiempo	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
	(2024)	(2025)	(2026)	(2027)	(2028)	(2029)
Flujo neto (USD)	-2,315,493.00	847,465.60	900,000.00	900,000.00	900,000.00	900,000.00
Saldo actualizado (9.43%)	-2,315,493.00	774,862.02	751,891.18	687,592.28	628,398.40	574,284.98
Saldo actualizado acumulado	-2,315,493.00	-1,540,630.98	-788,739.80	-101,147.52	527,250.88	1,101,535.86

Nota. Elaboración propia.

Como resultado del análisis, se obtuvo un Valor Actual Neto (VAN) positivo de USD 1,101,535.86, lo cual indica que el proyecto genera valor económico para la organización al descontar los flujos futuros a la tasa de descuento establecida.

Asimismo, la Tasa Interna de Retorno (TIR) calculada para el proyecto es aproximadamente 17.8%, valor que resulta superior a la tasa mínima de rentabilidad exigida por la empresa.

Dado que se cumple que $VAN > 0$ a una tasa de descuento del 9.43% y que $TIR > w$, siendo $w = 9.43\%$, se puede concluir que el proyecto es económicamente rentable, ya que cumple con las condiciones establecidas para la evaluación financiera de proyectos de tecnología e ingeniería. Adicionalmente, el proyecto aporta beneficios operativos, logísticos y de control que fortalecen la gestión de inventarios de combustible y la toma de decisiones del negocio.

CAPÍTULO IV. REFLEXIÓN CRÍTICA DE LA EXPERIENCIA

La implementación del sistema de telemedición en estaciones fue una valiosa oportunidad de aprendizaje para todo el equipo de proyecto. Durante este proceso, el equipo tuvo que familiarizarse con la operativa diaria de las estaciones, lo que implicó visitas previas para conocer el estado actual (AS-IS) de cada una, identificar los puntos de dolor y así poder automatizar los procesos de negocio. El objetivo fue encontrar la mejor forma de satisfacer los requerimientos del negocio, optimizando la eficiencia y el rendimiento.

En la fase del piloto, refinamos la solución, perfeccionando cómo ésta aportaba valor tanto al negocio como a la operativa diaria. Fue en esta etapa cuando pudimos visualizar de manera tangible los beneficios para las estaciones de servicio. Como resultado, recibimos el reconocimiento y agradecimiento por parte de las estaciones, ya que pudieron dedicar el tiempo que antes invertían en tareas repetitivas a actividades de mayor valor.

Uno de los factores clave para el éxito de este proyecto fue la colaboración en un equipo multidisciplinario, con la participación de diversas áreas técnicas, tanto internas como de proveedores externos. Las áreas involucradas incluyeron Ingeniería, Mantenimiento, Equipos de Soporte, Arquitectos de Soluciones, Ciberseguridad y equipos de desarrollo. Esta colaboración nos permitió tener una visión integral del funcionamiento de la arquitectura implementada, lo que facilitó el trabajo en conjunto como un solo equipo. Además, sentó las bases para futuros proyectos de naturaleza similar.

Finalmente, uno de los aspectos más importantes fue que se logró cumplir con los plazos establecidos, manteniendo tanto las estimaciones iniciales como la capacidad de resolver problemas imprevistos durante el proceso. Este éxito no hubiera sido posible sin el aporte y empoderamiento de cada uno de los gestores de las áreas técnicas involucradas. Este trabajo en equipo generó un alto nivel de alineación y confianza con el negocio, quien reconoció y felicitó al equipo por el excelente desempeño.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- La implementación del sistema de información de telemedición permitió automatizar el proceso de control de inventarios de combustibles en las estaciones de servicio, eliminando la dependencia del varillaje manual y reduciendo significativamente los riesgos operativos asociados a la medición física de los tanques. Esta automatización contribuyó a mejorar la seguridad del personal y la confiabilidad de la información registrada.
- La integración de la solución de telemedición con el sistema comercial de estaciones y SAP IP2 permitió disponer de información de inventarios en tiempo casi real, mejorando la trazabilidad de los datos y reduciendo los errores humanos derivados de la captura manual. Esto fortaleció los procesos de cierre operativo, valorización y toma de decisiones del negocio.
- El proyecto evidenció que la adopción de una arquitectura IoT robusta y alineada con los estándares corporativos de ciberseguridad es un factor clave para garantizar la continuidad operativa y la escalabilidad de la solución. La utilización de la plataforma SaaS Insite360 y un modelo de comunicaciones unidireccionales permitió cerrar brechas tecnológicas previamente observadas en auditorías de TI.
- La ejecución del piloto permitió validar de manera tangible los beneficios operativos y económicos de la solución, demostrando que el sistema de telemedición genera eficiencias en tiempo, reducción de reprocesos y optimización de recursos, lo cual se traduce en un impacto positivo para la operación diaria de las estaciones de servicio.
- La participación de un equipo multidisciplinario, conformado por áreas técnicas internas y proveedores especializados, fue determinante para el éxito del proyecto. El trabajo colaborativo facilitó una visión integral de la solución, asegurando una correcta definición de requerimientos, una implementación alineada al negocio y la generación de buenas prácticas para futuros proyectos de transformación digital.
- Finalmente, el proyecto sentó las bases para un modelo de despliegue escalable que puede ser replicado en el resto de la red de estaciones de servicio, permitiendo a la organización avanzar en su proceso de modernización tecnológica, mejorar la

eficiencia operativa y fortalecer su capacidad de análisis y planificación a largo plazo.

5.2. RECOMENDACIONES

- Se recomienda extender progresivamente la implementación del sistema de telemedición al resto de la red propia de estaciones de servicio, siguiendo el modelo de despliegue definido en el piloto, con el fin de estandarizar el control de inventarios, mejorar la seguridad operativa y maximizar los beneficios obtenidos a nivel corporativo.
- Desarrollar analítica avanzada y logística predictiva.
- Facilitar la integración futura con plataformas analíticas como Insite360, habilitando modelos predictivos de reaprovisionamiento automático.
- Se sugiere evaluar la incorporación de funcionalidades adicionales, tales como la calibración remota de los sistemas de telemedición y el reaprovisionamiento automático de combustibles, integrando la información generada por Insite360 con los sistemas comerciales y logísticos de la empresa, a fin de optimizar la planificación y reducir quiebres de stock.
- Se recomienda fortalecer el uso de la información recolectada mediante la implementación de herramientas analíticas avanzadas y modelos predictivos, que permitan anticipar la demanda de combustibles, mejorar la eficiencia logística y apoyar la toma de decisiones estratégicas del negocio.
- Se considera importante mantener un programa continuo de capacitación y transferencia de conocimiento dirigido al personal de estaciones, equipos de soporte y áreas técnicas, asegurando la correcta operación, mantenimiento y sostenibilidad del sistema de telemedición a largo plazo.
- Se sugiere realizar revisiones periódicas de la arquitectura de ciberseguridad y de los controles de comunicaciones, con el objetivo de garantizar el cumplimiento de los estándares corporativos, mitigar riesgos tecnológicos y asegurar la integridad y confidencialidad de la información.
- Finalmente, se recomienda documentar y difundir las lecciones aprendidas y buenas prácticas obtenidas durante el desarrollo del proyecto, de modo que sirvan como referencia para futuras iniciativas de transformación digital dentro del sector de hidrocarburos y en otros proyectos tecnológicos de la organización.

5.3. FUENTES DE INFORMACIÓN

- Balaji, S., & Murugaiyan, M. (2012). Waterfall vs V-Model vs Agile: A comparative study on SDLC. *International Journal of Information Technology and Business Management*, 26-30.
- Thesing, T., Feldmann, C., & Burchardt. (2021). Agile versus Waterfall Project Management: Decision Model for Selecting the Appropriate Approach to a Project. *Procedia Computer Science*, 181, 746-756.
- Sitorus, G., Efendi, R., Napitupulu, J., Pranoto, H., & Hermawan, E. (2025). Bridging the Gap: A Comparative Evaluation of Agile, Waterfall, and Hybrid Methodologies in Modern Software Projects. *Procedia Computer Science*, 269, 1259-1268.
- Firera, Al Musadieq, M., & Solimun, H. B. (2024). The impact of purchasing and inventory performance on sustainable financial performance with fiscal term as a moderating factor (A case study from oil and gas industry in Indonesia). *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 10(1).
- Liu, W., Li, J., Yang, G.-H., & Gao, X. (2024). Interval estimation of dynamic liquid level of sucker-rod pumping systems based on dynamometer card. *Control Engineering Practice*, 152.
- Berger, M. S., Erdman Thomsen, S., Franco, D., Higuero, M., Ollora Zaballa, E., & Wessing, H. (2021). Towards monitoring hybrid next-generation software-defined and service provider MPLS networks. *Computer Networks*, 121.
- Magni, C. A., & Marchioni, A. (2020). Average rates of return, working capital, and NPV-consistency in project appraisal: A sensitivity analysis approach. *International Journal of Production Economics*, 229.
- Varma Vegesna, R. (2023). Automated Reporting Software for Fuel Usage and Dispenser Activity. *International Journal of Multidisciplinary Research and Growth Evaluation*, 4(5), 1132-1134.
- Ren, C. (2022). Fuel Loss Analysis and Compliance Management in Gas Stations. *Academic Journal of Engineering and Technology Science*, 5(6), 1-6.

5.4. GLOSARIO

API (Application Programming Interface): Interfaz de software que permite enlazar e intercambiar datos entre dos sistemas. En el proyecto, se utiliza para enlazar la plataforma de software en la nube (Insite360) con la aplicación comercial de la empresa.

BackOffice: Parte de la aplicación de gestión que no es visible para el cliente final, en principio utilizada por el "administrador" para gestionar reportes, informes, inventarios, configuraciones, etc.

Cierre operativo: Proceso diario de la estación de servicio para cerrar finalmente las transacciones del día; una vez llegado a este estado se activa la medición automática de inventario en la nueva aplicación.

CODO (Company Owned Dealer Operated): Modelo de negocio mencionado en la revisión arquitectónica, donde la estación es de la compañía pero es operada por un distribuidor. La arquitectura estaba originalmente diseñada exclusivamente para este modelo de negocio, restringiendo de este modo su escalabilidad.

DOMS: Controlador o "data logger" industrial instalado en la estación de servicio que agrupa la información de los surtidores (dispensadores) y de las sondas de los tanques y la envía a la nube.

EES: Abreviatura utilizada en todo el documento para referirse a las "Estaciones de Servicio" (grifo o gasolinera).

Gilbarco Veeder-Root: Proveedor tecnológico multinacional que fabrica los dispositivos de telemedición (consolas y sondas) y la plataforma a nivel de nube implementada en el proyecto.

Insite360: Plataforma de tipo SaaS (en la nube) de Gilbarco que recibe, procesa, centraliza y expone la información generada por los controladores DOMS de las estaciones a través de APIs.

Kardex: Registro estructurado que especifica las entradas (compras), salidas (ventas) y existencias de combustible, clave para la trazabilidad y el control contable.

Merma: Diferencia entre el volumen teórico (contable) y el real, o físico, al medir los tanques; el sistema intenta encontrar y acotar estas mermas.

MPLS (Multiprotocol Label Switching): Tecnología de red mediante la cual el operador de la comunicación dispone de enlaces seguros y procede a administración del tráfico de datos entre la estación y la nube.

SaaS (Software as a Service): Modelo de distribución de software mediante la selección de esta, suelen encontrarse en la nube (Insite360 o SIR) con acceso por medio de internet, sin instalación local compleja.

SIR (Statistical Inventory Reconciliation): Servicio de tipo externo de reconciliación del inventario y de uso para la obtención de información medioambiental y búsqueda de fugas.

SLA (Service Level Agreement): Acuerdos de nivel de servicio que establecen los estándares de calidad y tiempo de respuesta esperados para el soporte y mantenimiento de los sistemas.

Telemedición: Un servicio automatizado que se apoya en la instalación de sensores y consolas para medir el volumen, la temperatura y la altura de combustible en los tanques de la instalación en tiempo real, eliminando la medición manual.

TIR (Tasa Interna de Retorno): Indicador financiero que permite medir la rentabilidad del proyecto.

VAN (Valor Actual Neto): Indicador financiero que mide el valor actual de los flujos de caja futuros.

Varillaje: Forma manual y tradicional de medir el combustible consistente en insertar una varilla física en el tanque para poder saber el nivel del líquido; es el sistema que el proyecto pretende suprimir.