Religación
Press

De la captura tradicional a la gestión digital

Analítica y automatización en baterías de producción

Wilmer Arevalo Nima
Juan Carlos Ignacio Tantaruna Ocsas
Jonathan Wilson Sancarranco Estela
Gohan Augusto Chiroque Gómez
Ronald Roggers Ramos Moran



Educación

Wilmer Arevalo Nima, Juan Carlos Ignacio Tantaruna Ocsas,
Jonathan Wilson Sancarranco Estela, Gohan Augusto Chiroque
Gómez, Ronald Roggers Ramos Moran

De la captura tradicional a la gestión digital

Analítica y automatización en baterías de producción

Religación **P**ress
[Ideas desde el Sur Global]

From Traditional Capture to Digital Management.
Analytics and Automation in Production Batteries

Da captura tradicional à gestão digital.
Analítica e automação em baterias de produção

Religación **P**ress

[Ideas desde el Sur Global]

Equipo Editorial
Editorial team

Ana B. Benalcázar
Editora Jefe / Editor in Chief
Felipe Carrión
Director de Comunicación / Scientific Communication Director
Melissa Díaz
Coordinadora Editorial / Editorial Coordinator
Sarahi Licango Rojas
Asistente Editorial / Editorial Assistant

Consejo Editorial
Editorial Board

Jean-Arsène Yao
Dilrabo Keldiyorovna Bakhronova
Fabiana Parra
Frisa María Antonieta Aliaga Guevara
Mateus Gamba Torres
Siti Mistima Maat
Nikoleta Zampaki
Silvina Sosa
Víctor Ancajima Miñán

Religación Press, es parte del fondo editorial del Centro de Investigaciones CICSHAL-RELIGACIÓN | Religación Press, is part of the editorial collection of the CICSHAL-RELIGACIÓN Research Center |

Diseño, diagramación y portada | Design, layout and cover: Religación Press.
CP 170515, Quito, Ecuador. América del Sur.
Correo electrónico | E-mail: press@religacion.com
www.religacion.com

Disponible para su descarga gratuita en | Available for free download at
https://press.religacion.com

Este título se publica bajo una licencia de Atribución 4.0 Internacional (CC BY 4.0)
This title is published under an Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) license.

El presente libro tiene el aval del Centro de Investigaciones en Ciencias y Humanidades desde América Latina - CICSHAL.

Título: De la captura tradicional a la gestión digital. Analítica y automatización en baterías de producción

Derechos de autor | Copyright: Wilmer Arevalo Nima, Juan Carlos Ignacio Tantaruna Ocsas, Jonathan Wilson Sancarranco Estela, Gohan Augusto Chiroque Gómez, Ronald Roggers Ramos Moran

Primera Edición | First Edition: 2026

Editorial | Publisher: Religación Press

Materia Dewey | Dewey Subject: 658.5 - Gerencia de producción

Clasificación Thema | Thema Subject Categories: KJMV5 - Gestión de la producción y control de calidad | TJFM1 - Robótica | UYQ - Inteligencia artificial

BISAC: BUS087000

Público objetivo | Target audience: Profesional / Académico | Professional / Academic

Colección | Collection: Ingeniería

Soporte| Format: PDF / Digital

Publicación | Publication date: 2026-10-21

ISBN: 978-9907-845-31-0

Nota obra derivada: El libro retoma y amplía, mediante el trabajo colaborativo de un grupo de investigadores, los hallazgos y aportes presentados en la tesis original: "Diseño de un aplicativo móvil para enfrentar los desafíos en la recolección, procesamiento y análisis de datos de los operadores de una batería de producción" presentada ante la Universidad Nacional de Piura (Perú) por Juan Carlos Ignacio Tantaruna Ocsas en 2025.
Note: The book takes up and expands, through the collaborative work of a group of researchers, the findings and contributions presented in the original dissertation: "Diseño de un aplicativo móvil para enfrentar los desafíos en la recolección, procesamiento y análisis de datos de los operadores de una batería de producción" presented to the Universidad Nacional de Piura (Perú) by Juan Carlos Ignacio Tantaruna Ocsas in 2025.

[APA 7]

Arevalo Nima, W., Tantaruna Ocsas, J. C. I., Sancarranco Estela, J. W., Chiroque Gómez, G. A., & Ramos Moran, R. R. (2026). *De la captura tradicional a la gestión digital. Analítica y automatización en baterías de producción.* Religación Press. https://doi.org/10.46652/ReligacionPress.507

Revisión por pares

El presente libro constituye el resultado de un riguroso proceso de investigación académica, cuya calidad metodológica y solidez argumental han sido validadas mediante un sistema de revisión por pares externos implementado bajo el protocolo de doble ciego, bajo la supervisión del Centro de Investigaciones en Ciencias y Humanidades desde América Latina (CICSHAL). Como garantía de transparencia y rigor científico, los informes de evaluación realizados por los especialistas designados se conservan en el archivo institucional de la editorial, a disposición de las instancias que así lo requieran.

Peer Review

This book is the result of a rigorous academic research process, whose methodological quality and argumentative solidity have been validated through an external peer-review system implemented under a double-blind protocol, under the supervision of the Center for Research in Sciences and Humanities from Latin America (CICSHAL). As a guarantee of transparency and scientific rigor, the evaluation reports prepared by the designated specialists are preserved in the publisher's institutional archives, available to any party that may require them.

Sobre los autores

ABOUT THE AUTHORS

Wilmer Arevalo Nima
Universidad Nacional de Piura | Piura | Perú
https://orcid.org/0000-0003-0917-6304
warevalon@unp.edu.pe
Ingeniero de Petróleo (UNI), con más de 40 años de experiencia en el sector hidrocarburos y gestión ambiental, laboro en PETROPERÚ, Pérez Companc, OSINERGMIN, etc. Docente Principal y actual Decano de la Facultad de Ingeniería de Minas de la UNP.

Juan Carlos Ignacio Tantaruna Ocsas
Universidad Nacional de Piura | Piura | Perú
https://orcid.org/0000-0001-9830-8238
jtantarunao@unp.edu.pe
Profesor Principal a Tiempo Completo de la Universidad Nacional de Piura y actual Director de la Escuela Profesional de Ingeniería de Petróleo. Cuenta con amplia experiencia en hidrocarburos en OEFA, Dirección Regional de Energía y Minas, ECOTEST, Pluspetrol y PETROPERÚ.

Jonathan Wilson Sancarranco Estela
Universidad Nacional de Piura | Piura | Perú
https://orcid.org/0000-0002-4130-4583
jsancarrancoe@unp.edu.pe
j.sancarrancoe@gmail.com
Investigador doctoral especializado en hidrocarburos, ciencia ambiental y desarrollo de soluciones sostenibles. Experto en geomembranas, caracterización y tratamiento de hidrocarburos. Comprometido con la innovación científica, la responsabilidad ambiental y el fortalecimiento académico.

Gohan Augusto Chiroque Gómez
Universidad Nacional de Piura | Piura | Perú
https://orcid.org/0009-0002-1689-294X
gohango1099@gmail.com
Ingeniero de Petróleo (UNP), con experiencia en el sector hidrocarburos, especialmente en el área de producción y análisis de operaciones petroleras. Especializado en Data Analytics con experiencia en docencia integrando conocimientos de ingeniería y herramientas tecnológicas.

Ronald Roggers Ramos Moran
Universidad Nacional de Piura | Piura | Perú
https://orcid.org/0000-0001-6312-093X
rramosm@unp.edu.pe
ronald.ramos.moran@gmail.com
Profesor de pre grado y posgrado de la universidad nacional de Piura, especialista en elaboración y fiscalización de estudios de Riesgos, estudios de impacto ambiental, planes de contingencia, del sector petróleo y gas.

Resumen

Esta obra examina los desafíos que enfrentan los operadores de baterías de producción petrolera en la recolección, procesamiento y análisis de datos operativos. A partir de un diagnóstico riguroso, se propone el diseño de un aplicativo móvil que transforma las prácticas tradicionales de captura de información, integrando módulos para pruebas de pozo, capas geológicas, componentes y reportes. La herramienta permite el registro estructurado en tiempo real, la validación automática de datos y la generación de reportes gráficos que facilitan la toma de decisiones informadas. Además, incorpora protocolos robustos de seguridad y control de acceso, alineados con estándares internacionales. La propuesta representa una contribución significativa a la transformación digital del sector, mejorando la eficiencia operativa, la trazabilidad de la información y la seguridad de las operaciones en campo.

Palabras clave:
gestión de datos; aplicativo móvil; batería de producción; transformación digital; industria petrolera.

Abstract

This work examines the challenges faced by operators of oil production batteries in the collection, processing, and analysis of operational data. Based on a rigorous diagnosis, the design of a mobile application is proposed to transform traditional data capture practices, integrating modules for well tests, geological layers, components, and reports. The tool enables structured real-time recording, automatic data validation, and the generation of graphical reports that facilitate informed decision-making. Additionally, it incorporates robust security protocols and access control aligned with international standards. The proposal represents a significant contribution to the digital transformation of the sector, improving operational efficiency, information traceability, and safety in field operations.

Keywords:
data management; mobile application; production battery; digital transformation; oil industry.

Resumo

Este trabalho examina os desafios enfrentados pelos operadores de baterias de produção de petróleo na coleta, processamento e análise de dados operacionais. A partir de um diagnóstico rigoroso, propõe-se o design de um aplicativo móvel para transformar as práticas tradicionais de captura de informações, integrando módulos para testes de poço, camadas geológicas, componentes e relatórios. A ferramenta permite o registro estruturado em tempo real, a validação automática de dados e a geração de relatórios gráficos que facilitam a tomada de decisões informadas. Além disso, incorpora protocolos robustos de segurança e controle de acesso, alinhados com padrões internacionais. A proposta representa uma contribuição significativa para a transformação digital do setor, melhorando a eficiência operacional, a rastreabilidade das informações e a segurança das operações em campo.

Palavras-chave:
gestão de dados; aplicativo móvel; bateria de produção; transformação digital; indústria petrolífera.

DE LA CAPTURA TRADICIONAL A LA GESTIÓN DIGITAL

Analítica y automatización en baterías de producción

CONTENIDO

Revisión por pares 7
Peer Review 7
Sobre los autores 8
About the authors 8
Resumen 10
Abstract 11
Resumo 11
Introducción 14

Capítulo 1 21
Aspectos problemáticos de la gestión de datos en baterías de producción 21

Capítulo 2 38
Fundamentos conceptuales y normativos de la gestión de datos en instalaciones de producción petrolera 38

Capítulo 3 79
Enfoque metodológico para el diseño y validación del aplicativo móvil 79

Capítulo 4 92
Del dato disperso al conocimiento operativo. Diseño, simulación y evaluación de una solución móvil para baterías de producción 92

Capítulo 5 144
La economía política del dato operativo. Una relectura crítica de la transformación digital en baterías de producción 144

Capítulo 6 159
Síntesis de hallazgos y proyección de la solución propuesta hacia su implementación operativa 159

Referencias 173

Introducción

La gestión de datos operativos en la industria petrolera. Un imperativo estratégico en la era digital

La industria de los hidrocarburos constituye uno de los pilares fundamentales sobre los que se sostiene la economía global contemporánea. Su contribución al suministro energético mundial, a la generación de ingresos fiscales y al desarrollo tecnológico de las naciones productoras es indiscutible. No obstante, este sector enfrenta desde hace décadas una tensión creciente entre la necesidad de mantener niveles óptimos de producción y la obligación de operar bajo estándares cada vez más exigentes en materia de eficiencia, seguridad y sostenibilidad ambiental. En este escenario, la información operativa ha dejado de ser un subproducto administrativo para convertirse en un activo estratégico de primer orden. La capacidad de una organización para capturar, procesar y analizar datos de manera oportuna determina en gran medida su capacidad de respuesta ante contingencias, su eficiencia en el uso de recursos y, en última instancia, su competitividad en un mercado globalizado (Tantaruna Ocasas, 2025).

Las baterías de producción, denominadas también centros de recolección de hidrocarburos, ocupan un lugar neurálgico en la cadena de valor del sector. Se trata de instalaciones donde convergen los fluidos extraídos de múltiples pozos para su separación en fases de petróleo, gas y agua, su tratamiento y su almacenamiento previo al transporte hacia refinerías o puntos de comercialización. La operatividad de estas instalaciones depende de una miríada de variables críticas que incluyen la presión de cabezal de cada pozo, la temperatura de los fluidos, los caudales de producción de petróleo, gas y agua, los niveles de los tanques de almacenamiento y el estado operativo de equipos rotativos como bombas y compresores. La monitorización continua y el análisis preciso de estas variables son condiciones indispensables para la toma de decisiones informadas que garanticen la continuidad operativa, la integridad de los equipos y la seguridad del personal (Arevalo Nima et al., 2025).

Históricamente, la captura de estos datos ha recaído en procesos manuales que, si bien han demostrado ser funcionales en contextos de menor complejidad, hoy se revelan como un cuello de botella significativo para la operación eficiente de las baterías de producción. Los operadores de campo recorren las instalaciones varias veces durante cada turno para registrar lecturas de instrumentos analógicos, anotar observaciones sobre el estado de los equipos y documentar cualquier anomalía detectada. Esta infor-

mación, registrada inicialmente en bitácoras de papel o en formatos digitales básicos, debe ser posteriormente transcrita a sistemas centralizados, un proceso que introduce demoras, duplica esfuerzos y genera múltiples oportunidades para la introducción de errores (Sancarranco Estela et al., 2025).

La problemática se acentúa al considerar la naturaleza fragmentada de los sistemas de información que coexisten en el sector. Los datos de producción de un pozo pueden residir en una hoja de cálculo mantenida por el personal de fiscalización, los reportes de mantenimiento de un compresor en un software de gestión de activos independiente, y las observaciones de campo en bitácoras manuscritas que raramente se integran con los sistemas digitales. Esta arquitectura de silos de información impide la construcción de una visión holística y en tiempo real del estado del sistema productivo, limitando severamente la capacidad analítica de la organización. La imposibilidad de correlacionar variables que residen en sistemas separados, como la relación entre la caída de presión de un pozo y la frecuencia de mantenimiento de la bomba que lo asiste, restringe la capacidad de identificar patrones causales, anticipar fallas y optimizar las operaciones (Chiroque Gómez et al., 2025).

La irrupción de las tecnologías móviles en el ámbito industrial ofrece una oportunidad sin precedentes para

transformar este paradigma. Los dispositivos móviles contemporáneos, con su capacidad de procesamiento, conectividad y sensórica integrada, constituyen plataformas idóneas para la digitalización, automatización y centralización de los flujos de datos operativos. Un aplicativo móvil diseñado específicamente para las necesidades del campo petrolero puede empoderar a los operadores, facilitando la recolección estructurada de datos en el punto de origen, el acceso instantáneo a información histórica y el análisis en tiempo real de las variables críticas de operación. La literatura académica ha documentado consistentemente que la adopción de tecnologías móviles en entornos industriales complejos puede reducir significativamente los tiempos de respuesta ante incidentes, mejorar la calidad de los datos recolectados y aumentar la eficiencia operativa general (Liu, 2026).

La adopción de tecnologías móviles en entornos industriales complejos ha sido objeto de estudio en diversas investigaciones que destacan su potencial para optimizar procesos y mejorar la seguridad. Un estudio sobre la implementación de aplicaciones móviles para la gestión de ventas de gas licuado de petróleo evidenció que el uso de estas herramientas permitía registrar transacciones en cualquier ubicación del territorio nacional, superando las limitaciones logísticas de los métodos tradicionales y proporcionando una flexibilidad de movimiento que los sistemas convencionales no ofrecían (Sánchez, 2022). De

manera análoga, el desarrollo de aplicaciones para la adquisición de gas licuado de petróleo de uso doméstico demostró que la digitalización del proceso de pedidos reducía significativamente los tiempos de espera del cliente y aumentaba la eficiencia en la comercialización al permitir que el distribuidor autorizado más cercano atendiera la solicitud de manera inmediata (Eras, 2020). Estos antecedentes, aunque enfocados en aplicaciones comerciales, subrayan el valor de la movilidad y el acceso inmediato a la información, principios que son directamente transferibles al ámbito de la producción petrolera.

La investigación académica sobre transformación digital en el sector de hidrocarburos ha identificado que las iniciativas exitosas comparten características comunes que trascienden la mera implementación tecnológica. Un estudio de caso sobre la transformación digital de un operador de campos maduros en Vietnam reveló que la sostenibilidad de los resultados dependía de la capacidad de la organización para revisar continuamente su estrategia digital y alinear los incentivos de todos los actores involucrados, desde los operadores de campo hasta la alta dirección (Liu, 2026). Esta constatación sugiere que el éxito de cualquier iniciativa de digitalización no depende únicamente de la calidad técnica de la solución propuesta, sino de su capacidad para insertarse armónicamente en un ecosistema operativo complejo, respetando las racionalidades existentes mientras introduce transformaciones

significativas en la forma en que el dato operativo se produce, circula y se convierte en conocimiento accionable.

La presente obra se sumerge en este contexto para explorar cómo el diseño de un aplicativo móvil puede reconfigurar la gestión de datos en una batería de producción, abordando los desafíos de recolección, procesamiento y análisis desde una perspectiva integral que considera no solo la tecnología, sino también las necesidades reales de los operadores en campo. El objetivo general de esta investigación es diseñar un aplicativo móvil que mejore la recolección, procesamiento y análisis de datos de los operadores de una batería de producción en la industria petrolera. Para alcanzar este propósito, se han formulado los siguientes objetivos específicos: primero, desarrollar un sistema de recolección automática de datos operativos que elimine la dependencia de registros manuales; segundo, integrar diferentes fuentes de datos en una plataforma unificada que supere la fragmentación existente; tercero, proporcionar acceso a datos en tiempo real para los operadores, permitiendo decisiones más rápidas y fundamentadas; cuarto, implementar herramientas de procesamiento y análisis de datos que transformen los registros crudos en información accionable; y quinto, garantizar la seguridad y protección de los datos recolectados y procesados mediante la implementación de protocolos robustos de autenticación, cifrado y control de acceso.

Capítulo 1

Aspectos problemáticos de la gestión de datos en baterías de producción

La anatomía de un cuello de botella operativo

La desconexión entre la realidad operativa de una batería de producción y la disponibilidad de datos fiables y oportunos se manifiesta a través de una serie de fallos sistémicos que, en conjunto, degradan la eficiencia y aumentan la exposición al riesgo. La primera de estas fallas es la inexactitud derivada de la intervención humana. El registro manual de lecturas de presión, temperaturas, niveles de tanque y volúmenes de producción en bitácoras de papel o formatos digitales básicos es un proceso inherentemente vulnerable. La fatiga, la ambigüedad en los formatos o simples errores de transcripción pueden generar datos corruptos que, al ser analizados, conducen a conclusiones erróneas y decisiones subóptimas sobre la gestión del yacimiento o la integridad de los equipos (Sancarranco Estela et al., 2025). Este problema se ve agravado por la ausencia de mecanismos de validación automática que alerten sobre valores fuera de rango o inconsistencias, dejando la detección de errores a la revisión posterior, cuando el daño potencial ya puede haberse materializado.

La segunda falla crítica es la fragmentación de la información en silos inoperantes. Los datos de producción de un pozo pueden residir en un archivo de Excel, los reportes de mantenimiento de un compresor en un sistema dife-

rente y los análisis de laboratorio en una base de datos central, sin ningún punto de interconexión. Esta arquitectura de islas de información no solo hace extremadamente difícil y laboriosa la tarea de generar un informe consolidado, sino que también imposibilita la realización de análisis cruzados que podrían revelar correlaciones valiosas, como la relación entre la caída de presión de un pozo y la falla recurrente de una bomba específica (Chiroque Gómez et al., 2025). La consecuencia directa es una capacidad de análisis drásticamente limitada, donde la extracción de conocimiento útil a partir de los datos requiere una inversión desproporcionada de tiempo y recursos, a menudo dependiendo de personal especializado externo, lo que añade complejidad y costos operativos. La falta de una plataforma unificada también implica que la trazabilidad de los datos se pierde, dificultando la auditoría de procesos y la identificación de responsabilidades en caso de incidentes.

Finalmente, la ausencia de mecanismos de seguridad y trazabilidad en los métodos tradicionales de gestión de datos expone a las organizaciones a riesgos significativos. La información sensible sobre la producción, las reservas o las vulnerabilidades de la infraestructura puede quedar accesible en registros físicos sin control o en archivos digitales sin las debidas protecciones de cifrado y control de acceso. Esta vulnerabilidad no solo contraviene las normativas de protección de datos, sino que también repre-

senta una amenaza para la ventaja competitiva y la seguridad nacional en un sector estratégico (Ramos Moran et al., 2025). Abordar esta tríada de problemas, imprecisión, fragmentación y vulnerabilidad, requiere una solución tecnológica que no solo digitalice, sino que transforme fundamentalmente la manera en que el dato nace, fluye y se convierte en conocimiento accionable en el entorno de la batería de producción.

La racionalidad oculta de los métodos tradicionales de captura de datos

La persistencia de bitácoras en papel, hojas de cálculo dispersas y registros manuales en las operaciones de baterías de producción ha sido frecuentemente interpretada como un síntoma de atraso tecnológico o de resistencia cultural al cambio. Esta lectura, aunque intuitiva, resulta insuficiente para explicar por qué profesionales competentes y organizaciones que invierten sumas significativas en tecnología upstream continúan dependiendo de métodos que ellos mismos reconocen como ineficientes. Un análisis más matizado revela que los métodos tradicionales persisten porque satisfacen necesidades operativas inmediatas que las soluciones digitales mal diseñadas no logran cubrir: la continuidad ininterrumpida de la operación, la tolerancia a fallos en entornos remotos y la reducción de la carga cognitiva del operador durante sus rondas de inspección.

La dinámica cotidiana de un operador de batería de producción se caracteriza por una tensión constante entre la exhaustividad del registro y la presión por completar múltiples tareas en ventanas de tiempo limitadas. Un operador típico debe verificar el estado de pozos individuales, registrar presiones de cabezal, monitorear niveles de tanques, inspeccionar separadores y compresores, y documentar cualquier anomalía observada. Cada una de estas actividades compite por la atención y el tiempo del operador en un entorno donde la interrupción de una ruta programada puede tener consecuencias operativas significativas. En este contexto, los métodos tradicionales ofrecen una ventaja paradójica: son tolerantes al error en el sentido de que un registro ilegible o incompleto puede ser reconstruido posteriormente mediante la memoria o la consulta verbal, mientras que un sistema digital que falla en el momento de la captura puede generar una pérdida de datos más difícil de remediar.

La literatura sobre adopción de tecnología en entornos industriales hostiles ha identificado consistentemente que las soluciones digitales que imponen una mayor carga cognitiva o que requieren conectividad constante para funcionar tienden a ser abandonadas en favor de métodos analógicos más flexibles. Esta observación es particularmente relevante para el diseño de aplicativos móviles en el sector petrolero, donde las condiciones de operación incluyen frecuentemente conectividad intermitente, tem-

peraturas extremas, presencia de gases inflamables y limitaciones ergonómicas para el uso de dispositivos electrónicos. Un aplicativo que no contemple estas realidades operativas, por sofisticado que sea su diseño visual, fracasará en su implementación porque no aborda las causas profundas de la resistencia a la digitalización.

La reconceptualización del problema que aquí se propone implica reconocer que la fricción no es un obstáculo a eliminar, sino una señal diagnóstica a interpretar. Cuando los operadores prefieren registrar datos en papel antes que en un dispositivo móvil, la fricción resultante no debe atribuirse a una supuesta incapacidad de adaptación tecnológica, sino a la insuficiencia de la solución propuesta para satisfacer las necesidades reales del usuario en su contexto específico de trabajo. Esta perspectiva desplaza el foco del diseño tecnológico hacia el diseño de la experiencia operativa, situando al operador no como un receptor pasivo de herramientas digitales, sino como el actor central cuya adopción determina el éxito o fracaso de cualquier iniciativa de transformación.

La evidencia empírica recogida en el diagnóstico de esta investigación confirma que los operadores de baterías de producción no rechazan la digitalización per se, sino las soluciones que les imponen costos de transacción adicionales sin beneficios proporcionales. La observación directa de las rutinas de trabajo reveló que los operadores em-

plean estrategias sofisticadas de gestión de la información en papel, incluyendo códigos personales de anotación, sistemas de verificación cruzada y protocolos informales de comunicación con turnos sucesivos, que representan adaptaciones funcionales a las limitaciones de sus herramientas actuales. Cualquier solución digital que pretenda reemplazar estos métodos debe ofrecer mejoras sustanciales en eficiencia y fiabilidad que justifiquen el costo de aprendizaje y adaptación involucrado.

La fragmentación como obstáculo estructural

La desconexión entre sistemas, bases de datos y registros físicos que caracteriza la gestión de datos en las baterías de producción constituye un fenómeno que trasciende la mera multiplicidad de herramientas. Se trata de una fragmentación estructural que refleja la historia organizacional de la industria, donde cada función operativa desarrolló sus propios mecanismos de registro en respuesta a necesidades específicas, sin que existiera un marco unificador que garantizara la interoperabilidad entre ellos. El resultado es un ecosistema de información donde los datos de producción de un pozo residen en un sistema de fiscalización, los registros de mantenimiento de un compresor en un software de gestión de activos y las observaciones de campo en bitácoras manuscritas que raramente se transcriben a formato digital.

Esta fragmentación no es simplemente un problema de eficiencia administrativa. Representa una limitación fundamental para la capacidad analítica de la organización, porque impide la construcción de una visión integrada del estado del sistema productivo. La imposibilidad de correlacionar variables que residen en sistemas separados, como la presión de un pozo con la frecuencia de mantenimiento de la bomba que lo asiste, o el volumen de agua producida con la eficiencia de los procesos de tratamiento, restringe la capacidad de la organización para identificar patrones causales, anticipar fallas y optimizar sus operaciones. La literatura sobre transformación digital en la industria upstream ha identificado esta fragmentación como uno de los obstáculos más persistentes para la materialización del valor de los datos, señalando que los enfoques tradicionales de gestión de información no fueron diseñados para soportar los niveles de integración que las operaciones modernas demandan (Liu, 2026).

Los esfuerzos por superar esta fragmentación mediante la adopción de estándares como OSDU, Open Subsurface Data Universe, representan un avance significativo en la dirección correcta, pero su implementación plena enfrenta desafíos considerables en organizaciones con infraestructuras heredadas y procesos profundamente institucionalizados. La consolidación de datos de doce campos petroleros en un centro de recursos unificado, como el desarrollado por Sinopec en su sector upstream, ilustra

tanto la magnitud del desafío como los beneficios potenciales: la creación de un catálogo estructurado de recursos de datos que abarca nueve dominios temáticos y la implementación de plataformas dedicadas de control de calidad y gestión de servicios de datos permitieron desmantelar los silos de información y habilitar el intercambio efectivo de datos entre aplicaciones (Liu, 2026).

La lección que emerge de estos casos es que la superación de la fragmentación requiere un enfoque que combine estandarización técnica con cambio organizacional. No basta con definir protocolos de interoperabilidad; es necesario transformar los procesos de trabajo que generan la fragmentación en primer lugar. En el contexto específico de las baterías de producción, esto implica repensar el ciclo de vida del dato operativo desde su captura en campo hasta su utilización en la toma de decisiones, asegurando que la información fluya sin fricciones a través de las distintas funciones organizativas que la requieren. La implementación de una plataforma unificada de recolección de datos, como la que propone esta investigación, constituye un primer paso indispensable en esa dirección, pero debe ser acompañada de una revisión profunda de los procesos administrativos que han perpetuado la fragmentación histórica.

Hacia una economía política de la captura del dato

La adopción efectiva de soluciones digitales para la captura de datos en campo requiere reconocer que la información operativa no es un recurso neutral, sino un activo cuyo control y circulación están mediados por relaciones de poder, incentivos y responsabilidades dentro de la organización. Los operadores que capturan los datos en campo son simultáneamente productores de información y sujetos de evaluación basada en esa información. Un sistema que expone automáticamente sus registros a la supervisión jerárquica, sin ofrecer beneficios tangibles en su trabajo diario, encontrará resistencia porque altera el equilibrio existente entre autonomía operativa y rendición de cuentas.

Esta dimensión política de la captura de datos ha sido insuficientemente atendida en el diseño de soluciones tecnológicas para el sector. La literatura sobre sistemas de captura de datos en campo enfatiza la importancia de la validación en tiempo real y la integración con sistemas de back office, pero raramente aborda cómo estas funcionalidades afectan la experiencia del operador y sus incentivos para utilizarlas. Un aplicativo que detecta automáticamente inconsistencias en los registros, por ejemplo, puede ser percibido como una herramienta de control antes

que como un asistente operativo, generando resistencia pasiva o estrategias de evasión que comprometen la calidad de los datos recolectados.

El diseño de una solución efectiva requiere, por tanto, atender simultáneamente a la funcionalidad técnica y a la economía de incentivos que determina su adopción. Esto implica incorporar características que beneficien directamente al operador: eliminación de tareas redundantes, acceso inmediato a información histórica que facilite su trabajo, reducción del tiempo dedicado a documentación y mecanismos que reconozcan la calidad del dato como una contribución valorada. La evidencia del sector sugiere que las soluciones móviles que logran reducir la carga administrativa de los operadores, liberando tiempo para actividades de mayor valor, obtienen tasas de adopción significativamente superiores a aquellas que simplemente digitalizan formularios existentes.

La propuesta de aplicativo móvil desarrollada en esta investigación incorpora explícitamente esta dimensión al priorizar la eliminación de la duplicación de registros, la validación inteligente que previene errores antes de que ocurran y la disponibilidad de información agregada que ayuda al operador a contextualizar sus observaciones individuales. Estas características no son complementos opcionales, sino condiciones necesarias para que la solución sea adoptada y sostenida en el tiempo. La experien-

cia de implementación de soluciones similares en el sector ha demostrado que el éxito no depende de la sofisticación tecnológica, sino de la capacidad de la herramienta para integrarse en el flujo de trabajo existente sin imponer cargas adicionales significativas.

El impacto operativo y económico de las deficiencias actuales

La cuantificación del impacto que las deficiencias en la gestión de datos tienen sobre la operación de las baterías de producción permite dimensionar la magnitud del problema y justificar la inversión en soluciones tecnológicas. Los errores en la recolección manual de datos, aunque individualmente puedan parecer menores, se acumulan a lo largo del tiempo y generan distorsiones significativas en los análisis de producción. Una lectura de presión incorrectamente registrada puede llevar a decisiones de ajuste en la configuración del pozo que reduzcan su productividad o comprometan la integridad del yacimiento. Un volumen de producción mal calculado puede distorsionar la fiscalización de regalías y generar contingencias legales con los organismos reguladores.

La latencia en la disponibilidad de la información constituye otro factor de costo significativo. Cuando los datos de producción de un turno no están disponibles hasta el

día siguiente, la organización pierde la oportunidad de reaccionar ante eventos que requieren intervención inmediata. Una caída súbita de presión en un pozo puede indicar una obstrucción en la línea de flujo, una falla en la bomba o un problema en el yacimiento. Si la detección de esta anomalía se produce con doce o veinticuatro horas de retraso, las opciones de intervención se reducen y los costos de remediación se incrementan exponencialmente. La implementación de un sistema de alertas en tiempo real, integrado en el aplicativo móvil propuesto, permitiría a los operadores y supervisores recibir notificaciones inmediatas ante desviaciones de los parámetros normales de operación, habilitando respuestas rápidas que minimicen el impacto de los incidentes.

La duplicación de esfuerzos en la recolección y transcripción de datos representa un costo oculto pero sustancial. Un operador que dedica una hora de su turno a registrar manualmente datos que podrían ser capturados automáticamente está restando una hora a actividades de mayor valor como la inspección de equipos, el mantenimiento preventivo o la optimización de procesos. Si se multiplica este tiempo por el número de operadores, turnos y días de operación, el costo anual de la ineficiencia en la captura de datos puede alcanzar cifras significativas que justifican plenamente la inversión en una solución digital. La automatización de la recolección de datos mediante dispositivos móviles con formularios inteligentes, validación en

tiempo real y transmisión automática a los sistemas centrales libera tiempo operativo que puede ser reasignado a actividades de mayor valor agregado.

La falta de trazabilidad de los datos también tiene implicaciones económicas y legales. En un sector altamente regulado como el petrolero, la capacidad de demostrar la veracidad y la integridad de los datos de producción es esencial para cumplir con las obligaciones de fiscalización y para resolver disputas contractuales. Un sistema que registra automáticamente la identidad del usuario que captura cada dato, la fecha y hora de la captura y cualquier modificación posterior proporciona un nivel de trazabilidad que los métodos manuales no pueden ofrecer. Esta trazabilidad no solo facilita las auditorías externas, sino que también protege a los operadores al documentar de manera objetiva su desempeño y las condiciones en que realizaron su trabajo.

La dimensión de seguridad en la gestión de datos operativos

La seguridad de la información en la industria petrolera ha dejado de ser una preocupación exclusivamente tecnológica para convertirse en un componente crítico de la gestión de riesgos operativos y estratégicos. Los datos de producción, las características de los yacimientos, la configuración de las instalaciones y los planes de contin-

gencia constituyen información sensible cuya divulgación no autorizada podría tener consecuencias significativas para la competitividad de la empresa, la seguridad de las instalaciones y, en casos extremos, la seguridad nacional. Los métodos tradicionales de gestión de datos, basados en registros físicos y archivos digitales sin protección, exponen a las organizaciones a riesgos que van desde la pérdida accidental de información hasta el acceso malicioso por parte de actores internos o externos.

La implementación de un aplicativo móvil para la recolección de datos operativos introduce nuevos desafíos de seguridad que deben ser abordados desde las etapas iniciales del diseño. La transmisión de información a través de redes inalámbricas, el almacenamiento de datos en dispositivos que pueden ser extraviados o sustraídos y la autenticación de usuarios que acceden desde múltiples ubicaciones son vectores de riesgo que requieren contramedidas específicas. La literatura sobre seguridad en aplicaciones móviles industriales recomienda la implementación de protocolos de cifrado de extremo a extremo, la autenticación multifactor, el almacenamiento seguro de credenciales y la capacidad de borrado remoto de datos en caso de pérdida del dispositivo.

El diseño del aplicativo propuesto en esta investigación incorpora estas consideraciones de seguridad como requisitos de primer orden. La arquitectura del sistema con-

templa el uso de HTTPS con TLS para la transmisión de datos, el cifrado AES-256 para la información almacenada en reposo, la autenticación mediante tokens JWT con expiración automática y el control de acceso basado en roles que restringe las funcionalidades disponibles según el perfil del usuario. Estas medidas, alineadas con estándares internacionales como ISO/IEC 27001 y las recomendaciones de OWASP para seguridad en aplicaciones móviles, garantizan que la digitalización de la captura de datos no introduzca vulnerabilidades que compensen los beneficios operativos de la solución.

Capítulo 2

Fundamentos conceptuales y normativos de la gestión de datos en instalaciones de producción petrolera

Este trabajo se trata de implementar un aplicativo móvil desarrollado por una empresa externa, estos móviles que se han adquirido por la empresa y se han repartido en cada agente vendedor, para tener un mejor proceso para la venta de GLP y procesamiento de pedidos[1].

Trabajo de Investigación "Desarrollo de una aplicación móvil en Android para la adquisición de gas licuado de petróleo (GLP) de uso doméstico" (Eras, 2020). Escuela Politécnica Nacional, Quito – Ecuador. Esta tesis se centra en desarrollar una aplicación que permite al cliente realizar un pedido de gas y ser atendido por el distribuidor autorizado más cercano en la zona, reduciendo el tiempo de espera del cliente y aumentando la eficiencia en la comercialización de gas[2].

Trabajo de Investigación "Diseño de un software para el análisis de PVT de petróleo negro" (Yagual, 2019). Universidad Estatal Península de Santa Elena, La Libertad – Ecuador. El presente trabajo de investigación cumple el objetivo de diseñar un programa con una interfaz amigable con el usuario que permita conocer las diferentes propiedades del fluido de yacimiento a partir de las condiciones iniciales o información básica del pozo, propor-

1 Implementación de una aplicación móvil en Android para la gestión de venta. Disponible en: https://goo.su/m127w0V

2 Desarrollo de una aplicación móvil en Android para la adquisición de gas licuado. Disponible en: https://goo.su/CW1k

cionando una solución cuando no se tiene pruebas PVT de laboratorio disponibles para caracterizar el comportamiento de los fluidos3.

Exploración y explotación de hidrocarburos

Exploración

La exploración petrolera ha sido fundamental para el desarrollo del sector hidrocarburos. El proceso de exploración incluye la identificación de bloques y la perforación de pozos. Además, se deben cumplir rigurosas normativas ambientales y de seguridad, lo que añade complejidad a las operaciones (OSINERGMIN: Exploración y Explotación).

La exploración petrolera es el proceso mediante el cual se identifican y evalúan los yacimientos de hidrocarburos en el subsuelo. Este proceso comienza con estudios geológicos y geofísicos para determinar la presencia de estructuras que podrían albergar petróleo o gas natural. Se emplean tecnologías avanzadas, como la sísmica 2D y 3D, que utilizan ondas sonoras para crear imágenes detalladas de las formaciones rocosas subterráneas. Estas imágenes permiten a los geólogos identificar posibles trampas de

3 Diseño de un software para el análisis de PVT de petróleo negro. Disponible en: https://goo.su/fANyYj

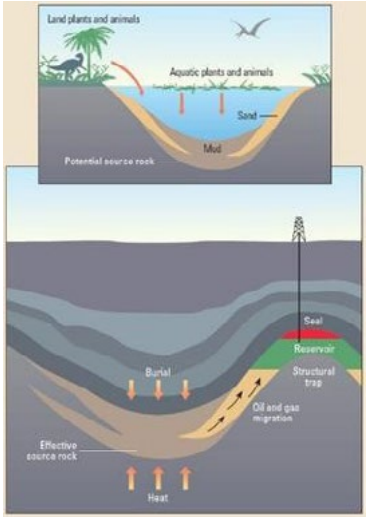
petróleo y gas, que luego son evaluadas más a fondo mediante perforaciones exploratorias. La precisión en esta etapa es crucial para minimizar el riesgo y maximizar las oportunidades de descubrimiento (Schlumberger: Definiendo la Exploración).

Una vez que se identifican áreas prometedoras, se procede a la perforación de pozos exploratorios. Estos pozos permiten obtener muestras directas del subsuelo, las cuales son analizadas para determinar la cantidad y calidad de los hidrocarburos presentes. Durante este proceso, también se evalúan las condiciones del yacimiento, como la presión y la temperatura, que son factores determinantes para la viabilidad económica de la explotación del campo. La exploración es una actividad de alto riesgo, ya que solo un pequeño porcentaje de los pozos perforados resultan en descubrimientos comercialmente viables. Sin embargo, los avances tecnológicos han mejorado significativamente la tasa de éxito en la exploración petrolera (Museo Petroperú: Exploración Petrolera).

Comprobada la presencia de hidrocarburos, se perforan varios pozos confirmatorios, con la finalidad de definir las dimensiones del yacimiento y estimar el volumen de hidrocarburos que puede ser explotado en el futuro (reservas). El hidrocarburo obtenido dependiendo de sus características, puede ser liviano, mediano o pesado, o también puede ser gas natural y líquidos de gas natural (OSINERGMIN: Exploración y Explotación).

La deposición de sedimentos en el pasado (arriba) puede conducir a descubrimientos de hidrocarburos en el presente (abajo). Si los elementos geológicos (trampa, yacimiento, carga y sello) están presentes y los procesos ocurren en el orden adecuado (formación de trampa seguida de generación, migración y acumulación de hidrocarburos), puede existir un yacimiento de hidrocarburos. En este caso, el depósito contiene gas (rojo) y petróleo (verde). (Schlumberger: Definiendo la Exploración).

Figura 1. Requisitos para una acumulación de petróleo.



Nota: The Defining Series: Oil and Gas Exploration Essentials (Schlumberger, 2013).

Explotación

La explotación petrolera es la fase en la que se extraen los hidrocarburos de los yacimientos descubiertos y confirmados durante la etapa de exploración. Este proceso involucra varias actividades, desde la perforación de pozos de desarrollo hasta la implementación de técnicas de producción primaria, secundaria y terciaria. La producción primaria se basa en la presión natural del yacimiento para extraer el petróleo. Cuando la presión disminuye, se recurre a la inyección de agua o gas para mantener la producción, lo que se conoce como recuperación secundaria. Si el yacimiento sigue siendo rentable, se pueden emplear métodos más avanzados, como la inyección de polímeros o CO2, en la recuperación terciaria (Museo Petroperú).

La extracción de hidrocarburos no se limita solo a la perforación y recolección; también incluye procesos como la separación y el tratamiento de los fluidos producidos. Estos fluidos generalmente consisten en una mezcla de petróleo, gas, y agua, que deben ser separados y tratados antes de que los hidrocarburos puedan ser transportados o refinados. La tecnología ha jugado un papel crucial en mejorar la eficiencia de estos procesos, permitiendo maximizar la recuperación de petróleo y minimizar los impactos ambientales. Es fundamental asegurar que cada etapa del proceso de explotación cumpla con las normativas de

seguridad y medioambientales vigentes (Gobierno de México: Extracción de Hidrocarburos).

El uso de tecnologías avanzadas es clave para optimizar la explotación de los recursos petroleros. Por ejemplo, el uso de sensores y sistemas de monitoreo en tiempo real permite a los operadores gestionar de manera más eficiente las operaciones de extracción, reduciendo costos y mejorando la seguridad. Además, las tecnologías digitales, como la inteligencia artificial y el análisis de datos, están revolucionando la manera en que se gestionan los yacimientos, permitiendo una toma de decisiones más informada y proactiva (Repsol).

Centro de Recolección de Hidrocarburos (Batería de Producción)

Es el Conjunto de Líneas, válvulas, vasijas, equipos y accesorios mediante los cuales se realiza el manejo de los fluidos provenientes de los pozos, efectuando la recolección, separación de las dos o tres fases, encausarlos al sitio de almacenamiento, medirlos y entregarlos al comprador, todo lo anterior debe realizarse con seguridad, sin alterar el equilibrio del medio ambiente y operacionalmente eficiente. Las baterías de producción son llamadas también facilidades de producción y/o estaciones de producción (Calle, 2020).

El petróleo, junto con el gas y el agua asociados, son conducidos desde cada uno de los pozos hasta baterías o estaciones colectoras a través de una red de ductos. La batería recibe la producción de un determinado número de pozos del yacimiento, generalmente entre 10 y 30. Allí se cumplen funciones de separación de los diferentes fluidos, la medición diaria del volumen producido total y en los casos necesarios, de cada pozo en particular. (OSINERGMIN: Etapas de Explotación: Recolección)

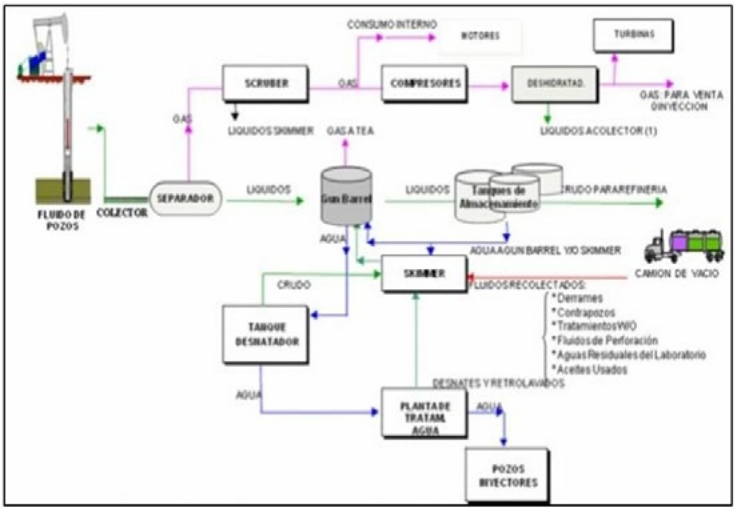
Manifold de producción (Múltiple de producción)

El múltiple o Manifold, es un conjunto de tuberías, que permiten obtener la muestra de varios pozos que se encuentran en determinada área donde se está produciendo hidrocarburos, por lo general uno es el de producción general y el otro es el de prueba, este último permite obtener por separado la cantidad de barriles que produce determinado pozo en un lapso de tiempo, de manera que se pueda deducir si es rentable.

Es necesario cuando líneas de flujo provenientes de dos o más pozos productores comparten la central de facilidades (Mendez,2019). Es utilizado cuando es necesaria la distribución de fluidos de inyección como el vapor y gas. Los múltiples de producción y de prueba se utilizan para recolectarla producción de varios pozos a una planta centrali-

zada donde los pozos se pueden ser colocados individualmente en producción y/o prueba. Pueden ser operados manualmente o automáticamente con válvulas y con contadores de tiempo automáticos. Los múltiples de la producción y prueba pueden ser diseñados para los grados ANSI y API para varias presiones y varios tamaños de tubos (Meza,2017).

Figura 2. Diagrama de flujo de una Batería de Producción.



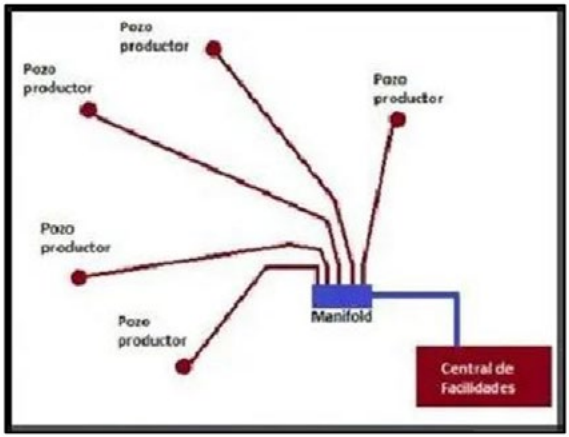
Nota: batería de Producción Definición (Calle, 2020).

Las estrangulaciones pueden ser incluidas para la reducción de la presión las cuales pueden ser fijas o ajustables además de manuales o automatizadas. Otras instrumentaciones y controles se pueden proporcionar con las especificaciones del cliente. El múltiple facilita el manejo

de la producción total de los pozos que ha de pasar por los separadores como también el aislamiento de pozos para pruebas individuales de producción.

Por medio de las interconexiones del sistema y la disposición apropiada de válvulas, se facilita la distribución, el manejo y el control del flujo de los pozos (Mendez,2019).

Figura 3. Manifold de Producción.



Nota: Manifold (Méndez, 2019).

Funciones:

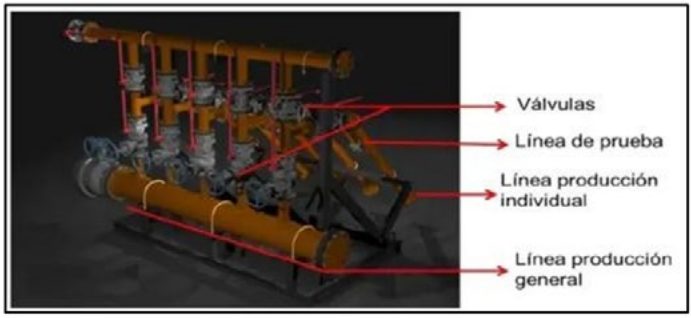
- Recibir los fluidos provenientes de los pozos.
- Desviar o enviar los fluidos hacia tanques o sitio de destino.
- Inyectar químicos para tratamiento de fluidos.

- Toma de muestras, instalación de corrosómetros, manómetros, u otros accesorios para determinar características determinadas (Bustamante, 2015).

Componentes del Manifold de Producción:

- Líneas: es el tubo de mayor diámetro en el cual se recolecta toda la producción de los pozos que llegan a la estación, pueden ser de diferentes diámetros (6, 8 y 10 pulgadas), series y rango de trabajo y su longitud depende del número de pozos que puede recibir.

Figura 4. Componentes del Manifold de Producción.



Nota: Cabezal de pozo, árboles de navidad y múltiples (Acevedo et al., 2012).

- Producción general (baja de presión y alta presión): es la línea o tubo en el cual se recolecta la producción de los pozos que llegan a la estación recolectora de flu-

jo; cuando en esta existen dos etapas de separación se hace necesario considerar la presión de trabajo como es: baja y alta presión.

- Baja presión: es la línea de producción general conectada a la entrada del separador de producción de baja presión (0 – 100 lppc) que recibe la producción de aquellos pozos que requieren una contrapresión menor al fluir, debido a las condiciones del yacimiento.
- Alta presión: es la línea de producción general que está conectada a la entrada del separador de producción de alta presión (100 – 200 lppc) y recibe a una presión mayor la producción de los pozos capaces de fluir, motivado a las características del yacimiento.

Línea de prueba o producción individual: Se caracteriza por ser de menor diámetro que la línea o tubo de producción general; puede ser de diferentes diámetros (2, 4 o 6 pulgadas) series y rango de trabajo y se utiliza para aislar la línea de producción general, con la finalidad de medir su producción individual.

- Válvula mecánica de compuerta, se encarga de la distribución entre las tres líneas.
- Válvula de retención (check), impide que el flujo se regrese.
- Válvula de desahogo (automática).

- Interruptor de presión, se encargan de darle la señal a las válvulas para abrir y cerrar de acuerdo a X presión.
- Válvula de seguridad, se calibran por presiones y al vencer el límite abren para desplazar el crudo.
- Sensor de temperatura.
- Manómetro de presión (Acevedo et al., 2012).

Separadores

Los separadores como su nombre lo indica, sirven para separar los crudos y tratarlos en los patios de tanque antes de poder ser enviados a los terminales de embarque, ya que para ese momento los crudos deben tener las especificaciones requeridas por el cliente o a las refinerías. Estos separadores se clasifican de acuerdo a su configuración en: verticales, horizontales y esféricos, según su función en separadores de prueba y separadores de producción general. Como las tuberías y de acuerdo a la presión de trabajo o funcionamiento, los separadores se clasifican también en separadores de alta, media y baja presión. Adicionalmente, se pueden clasificar en bifásicos o trifásicos, de acuerdo al número de fases que pueden separar (Sarramera, 2011).

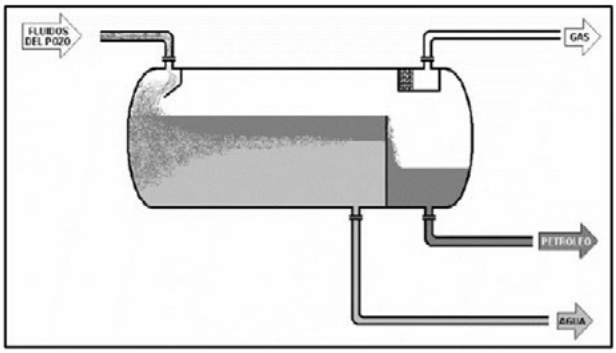
Proceso de separación de fases en un separador:

El separador es un recipiente horizontal al cuál ingresa el fluido proveniente de los pozos. Este fluido está compuesto por gas, petróleo y agua, que se separan en el equipo por gravedad.

Pasos de la separación:

1. El agua es la fase más pesada, y es la que primero se retira, por el fondo del recipiente.
2. El petróleo es más liviano que el agua y una vez separados rebalsa por encima del bafle, y se retira del recipiente por el fondo en el extremo opuesto a la entrada de fluido.
3. El gas es la fase más liviana y la más fácil de separar en este caso, se retira del separador por la parte superior en el extremo del recipiente, haciéndolo pasar previamente por la caja de chicanas donde se desprende de las últimas gotas de líquido que pudieron haber quedado suspendidas en la fase gaseosa (Germanier y Vilaboa, s.f.).

Figura 5. Proceso de separación de fases en un separador.



Nota: instrumentación en Separadores de Ensayo (Germanier y Vilaboa, s.f.) Clasificación por aplicación: separador de prueba y separador de totales.

- **Separador de prueba**: un separador de prueba es utilizado para separar y medir los fluidos de un pozo. El separador de prueba puede ser referido como un probador o verificador de pozo. Los separadores de prueba pueden ser verticales, horizontales o esféricos. Ellos pueden ser bifásicos o trifásicos. Ellos pueden estar permanentemente instalados o portátiles. Los separadores de prueba pueden ser equipados con varios tipos de medidores para medir el petróleo, gas, y/o agua para pruebas de potencial, pruebas de producción periódicas, prueba de pozos marginales, etc.

- **Separador de totales**: es un separador de producción, es utilizado para separar el fluido producido desde un pozo, un grupo de pozos, o una localización

sobre una base diaria o continua. Los separadores de producción pueden ser verticales, horizontales o esféricos. Ellos pueden ser bifásicos o trifásicos. El rango en tamaño va desde 12 pulgadas hasta 15 pies en diámetro, con muchas unidades que van desde 30 pulgudas hasta 10 pies en diámetro. El rango de longitud desde 6 a 70 pies, con muchos de 10 a 40 pies de largo (Sarramera, 2011).

Operaciones de rutina:

Son observaciones y chequeos que se deben hacer diariamente, verificando que todo esté bajo control y a la vez detectando posibles fallas en el funcionamiento del separador en el momento que estas se presenten:

- Chequear correctamente los instrumentos de medida para hacer las mediciones apropiadas.
- Asegurarse que las válvulas de control abren y cierran completa y parcialmente sin obstrucción alguna; esto se consigue haciéndolas abrir y cerrar intencionalmente
- Limpiar los visores (los visores son vidrios a través de los cuales se observa, por ejemplo, la interfase gas-petróleo), manómetros, registradores de temperatura, etc.
- Chequear que el elemento extractor de humedad no esté taponado; esto se hace registrando presiones antes y después del elemento (Calle, 2020).

Tanques de Lavado (Gun Barrel)

Un Gun Barrel o tanque de lavado es un tanque tratador con flujo descendente central vertical que opera a presión atmosférica. Los tanques de lavado o Gun Barrels corresponden al último equipo para el tratamiento del crudo, por lo tanto, de esta etapa del proceso el agua debe ser removida hasta lograr que el crudo posea un BSW menor o igual 0.5 (Ecopetrol, 2007).

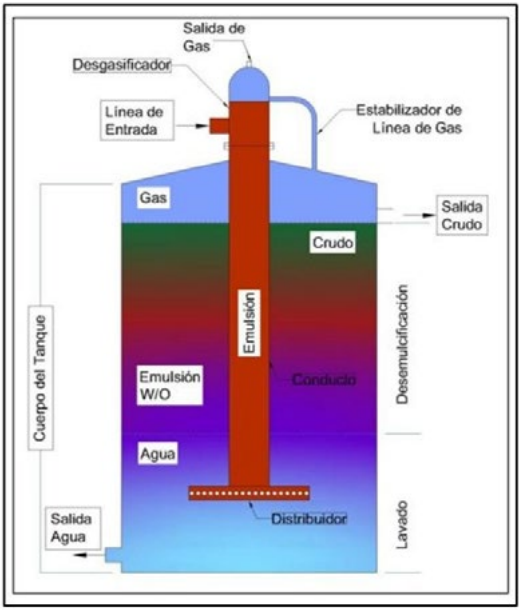
Los tanques deshidratadores tipo Gun Barrel se clasifican en dos tipos, tanques deshidratadores horizontales y tanques deshidratadores verticales; estos tipos de tanques son los de mayor uso en el mercado debido a la simplicidad de su diseño y fabricación.

Los tanques deshidratadores verticales están constituidos esencialmente de 7 partes:

- Línea de entrada: es el tubo que conduce la emulsión del separador al tanque deshidratador.
- Desgasificador: es un equipo que se ubica a la entrada del Gun Barrel y que tiene como propósito separar la mayor cantidad de gotas de gas presentes en la emulsión; también sirve como sección de amortiguamiento al reducir la presión de entrada de la emulsión.

- Conducto: reduce la velocidad de la emulsión y la lleva al fondo del equipo.
- Distribuidor: permite a la emulsión distribuirse uniformemente a través del colchón de agua de lavado, mediante un esparcidor generalmente en el fondo del tubo conductor.
- Cuerpo del tanque: es el cuerpo cilíndrico en el cual se lleva a cabo el proceso de deshidratación y que se encuentra dividido en dos secciones que determinan el volumen de lavado y el volumen operable.
- Línea de salida del agua: constituida por un sifón. Esta línea tiene dos propósitos; proporcionar una salida para el agua separada, y regular la altura del colchón de agua en el deshidratador.
- Línea de salida del aceite: que conduce el aceite limpio del tanque deshidratador a los tanques de almacenamiento (Gallego y Torres, 2017).

Figura 6. Tanque deshidratador vertical tipo Gun Barrel.



Nota: diseño de un Gun Barrel transportable (Gallego y Torres, 2017).

Funcionamiento:

El tanque se basa en la diferencia de densidades entre los fluidos y su tiempo de residencia, es por eso que las gotas de la emulsión que son liberadas por los aspersores fluyen de manera ascendente, a través del agua libre acumulada, quedando atrapada el agua libre en la parte inferior y el petróleo en la parte superior, la distribución de la emulsión se da de manera homogénea con el fin de ayudar en la separación de las fases.

Las acciones que se llevan a cabo en el Gun Barrel para separar la emulsión que forman el agua y el aceite son:

Asentamiento: es la deposición o sedimentación de las gotas mediante la utilización de la fuerza de gravedad, está en función del tiempo y es dependiente del grado de estabilidad de la emulsión, principalmente separa el agua libre del petróleo.

Lavado: es un tratamiento mecánico que utiliza equipos de separación dinámica que permiten la dispersión de las fases de la emulsión y aceleran el proceso de separación gravitacional, los tanques de lavado utilizan principalmente este método en el que el petróleo se hace pasar a través de varios colchones de agua (Bracero et al., s.f.).

Tanques de almacenamiento

Los tanques de almacenamiento son usados para preservar líquidos o gases, están construidos de diversos materiales y por lo general son de forma cilíndrica. Las refinerías son las que usan con mayor frecuencia, ya que en su mayoría trabajan a presiones bajas (Quispe y Aguilar, 2019).

Tipos de tanques de almacenamiento:

- Techo fijo: estos se utilizan para el almacenamiento de petróleo y sus derivados que poseen un punto de

inflamación alto y de considerable presión de vapor, es decir, aquellos hidrocarburos que no se evaporan fácilmente, evitando así la acumulación de gases en el interior del tanque que pueden producir incendio o explosión de este, y por tanto la presión en el tanque no exceda la atmosférica. Están formados por un solo cuerpo, cuyo techo no tiene ninguna posibilidad de movimiento. Poseen varias válvulas de venteo, que permite la salida de los vapores que están formándose continuamente en su interior, porque los tanques de techo fijo no están preparados para resistir sobrepresiones. Pueden tener techo auto soportado o por columnas, la superficie del techo puede tener forma de domo o cono. El tanque opera con un espacio para los vapores, el cual cambia cuando varía el nivel del líquido. Las ventilaciones en el techo permiten la emisión de vapores para evitar sobre presiones en el tanque (De La Cadena y Larrea, 2012).

- Techo flotante: son contenedores cuyo sistema de techumbre está formado por una cubierta móvil que descansa sobre la superficie del fluido, para evitar la formación de vapores en la superficie del líquido almacenado. El techo flotante sube y baja de acuerdo al volumen contenido. En el perímetro tienen una junta selladora que evita el escape de combustible ya sea en estado líquido o gaseoso. Este tipo de tanques es usado generalmente para contener productos con un punto de inflamación bajo (Batista,2011).

Se clasifican en:

- Techo flotante tipo bandeja: este tipo de tanque de techo flotante, es de bajo costo, pero presenta fallas por su alta desestabilidad y en su mayoría en lugares que presentan cambios climáticos constantes. Fue el primer modelo para tanques de techo flotante, pero se dejó de usar por no contemplar fallas de estabilidad.

- Techo flotante tipo pontón: los tanques flotantes tipo pontón se utilizan porque reducen la evaporación por debajo de la cubierta y sirven de medio aislante haciendo al tanque más estable, se emplea en tanques con diámetros entre 18 y 90 metros. Esto permite que los gases generados se condensen al centro del tanque.

- Techo flotante tipo de cubierta doble: este tipo de cubierta doble permite eliminar significativamente la evaporación del fluido, además se comporta como medio aislante debido a la cámara de aire que se genera entre las cubiertas, haciéndolo más seguro, se emplea en tanques de gran tamaño. Con este tipo de techo se elimina sustancialmente la generación de gases (Quispe y Aguilar, 2019).

    - » Tanques de almacenamiento esféricos: los Tanques de almacenamiento esferas son principalmente usados para almacenamiento

de productos ligeros como propano, butano, GLP, su forma facilita que soporten presiones sobre los 25 psi.

» Tanques de almacenamiento cilíndricos horizontales: posee un armazón cilíndrico son esferoides (casquetes) La presión de trabajo puede ser desde 15 lppc a 1000 lppc o mayor. Algunos de esos tanques tienen cabeza plana o hemisférica (De La Cadena y Larrea, 2012).

Calentador

La aplicación de calor en los separadores es un proceso auxiliar para acelerar la separación, ya que el calor por sí solo no hará que se fracture la emulsión. Aunque el calor puede aplicarse a las emulsiones, por medio del vapor que se utiliza para agitar un tanque de petróleo, la aplicación más común de calor se efectúa por calentadores, de los cuales hay una gran variedad.

Calentadores directos

Por regla general este tipo de calentador se usa para tratar emulsiones no corrosivas y de una presión relativamente baja. La emulsión está en contacto directo con el elemento calentador (fogón).

Funcionamiento:

Siempre se conecta en serie con un tanque de lavado. Las funciones del calentador son:

- Calentar la emulsión hasta el punto requerido para conseguir la fácil separación del petróleo y el agua.
- Eliminar la mayor parte del gas de la emulsión.
- Separar cantidades apreciables de agua libre si se encuentran en los líquidos que se están calentando.

Calentadores Indirectos

El calentador indirecto tiene tres partes principales:

- El cuerpo del calentador
- La cámara de combustión (fogón)
- El conjunto de tubos de flujo Funcionamiento:

La cámara de combustión y el conjunto de tubos de flujo, se construyen integralmente con el cuerpo. El calor de la cámara de combustión se transfiere indirectamente a la emulsión que está calentándose en el conjunto de tubos de flujo por medio de un baño de agua que se forma en el cuerpo del calentador (De la Cruz, 2003).

Herramientas tecnológicas

Tecnologías móviles en la industria petrolera

La integración de tecnologías móviles en la industria petrolera ha ganado relevancia en los últimos años debido a la necesidad de optimizar la recolección y análisis de datos en tiempo real. Estas tecnologías permiten a los operadores de campo acceder a información crítica y tomar decisiones informadas de manera más ágil y precisa. Según investigaciones previas, el uso de aplicaciones móviles puede reducir significativamente los tiempos de respuesta ante incidentes y mejorar la eficiencia operativa en la gestión de pozos petroleros.

Recolección de datos en tiempo real

La recolección de datos en tiempo real es fundamental para el monitoreo efectivo de las operaciones de producción en la industria del petróleo. Los datos recopilados incluyen parámetros como presión, temperatura, tasa de producción, entre otros, que son cruciales para la toma de decisiones operativas. La precisión y la inmediatez de estos datos son esenciales para evitar pérdidas económicas y mejorar la seguridad en las operaciones.

Procesamiento y análisis de datos

El procesamiento y análisis de los datos recolectados es un proceso crítico que permite interpretar el comportamiento

de los pozos y evaluar la viabilidad de su operación continua. Las aplicaciones

móviles están diseñadas para facilitar este análisis al ofrecer herramientas que simplifican la visualización de datos, la generación de reportes, y la identificación de tendencias.

Glosario de términos básicos

Términos petroleros

Petróleo. "El petróleo es un aceite mineral de color muy oscuro o negro, menos denso que el agua y de un olor acre característico. Está formado por una mezcla de hidrocarburos acompañados de azufre, oxígeno y nitrógeno en cantidades variables" (Servicio Geológico Mexicano, s.f.).

Petróleo Brent. "Es el petróleo de referencia en el mercado europeo, pero también lo es para el 65% de los distintos tipos de crudo mundial, que se referencian a él y cuyos precios se expresan como una prima o un descuento contra el Brent. El petróleo Brent es de alta calidad, debido a que es, en la jerga petrolera, ligero y dulce (reducido contenido en azufre). Su cotización como contrato de futuros comenzó en junio de 1988 en Londres, y hoy también se negocia, aunque con volúmenes reducidos, en Singapur y Nueva York" (Petróleo Brent, s.f.).

Certificación ATEX: "Directiva de la Unión Europea que establece los requisitos para equipos y entornos de trabajo en atmósferas potencialmente explosivas" (iAgua, 2016).

Certificación IECEx: **"**Sistema internacional de certificación para equipos utilizados en atmósferas explosivas, basado en normas de la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC)" (PR electronics, s.f.).

ISO 14224: "Norma internacional que proporciona directrices para la recopilación y el intercambio de datos relacionados con la fiabilidad y el mantenimiento de equipos industriales" (Predictiva21, s.f.).

ISO/IEC 27001: "Estándar internacional que establece los requisitos para un sistema de gestión de la seguridad de la información, protegiendo la confidencialidad, integridad y disponibilidad de los datos" (GlobalSuite Solutions, 2023).

Términos tecnológicos

Firebase: "Plataforma de Google que ofrece servicios en la nube para el desarrollo de aplicaciones web y móviles, incluyendo bases de datos en tiempo real, autenticación y análisis" (Firebase, s.f.).

Figma: "Herramienta de diseño colaborativo basada en la web que permite crear interfaces y prototipos en tiempo real" (Figma, s.f.).

Frontend: "Parte del desarrollo web que se encarga de la interfaz y experiencia del usuario, utilizando tecnologías como HTML, CSS y JavaScript" (Arsys, s.f.).

Formato .xlsx o .csv: ".xlsx es el formato de archivo de Microsoft Excel que permite almacenar datos en hojas de cálculo con múltiples funcionalidades; .csv es un formato

de texto plano que almacena datos separados por comas" (Adobe, s.f.).

Backend: "Parte del desarrollo web que gestiona la lógica de negocio, bases de datos y servidores, funcionando detrás de la interfaz de usuario" (AWS, s.f.).

Node.js con Express: "Entorno de ejecución para JavaScript en el servidor (Node.js) junto con un framework minimalista (Express) para construir aplicaciones web y APIs" (Kinsta, 2025).

Python con Flask o Django: "Frameworks de desarrollo web en Python; Flask es ligero y flexible, mientras que Django es completo y ofrece muchas funcionalidades integradas" (GeeksforGeeks, 2025).

PHP con Laravel: "Framework de PHP que proporciona una sintaxis elegante y herramientas robustas para el desarrollo de aplicaciones web modernas" (Laravel, s.f.).

API: "Conjunto de definiciones y protocolos que permiten la comunicación entre diferentes componentes de software" (AWS, s.f.).

Rutas base de la API: "Segmento inicial de la URL en una API que define el punto de entrada común para los recursos disponibles" (Google Cloud, s.f.).

JSON: "Formato ligero de intercambio de datos, fácil de leer y escribir para humanos y fácil de analizar y generar para máquinas" (JSON.org., s.f.).

PostgreSQL, MySQL o MongoDB: **“**Sistemas de gestión de bases de datos; PostgreSQL y MySQL son relacionales, mientras que MongoDB es NoSQL y orientado a documentos” (Vercel, s.f.).

JWT o sesiones: **“**Métodos para mantener la autenticación del usuario; JWT es un token que contiene información codificada, mientras que las sesiones almacenan datos en el servidor” (Programación, s.f.).

Endpoints: **“**Puntos finales de comunicación en una red que permiten la interacción entre dispositivos o aplicaciones” (NinjaOne, 2025).

Bibliotecas como Joi (Node.js) o validadores nativos en Django o Laravel: **“**Herramientas que permiten validar y asegurar la integridad de los datos en aplicaciones web” (Tuvoc, s.f.).

bcrypt: **“**Función de hash de contraseñas basada en el cifrado Blowfish, diseñada para ser computacionalmente intensiva y resistente a ataques de fuerza bruta” (Bcrypt, s.f.).

Rate limiting: **“**Técnica utilizada para controlar la cantidad de solicitudes que un usuario puede hacer a un servicio en un período de tiempo determinado” (Cloudflare, s.f.).

Fetch (JavaScript): **“**API moderna de JavaScript que permite realizar solicitudes HTTP asíncronas desde el navegador” (MDN Web Docs, s.f.).

Librerías como Axios, y frameworks: **“**Herramientas que facilitan el desarrollo de aplicaciones web; Axios es una librería para hacer solicitudes HTTP, y los frameworks proporcionan estructuras para construir aplicaciones completas” (Axios, s.f.).

Flutter, React Native o Android Studio (Java/ Kotlin): **“**Tecnologías para el desarrollo de aplicaciones móviles; Flutter y React Native permiten desarrollo multiplataforma, mientras que Android Studio es el entorno oficial para Android” (Flutter, s.f.).

Términos de seguridad tecnológica

Hashing: “Proceso criptográfico que convierte datos en una cadena irreversible y de longitud fija” (Cryptographic, s.f.).

Bcrypt o Argon2: “Algoritmos seguros de hashing diseñados para proteger contraseñas contra ataques” (OWASP, s.f.).

HTTPS con TLS (Transport Layer Security): “Protocolo que cifra la comunicación entre el cliente y el servidor” (Cloudflare, s.f.).

Cifrado AES-256: “Algoritmo de cifrado simétrico altamente seguro que protege datos en reposo” (NIST, 2001).

logs: "Archivo que almacena las acciones realizadas dentro de un sistema" (CrowdStrike, s.f.).

ELK Stack (Elasticsearch, Logstash, Kibana): "Conjunto de herramientas para recolectar, analizar y visualizar registros de eventos" (Elastic, s.f.).

Inyección SQL: "Vulnerabilidad que permite modificar consultas a bases de datos mediante entradas maliciosas" (OWASP, s.f.).

ORM (Object-Relational Mapping): "Técnica que permite manipular bases de datos usando objetos en lugar de consultas SQL directas" (Object–relational, s.f.).

Cross-Site Scripting (XSS) y Cross-Site Request Forgery (CSRF): "Ataques que explotan vulnerabilidades en la validación de entradas y solicitudes" (OWASP, s.f.).

Acceso inseguro a APIs: "Riesgo de exposición de datos por no validar autenticación o permisos en interfaces de programación" (Akamai, s.f.).

Firebase Authentication o Autho: "Servicios que gestionan de forma segura el acceso y autenticación de usuarios" (Firebase, s.f.).

OWASP Mobile Security Testing Guide (MSTG): "Guía de referencia para evaluar y mejorar la seguridad en apps móviles" (OWASP, s.f.).

Cloudflare o AWS Shield: "Servicios que protegen infraestructuras contra ataques en línea, especialmente DDoS" (Cloudflare, s.f.).

Ataques DDoS: "Intentos maliciosos de colapsar un sistema saturándolo con tráfico masivo" (Cloudflare, s.f.).

PostgreSQL o MongoDB: "Sistemas de gestión de bases de datos; PostgreSQL es relacional y orientado a transacciones, mientras que MongoDB es NoSQL y orientado a documentos" (MongoDB, s.f.).

Docker y Kubernetes: "Tecnologías para contener, desplegar y escalar aplicaciones en entornos controlados y automatizados" (Red Hat, s.f.).

Fundamentos normativos y proposiciones orientadoras de la investigación

El marco legal como condición de posibilidad del diseño tecnológico

Toda intervención tecnológica en el ámbito de los hidrocarburos opera dentro de un entramado normativo que define los límites de lo permissible y establece las condiciones bajo las cuales las operaciones deben desarrollarse. En el contexto peruano, la Ley 26221, Ley Orgánica de Hidrocarburos, constituye el marco rector de las actividades de exploración, explotación, refinación, transporte y comercialización de hidrocarburos en el territorio nacional. Esta norma establece los principios de libre competencia, eficiencia económica y aprovechamiento sostenible de los recursos, al tiempo que asigna al Estado la función de promover la inversión privada y garantizar la seguridad del abastecimiento energético. Para el diseño de un aplicativo móvil destinado a la gestión de datos operativos, esta ley proporciona el contexto jurídico que legitima la digitalización de procesos como una contribución al cumplimiento de los objetivos de eficiencia y transparencia que la propia norma persigue.

El Decreto Supremo 032-2004-EM, Reglamento de las Actividades de Exploración y Explotación de Hidrocarburos, desarrolla las disposiciones de la ley orgánica en lo relati-

vo a las operaciones de campo. Este reglamento establece obligaciones específicas en materia de registro de información, reporte de producción, medición de volúmenes y control de calidad de los hidrocarburos extraídos. Las empresas operadoras deben mantener registros actualizados de sus operaciones y presentar reportes periódicos a las autoridades competentes, incluyendo OSINERGMIN y el Ministerio de Energía y Minas. La digitalización de estos registros mediante un aplicativo móvil no solo facilita el cumplimiento de estas obligaciones, sino que también mejora la calidad y la trazabilidad de la información reportada, reduciendo el riesgo de sanciones por incumplimiento o por inexactitud en los datos proporcionados. La normativa vigente, por tanto, no constituye un obstáculo para la transformación digital, sino un marco que la orienta y le otorga sentido.

Proposiciones orientadoras sobre el impacto esperado de la solución propuesta

La investigación se organiza en torno a un conjunto de proposiciones que orientan el diseño, la implementación y la evaluación del aplicativo móvil. Estas proposiciones no constituyen hipótesis en el sentido estricto del método hipotético deductivo, sino afirmaciones fundamentadas que expresan las expectativas del investigador sobre el comportamiento del sistema en condiciones

reales de operación. La proposición general que articula el estudio sostiene que la introducción de un aplicativo móvil diseñado específicamente para las necesidades de los operadores de una batería de producción transformará significativamente la eficiencia con que se recolectan, procesan y analizan los datos operativos. Esta transformación se manifestará en mejoras medibles en términos de tiempo, precisión, integración, oportunidad y seguridad de la información.

La primera proposición específica establece que la implementación del aplicativo reducirá el tiempo requerido para la recolección de datos operativos en comparación con los métodos manuales tradicionales. Esta reducción se logrará mediante la eliminación de la transcripción posterior, la validación automática de los datos en el punto de captura y la transmisión inmediata de la información a los sistemas centrales. De manera complementaria, se espera que la tasa de errores en la recolección disminuya significativamente, ya que el aplicativo incorporará mecanismos de validación que alerten al operador cuando los valores ingresados se encuentren fuera de los rangos esperados o sean inconsistentes con registros anteriores. La segunda proposición señala que el aplicativo facilitará la integración de datos provenientes de diferentes sistemas y fuentes, mejorando la coherencia y accesibilidad de la información. Esta integración permitirá la construcción

de una visión unificada del estado del sistema productivo, superando la fragmentación que caracteriza a los métodos tradicionales.

La tercera proposición específica plantea que el uso del aplicativo proporcionará acceso a datos en tiempo real, permitiendo a los operadores tomar decisiones más rápidas y precisas. La disponibilidad inmediata de información sobre presión, temperatura, caudales y niveles de tanque habilitará respuestas oportunas ante desviaciones de los parámetros normales de operación, reduciendo el riesgo de incidentes y optimizando la gestión del yacimiento. La cuarta proposición sostiene que el aplicativo mejorará la eficiencia en el procesamiento y análisis de datos operativos, reduciendo el tiempo necesario para generar reportes y aumentando la capacidad de los operadores para identificar y resolver problemas basados en el análisis de datos. Los dashboards interactivos y las herramientas de visualización integradas en el aplicativo permitirán transformar los datos crudos en información accionable de manera automática, liberando tiempo para actividades de mayor valor agregado.

La quinta proposición específica establece que el aplicativo implementará medidas de seguridad robustas que protegerán los datos sensibles recolectados y procesados, cumpliendo con las normativas de protección de datos vigentes. La autenticación multifactor, el cifrado de la in-

formación en tránsito y en reposo, el control de acceso basado en roles y el registro de auditoría de todas las operaciones constituyen los pilares de la estrategia de seguridad que se integrará en el diseño del aplicativo. El cumplimiento de estándares internacionales como ISO/IEC 27001 y las recomendaciones de OWASP para seguridad en aplicaciones móviles garantizará que la digitalización de la captura de datos no introduzca vulnerabilidades que comprometan la confidencialidad, integridad y disponibilidad de la información operativa.

Dimensiones de análisis y su operacionalización

La variable independiente de este estudio es el diseño y uso del aplicativo móvil, entendido como el conjunto de características funcionales, interfaces de usuario, arquitectura de software y protocolos de seguridad que conforman la herramienta propuesta. Esta variable incluye la definición de los módulos que componen el aplicativo (operaciones, capas, componentes, reportes, usuarios y configuraciones), las funcionalidades específicas de cada módulo (registro, consulta, edición, eliminación), la arquitectura técnica (frontend, backend, base de datos, servicios) y las medidas de seguridad implementadas (autenticación, cifrado, control de acceso, auditoría). La operacionalización de esta variable se realiza a través de

la especificación detallada del diseño del aplicativo, documentada mediante diagramas de flujo, prototipos de interfaz y especificaciones técnicas que permiten su implementación por parte de un desarrollador.

La variable dependiente es la eficiencia en la recolección, procesamiento y análisis de datos operativos, entendida como la capacidad del sistema de gestión de datos para capturar información precisa en el momento oportuno, procesarla de manera ágil y presentarla en formatos que faciliten la toma de decisiones. Esta variable se operacionaliza a través de indicadores como el tiempo promedio requerido para completar una ronda de recolección de datos, la tasa de errores detectados en los registros, el tiempo transcurrido entre la captura del dato y su disponibilidad para el análisis, la calidad de los reportes generados y la satisfacción de los usuarios con la herramienta. La medición de estos indicadores se realiza mediante la simulación de escenarios de uso que replican las actividades típicas de los operadores en la batería de producción, así como mediante la evaluación de la usabilidad del prototipo por parte de los usuarios finales.

La relación entre ambas variables se fundamenta en la teoría de la adopción tecnológica y en la evidencia empírica sobre el impacto de las soluciones móviles en la eficiencia operativa de industrias similares. Se espera que la introducción del aplicativo móvil produzca una mejora

significativa en los indicadores de eficiencia, no solo por la automatización de tareas que actualmente se realizan de forma manual, sino también por la reducción de la carga cognitiva de los operadores, la eliminación de la duplicación de esfuerzos y la disponibilidad de información agregada que facilita la contextualización de las observaciones individuales. La magnitud de esta mejora dependerá de factores como la calidad del diseño del aplicativo, la capacitación de los usuarios y el apoyo organizacional a la iniciativa de transformación digital.

Capítulo 3

Enfoque metodológico para el diseño y validación del aplicativo móvil

Fundamentación del enfoque cualitativo y del diseño de estudio de caso

Para abordar la complejidad de los desafíos descritos en los capítulos precedentes y asegurar que la solución propuesta sea tanto práctica como robusta, el presente estudio se enmarca en un diseño de investigación de naturaleza cualitativa, descriptiva y correlacional, fundamentado en un estudio de caso aplicado. La elección de este enfoque metodológico no es casual; responde a la necesidad de comprender en profundidad el fenómeno de la gestión de datos desde la perspectiva de sus actores principales, los operadores de la batería de producción, y de explorar cómo una intervención tecnológica puede modificar su realidad operativa. Un enfoque puramente cuantitativo habría resultado insuficiente para capturar la sutileza de los flujos de trabajo, las fricciones cotidianas y las necesidades no expresadas que un aplicativo móvil debe resolver para ser verdaderamente adoptado y efectivo (Hernández Sampieri et al., 2014). La investigación cualitativa, en este contexto, permite una inmersión en el campo para observar directamente las prácticas de recolección de datos, las interacciones entre el personal y las limitaciones impuestas por las herramientas existentes.

El diseño de estudio de caso, aplicado a una batería de producción específica, permite un análisis contextualiza-

do y holístico, donde la solución tecnológica no se diseña en el vacío, sino que se moldea a partir de las condiciones reales de operación. La selección del caso respondió a criterios de representatividad y accesibilidad: se trató de una instalación en operación activa, con múltiples pozos productores, procesos de separación y tratamiento en funcionamiento, y personal dispuesto a participar en el estudio. La unidad de análisis no se limitó a la instalación física, sino que abarcó el conjunto de prácticas, herramientas y relaciones sociales que constituyen el sistema de gestión de datos en su estado actual. Esta delimitación amplia del caso permitió capturar la complejidad del fenómeno y evitar reduccionismos tecnológicos que habrían simplificado en exceso la naturaleza del problema.

La perspectiva epistemológica que sustenta esta investigación es interpretativista. Se asume que la realidad operativa de una batería de producción no es un dato objetivo e independiente de los sujetos que la experimentan, sino una construcción socialmente mediada por las prácticas, los significados y las relaciones de poder que se desarrollan en el entorno de trabajo. Comprender esta realidad requiere acceder a las interpretaciones que los propios operadores hacen de sus actividades, sus herramientas y sus limitaciones. El investigador no es un observador neutral que registra datos objetivos, sino un participante en el proceso de construcción de conocimiento que debe reflexionar sobre su propia influencia en el campo y sobre las categorías analíticas que utiliza para interpretar lo observado.

Técnicas de recolección de información y triangulación metodológica

La recolección de datos se llevó a cabo mediante una estrategia de triangulación que combinó técnicas de gabinete y de campo, permitiendo contrastar y complementar la información obtenida a través de diferentes fuentes y métodos. Las técnicas de gabinete incluyeron una exhaustiva revisión bibliográfica de literatura científica indexada en bases de datos como Scopus, Web of Science y EBSCO, centrada en la adopción de tecnologías móviles en la industria petrolera, la gestión de datos operativos y la seguridad de la información. Esta revisión permitió construir un marco conceptual sólido y un benchmark de soluciones existentes que informaron el diseño del aplicativo propuesto. Se priorizaron publicaciones de los últimos cinco años para garantizar la vigencia de los hallazgos, aunque se incluyeron obras seminales de décadas anteriores cuando su relevancia conceptual lo justificaba.

Las técnicas de campo se basaron en la observación directa y participativa de las operaciones diarias en la batería de producción. El investigador se integró en las rutinas de trabajo del personal durante un período de varias semanas, acompañando a los operadores en sus rondas de inspección, participando en las reuniones de cambio de turno y observando las interacciones con los superviso-

res y el personal administrativo. Esta inmersión permitió documentar no solo las prácticas explícitas de recolección de datos, sino también los conocimientos tácitos, las estrategias informales y las adaptaciones que los operadores han desarrollado para compensar las limitaciones de sus herramientas actuales. La observación se complementó con la revisión de los registros y formatos utilizados por el personal, incluyendo bitácoras de papel, hojas de cálculo digitales y reportes impresos.

El instrumento principal para la captura de información fue un cuaderno de registro diario, donde se documentaron los procesos observados, los tiempos empleados en cada actividad, los errores e inconsistencias detectados y las necesidades tecnológicas percibidas por los operadores. Este cuaderno evolucionó a lo largo del trabajo de campo, incorporando nuevas categorías de análisis a medida que emergían patrones y temas relevantes. La flexibilidad del instrumento permitió capturar la riqueza y la complejidad de la realidad observada sin imponer categorías preconcebidas que habrían limitado la profundidad del análisis. Adicionalmente, se realizaron entrevistas informales con los operadores y supervisores para profundizar en aspectos específicos que surgieron durante la observación, como la percepción de los métodos tradicionales, las expectativas sobre una solución digital y las preocupaciones sobre la seguridad de la información.

La triangulación metodológica se complementó con la triangulación de fuentes, contrastando la información obtenida de los operadores con la proporcionada por los supervisores, el personal administrativo y los registros documentales. Esta estrategia permitió identificar discrepancias y convergencias en las perspectivas de los diferentes actores, enriqueciendo la comprensión del fenómeno y aumentando la validez de los hallazgos. Cuando se detectaron contradicciones entre las fuentes, se profundizó en las causas subyacentes, lo que en varios casos reveló tensiones organizacionales o diferencias en la interpretación de los procesos que habrían pasado desapercibidas en un análisis superficial.

Fases del procedimiento metodológico

El procedimiento metodológico se estructuró en fases secuenciales que permitieron avanzar desde el diagnóstico de la situación actual hasta la evaluación de la propuesta de solución. La primera fase, de diagnóstico, se centró en la identificación y caracterización de los problemas específicos de recolección, procesamiento y análisis de datos en la batería de producción seleccionada. Esta fase incluyó la observación de las rutinas de trabajo, la revisión de los registros existentes y la realización de entrevistas con el personal. El producto de esta fase fue un documento de diagnóstico que sistematizó los hallazgos

y estableció las bases para el diseño de la solución. Los hallazgos de esta fase fueron validados con el personal de campo mediante sesiones de retroalimentación donde se presentaron las conclusiones preliminares y se recogieron comentarios y correcciones.

La segunda fase, de diseño conceptual, implicó la definición de los requerimientos funcionales y no funcionales del aplicativo. Los requerimientos funcionales se derivaron directamente de las necesidades identificadas en el diagnóstico: captura estructurada de datos de pruebas de pozo, registro de observaciones de campo, consulta de información histórica, generación de reportes y visualización de datos en tiempo real. Los requerimientos no funcionales se relacionaron con la usabilidad, el rendimiento, la seguridad y la compatibilidad con los dispositivos y sistemas existentes. Estos requerimientos fueron modelados a través de un prototipo de alta fidelidad utilizando la herramienta Figma, que permitió simular la experiencia de usuario y validar la arquitectura de la información antes del desarrollo. El prototipo fue presentado a los operadores y supervisores para recoger sus impresiones y sugerencias de mejora, que fueron incorporadas en iteraciones sucesivas del diseño.

La tercera fase, de diseño técnico, se abocó a la definición de la arquitectura del sistema. Esto incluyó el diseño de la base de datos, la especificación de la API para la comuni-

cación entre el frontend y el backend, y la implementación de los protocolos de seguridad necesarios para garantizar la integridad y confidencialidad de la información. Se evaluaron diferentes alternativas tecnológicas para cada componente del sistema, considerando criterios de costo, escalabilidad, mantenibilidad y compatibilidad con la infraestructura existente. La arquitectura resultante se documentó en diagramas de flujo y especificaciones técnicas que sirven como guía para el desarrollador encargado de la implementación.

La cuarta fase, de evaluación, consistió en un análisis comparativo entre el método tradicional y el flujo de trabajo optimizado con el aplicativo. Esta evaluación se realizó mediante la construcción de escenarios de uso que representan las actividades típicas de los operadores, y la medición del tiempo requerido y la precisión de los datos en cada caso. Los resultados de esta evaluación se sintetizaron en una tabla comparativa que evidencia los beneficios esperados en términos de eficiencia, seguridad y capacidad analítica. Adicionalmente, se recogieron las percepciones de los operadores sobre la utilidad y facilidad de uso del aplicativo, que constituyen indicadores cualitativos de la probabilidad de adopción en un contexto real de implementación.

Consideraciones éticas y criterios de validez

Los aspectos éticos fueron considerados de manera transversal en todas las fases del estudio. Se aseguró la confidencialidad de los datos sensibles de la operación, omitiendo o anonimizando cualquier información que pudiera identificar a la empresa o comprometer su seguridad competitiva. Se obtuvo el consentimiento informado de los participantes, explicando los objetivos de la investigación, el uso que se daría a la información recogida y su derecho a retirarse del estudio en cualquier momento sin consecuencias negativas. Se garantizó que el diseño de la solución tecnológica respete las normativas de seguridad y privacidad vigentes en el sector de hidrocarburos, incluyendo las disposiciones sobre protección de datos personales y las regulaciones específicas sobre seguridad de la información en instalaciones críticas.

La validez de la investigación se sustenta en la triangulación de fuentes y métodos, así como en la retroalimentación continua con los operadores y supervisores de la batería de producción, quienes participaron activamente en la validación de los prototipos y en la evaluación de la usabilidad del aplicativo. La combinación de estas técnicas y enfoques permitió no solo diseñar una herramienta tecnológica, sino también comprender el ecosistema operativo en el que se insertará, maximizando así sus pro-

babilidades de éxito y adopción. La validez ecológica del estudio se ve reforzada por el hecho de que el diseño se desarrolló en el contexto real de operación, con la participación de los usuarios finales y considerando las restricciones y limitaciones que enfrentan en su trabajo diario.

La confiabilidad de los hallazgos se abordó mediante la documentación sistemática de los procedimientos de recolección y análisis, la verificación de los resultados con múltiples fuentes de información y la discusión de las interpretaciones con el equipo de investigación. Cuando surgieron discrepancias en la interpretación de los datos, se recurrió a la consulta con expertos en ingeniería de producción y en desarrollo de software para obtener perspectivas complementarias que enriquecieran el análisis. La transparencia en la documentación de los métodos y los resultados permite que otros investigadores puedan evaluar la calidad del estudio y replicar sus procedimientos en contextos similares.

Limitaciones del estudio y su abordaje metodológico

Toda investigación enfrenta limitaciones que deben ser reconocidas y abordadas de manera transparente para que el lector pueda evaluar el alcance y la aplicabilidad de los hallazgos. En el caso de este estudio, la principal limitación es la imposibilidad de implementar el aplica-

tivo en un entorno real de producción durante el período de la investigación. Si bien el diseño se validó mediante simulaciones y la evaluación de usabilidad se realizó con prototipos funcionales, la prueba definitiva de la efectividad de la solución solo puede obtenerse mediante su implementación y uso continuado en condiciones reales de operación. Esta limitación es inherente a la naturaleza de los proyectos de desarrollo de software en entornos industriales críticos, donde la implementación de nuevas herramientas debe realizarse con extrema cautela para no comprometer la continuidad operativa.

Otra limitación significativa es la generalización de los hallazgos a otras baterías de producción con características diferentes. El estudio de caso se centró en una instalación específica, con sus propias particularidades en términos de configuración de pozos, procesos de tratamiento y cultura organizacional. Si bien muchos de los problemas identificados son comunes a la industria, las soluciones específicas pueden requerir adaptaciones según el contexto. La transferibilidad de los hallazgos debe evaluarse considerando las similitudes y diferencias entre la instalación estudiada y otras instalaciones donde se pretenda aplicar la solución propuesta.

La dependencia de la percepción de los operadores para la evaluación de la utilidad y facilidad de uso del aplicativo constituye otra limitación. Las percepciones están media-

das por las expectativas, la familiaridad con la tecnología y la disposición al cambio, factores que pueden variar significativamente entre individuos y contextos. Para mitigar esta limitación, se complementó la evaluación subjetiva con métricas objetivas de tiempo y precisión en la ejecución de tareas simuladas, proporcionando una base más sólida para la comparación entre el método tradicional y la solución propuesta.

Finalmente, la naturaleza exploratoria y descriptiva del estudio implica que los resultados no permiten establecer relaciones causales definitivas entre la implementación del aplicativo y las mejoras en la eficiencia operativa. Los beneficios observados en las simulaciones son indicativos de lo que podría lograrse en una implementación real, pero no constituyen prueba concluyente de efectividad. Se requiere investigación adicional de naturaleza experimental o cuasiexperimental para validar las hipótesis planteadas y cuantificar con precisión el impacto de la solución propuesta.

Capítulo 4

Del dato disperso al conocimiento operativo. Diseño, simulación y evaluación de una solución móvil para baterías de producción

Diseño con diagrama de flujo del aplicativo móvil

Descripción general del aplicativo

El diseño del aplicativo móvil se elaboró tomando como base las necesidades identificadas en el área operativa de las baterías de producción. Esta herramienta facilita el monitoreo continuo de variables críticas como producción de petróleo, agua y gas, permitiendo decisiones más rápidas y fundamentadas.

Este sistema busca resolver los desafíos presentes en las operaciones diarias, como la pérdida de información, la duplicidad de datos y la falta de herramientas digitales que se adapten a las condiciones del campo.

El diseño del aplicativo se realizó utilizando el software Figma, permitiendo una visualización interactiva de las interfaces y la navegación entre pantallas. La app cuenta con una interfaz intuitiva y amigable, estructurada en módulos que agrupan las principales funcionalidades requeridas por los operadores:

- Gestión de usuarios
- Ingreso de datos de pozos (Well Tests)
- Visualización y actualización de componentes y capas geológicas

- Generación de reportes gráficos
- Configuración personalizada de parámetros operativos

Esta solución busca digitalizar y centralizar la información crítica de producción, facilitando la toma de decisiones técnicas y administrativas basadas en datos confiables y en tiempo real.

Arquitectura funcional (Frontend)

La arquitectura funcional del aplicativo está dividida en cuatro niveles principales que interactúan entre sí:

Interfaz de usuario

Diseñada en Figma, esta capa incluye todas las pantallas con las que interactúa el usuario:

- Ingreso y registro
- Menú principal
- Módulos de ingreso de datos (Operations)
- Capas geológicas (Layers)
- Componentes (Components)
- Reportes (Reports)
- Configuración

Cada pantalla está optimizada para facilitar el ingreso de datos, la visualización de registros anteriores y la navegación ágil entre módulos.

Lógica de aplicación

Aquí se gestionan las operaciones de cada módulo:

- Validaciones de usuario y contraseñas
- Registro y edición de datos
- Generación de reportes
- Filtros por fecha, categoría y ubicación

Esta lógica asegura que los datos ingresados sean consistentes y estructurados.

Base de datos (Local o en la nube)

Almacena toda la información recolectada por el usuario:

- Pruebas de pozo (Gas Lift, Plunger Lift, etc.)
- Capas geológicas y formaciones
- Plataformas, bloques y campos
- Historial de producción y pérdidas
- Reportes generados

La base de datos permite el acceso rápido a registros históricos y facilita el análisis posterior.

Capa de servicios

Incluye funcionalidades complementarias como:

- Envío de reportes por correo
- Sincronización con servidores centrales
- Respaldo de datos
- Actualizaciones del aplicativo

Seguridad de datos

La seguridad de los datos es un componente esencial en el desarrollo de cualquier aplicación móvil que maneje información sensible o confidencial, como es el caso del aplicativo, el cual será utilizado por múltiples operadores en el área de producción petrolera. Dado que cada usuario accede, introduce y consulta datos técnicos específicos sobre la operación de pozos y baterías de producción, es vital garantizar que la información se mantenga protegida tanto en tránsito como en reposo.

Control de acceso y autenticación segura

Para asegurar que sólo los usuarios autorizados puedan acceder a la aplicación, se debe implementar un sistema de autenticación robusta. Esto puede lograrse mediante:

- Inicio de sesión con credenciales cifradas: los nombres de usuario y contraseñas deben almacenarse de manera segura usando algoritmos de hashing como bcrypt o Argon2.
- Autenticación de dos factores (2FA): para añadir una capa adicional de seguridad, se puede requerir que el usuario ingrese un código enviado por SMS o correo electrónico al momento de iniciar sesión.
- Tokens de sesión seguros: una vez que el usuario se autentica correctamente, se genera un token (por ejemplo, un JWT – *JSON Web Token*) que permite identificar al usuario en futuras solicitudes sin tener que reenviar sus credenciales.

Estas medidas permiten mantener la integridad del sistema, evitando accesos no autorizados o suplantación de identidad.

Cifrado de datos en tránsito y en reposo

Toda información que se transmite desde el dispositivo móvil hacia el servidor debe ser cifrada usando protocolos como HTTPS con TLS (Transport Layer Security). Este protocolo garantiza que los datos viajen de forma segura a través de la red, evitando que puedan ser interceptados o leídos por terceros malintencionados.

Además, los datos almacenados en los servidores (reposo) deben estar cifrados utilizando estándares como AES-256, una de las formas de cifrado más seguras actualmente. Esto se aplica tanto a las bases de datos como a los archivos de respaldo o logs que puedan contener información sensible.

Gestión de roles y permisos de usuario

Es esencial definir una estructura de roles dentro del sistema para controlar lo que cada tipo de usuario puede ver o hacer. Por ejemplo:

- Un operador puede registrar lecturas, observaciones, generar y visualizar reportes.
- Un supervisor puede generar y visualizar reportes agregados y tomar decisiones operativas.
- Un administrador puede gestionar usuarios y configurar parámetros del sistema.

Esta estrategia, conocida como control de acceso basado en roles (RBAC), minimiza el riesgo de que un usuario tenga acceso innecesario a información crítica o funciones sensibles.

Monitoreo, auditoría y registro de actividad

La aplicación debe implementar un sistema de registro de eventos o "logs" para llevar un control detallado de todas las acciones realizadas por los usuarios, como accesos, ediciones de datos o eliminaciones. Esto no solo permite rastrear incidentes de seguridad, sino también mejorar la trazabilidad operativa.

Se pueden usar herramientas como ELK Stack (Elasticsearch, Logstash, Kibana) para almacenar, analizar y visualizar estos registros en tiempo real, ayudando a los administradores a detectar comportamientos inusuales o intentos de intrusión.

Prevención de ataques comunes

La aplicación debe estar protegida contra vulnerabilidades típicas como:

- Inyección SQL: asegurándose de usar consultas parametrizadas o un ORM (Object-Relational Mapping) seguro.
- Cross-Site Scripting (XSS) y Cross-Site Request Forgery (CSRF): mediante validaciones adecuadas y uso de tokens de seguridad en formularios.

- Acceso inseguro a APIs: las rutas del backend deben validar los permisos del usuario en cada solicitud y no depender sólo del cliente (frontend).

Software y servicios de apoyo recomendados

Para garantizar la seguridad de datos de múltiples usuarios, se puede hacer uso de las siguientes tecnologías y servicios:

- Firebase Authentication o Auth0: para la gestión segura de usuarios y sesiones.
- OWASP Mobile Security Testing Guide (MSTG): una guía de buenas prácticas para evaluar la seguridad de aplicaciones móviles.
- Cloudflare o AWS Shield: para mitigar ataques DDoS y proteger los endpoints expuestos al público.
- PostgreSQL o MongoDB con cifrado nativo: bases de datos que ofrecen soporte para el cifrado de datos sensibles.
- Docker y Kubernetes con políticas de seguridad: en caso de usar contenedores para desplegar los servicios backend.

Integración del aplicativo con Excel y Power BI para el manejo y visualización de datos operativos

El aplicativo móvil, diseñado para la recolección y análisis de datos de producción en tiempo real, no solo busca digitalizar el registro operativo en campo, sino también optimizar el proceso de interpretación y presentación de dicha información. Para alcanzar este objetivo, es clave integrar la app con herramientas conocidas y robustas como Microsoft Excel y Power BI, que permitirán transformar datos crudos en información útil, visual e interactiva. A continuación, se detalla cómo funcionaría esta integración desde una perspectiva operativa y técnica.

Integración con Microsoft Excel

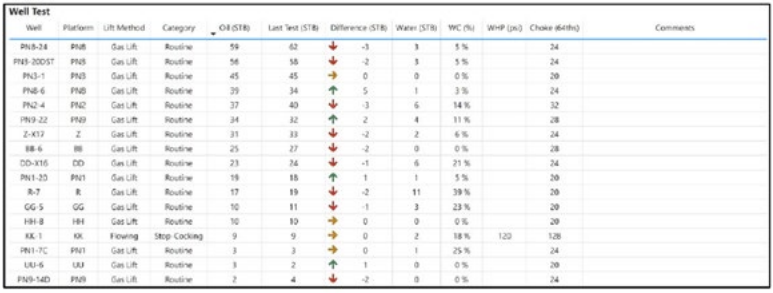
A- Exportación de datos desde del aplicativo a Excel

El sistema de la aplicación puede generar archivos en formato .xlsx o .csv, los cuales contienen los datos recolectados por los operadores, tales como: volúmenes de producción, temperaturas, presiones, volúmenes de agua y petróleo separado, incidencias en equipos, entre otros.

Estos archivos pueden ser exportados automáticamente desde el servidor o descargados manualmente desde la

aplicación web del sistema, para su posterior uso en Excel. La estructura de los archivos será normalizada para facilitar su lectura y análisis.

Figura 7. Cuadro de Excel, valores random de Well Test.



Well Test

Well	Platform	Lift Method	Category	Oil (STB)	Last Test (STB)	Difference (STB)	Water (STB)	WC (%)	WHP (psi)	Choke (64ths)	Comments
PN8-24	PN8	Gas Lift	Routine	59	62	-3	3	5 %		24	
PN8-20DST	PN8	Gas Lift	Routine	56	58	-2	3	5 %		24	
PN3-1	PN3	Gas Lift	Routine	45	45	0	0	0 %		20	
PN8-6	PN8	Gas Lift	Routine	39	34	5	1	3 %		24	
PN2-4	PN2	Gas Lift	Routine	37	40	-3	6	14 %		32	
PN9-22	PN9	Gas Lift	Routine	34	32	2	4	11 %		28	
Z-X17	Z	Gas Lift	Routine	31	33	-2	2	6 %		24	
BB-6	BB	Gas Lift	Routine	25	27	-2	0	0 %		28	
DD-X16	DD	Gas Lift	Routine	23	24	-1	6	21 %		24	
PN1-20	PN1	Gas Lift	Routine	19	18	1	1	5 %		20	
R-7	R	Gas Lift	Routine	17	19	-2	11	39 %		20	
GG-5	GG	Gas Lift	Routine	10	11	-1	3	23 %		20	
HH-8	HH	Gas Lift	Routine	10	10	0	0	0 %		20	
KK-1	KK	Flowing	Stop Cocking	9	9	0	2	18 %	120	128	
PN1-7C	PN1	Gas Lift	Routine	3	3	0	1	25 %		24	
UU-6	UU	Gas Lift	Routine	3	2	1	0	0 %		20	
PN9-14D	PN9	Gas Lift	Routine	2	4	-2	0	0 %		24	

Nota: Chiroque Gómez (2025).

Uso de fórmulas y funciones en Excel

Una vez en Excel, los datos podrán ser procesados utilizando una gran variedad de funciones y fórmulas como:

- SUMA, PROMEDIO, MAX, MIN: para calcular valores estadísticos básicos por día, por pozo o por batería.
- BUSCARV o BUSCARX: para relacionar información entre distintas tablas (por ejemplo, correlacionar la fecha de producción con el equipo asignado).
- SI, Y, O: para crear reglas lógicas que alerten sobre desviaciones fuera de rango.

Esto permitirá realizar análisis más rápidos y personalizables según las necesidades de los supervisores o ingenieros de producción.

Aplicación de tablas dinámicas

Las tablas dinámicas en Excel permitirán resumir grandes volúmenes de datos recolectados desde el aplicativo de forma flexible. Se podrá, por ejemplo:

- Resumir la producción diaria por pozo, por campo o por operador.
- Analizar tendencias de producción comparando distintos periodos.
- Identificar desviaciones en el comportamiento operativo.

Estas tablas dinámicas serán clave para encontrar patrones, tomar decisiones y elaborar informes operativos.

Visualización mediante gráficos

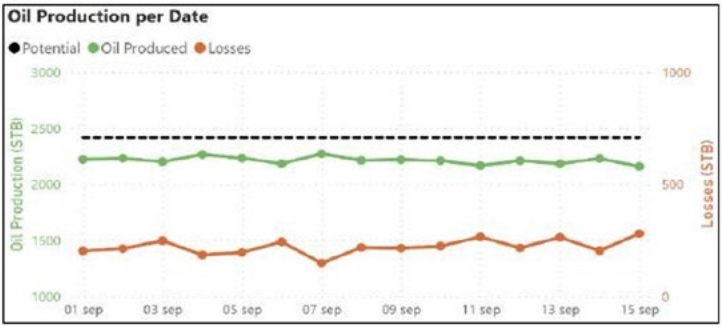
Excel también facilitará la generación de gráficos como:

- Gráficos de línea para ver la evolución de la producción en el tiempo.

- Gráficos de barras apiladas para comparar el volumen de petróleo y agua por pozo.
- Gráficos circulares para mostrar la participación de cada pozo en la producción total.

Estos elementos visuales brindan una manera sencilla y efectiva de presentar información técnica a personal no especializado o a niveles gerenciales.

Figura 8. Gráfico de Líneas de Excel, valores random de Oil Production.



Nota: Chiroque Gómez (2025).

Integración con Power BI para Reportes Interactivos

Importación de datos desde Excel o base de datos

Los datos almacenados en Excel o directamente en una base de datos conectada al sistema del aplicativo pueden ser utilizados en Power BI para crear reportes dinámicos

e interactivos. Power BI puede actualizar los reportes automáticamente en intervalos definidos o mediante una actualización manual del usuario.

Diseño de dashboards personalizados

Power BI permite crear dashboards visuales personalizados, en los que se pueden mostrar:

- Producción acumulada de petróleo en tiempo real.
- Comportamiento de variables como ganancias o pérdidas.

Estos dashboards se pueden filtrar por fechas, operadores, áreas, o cualquier otra dimensión contenida en los datos, haciendo que cada reporte se adapte al contexto de quien lo analiza.

Análisis cruzado y detección de patrones

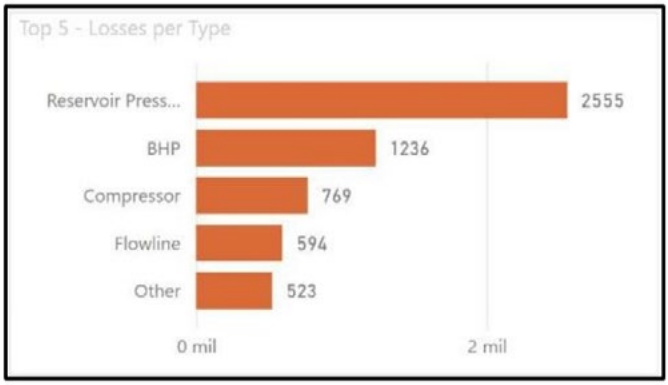
A través de las herramientas analíticas integradas, Power BI facilita el cruce de variables que normalmente no serían fáciles de comparar en Excel. Por ejemplo:

- Relacionar las perdidas por tipos de reservorio o por nivel.

- Detectar anomalías o caídas repentinas de producción y correlacionarlas con eventos registrados.

Estos análisis avanzados permiten tomar decisiones más informadas, proactivas y basadas en evidencia.

Figura 9. Gráfico de Barras de Power BI, valores random de relación Losses per Type.



Nota: Chiroque Gómez (2025).

Acceso remoto y multiplataforma

Otra ventaja significativa de Power BI es que sus reportes pueden ser accedidos desde cualquier dispositivo con conexión a internet (PC, tablet, smartphone). Esto significa que ingenieros, supervisores o gerentes podrán revisar los reportes operativos en tiempo real desde cualquier ubicación, facilitando la supervisión remota.

Diagrama de Flujo del Aplicativo

Para representar la lógica del funcionamiento del sistema, se elaboró un diagrama de flujo, el cual permite visualizar de manera estructurada cómo se da la navegación dentro del aplicativo y cómo se organizan sus funcionalidades principales.

Este diseño fue fundamental para establecer los pasos que seguirá el usuario desde su ingreso al sistema hasta la generación de reportes, pasando por el registro y consulta de datos. A continuación, se describe de forma secuencial el flujo general del aplicativo:

Inicio del aplicativo

- Pantalla de bienvenida
- Opciones: [Iniciar sesión] o [Registrarse]

Autenticación

- Registro: Usuario ingresa nombre, email, contraseña → Se crea cuenta
- Ingreso: Usuario introduce credenciales → Verificación

Acceso al menú principal

Acceso a los módulos:

- Operations
- Layers
- Components
- Reports

Módulo Operations

- Selección de submódulos: Well Test, Injectors, Losses, etc.
- Opciones: Nuevo registro / Visualizar datos / Editar

Módulo Layers

- Submódulos: Blocks, Fields, Formations
- Acciones: Crear / Ver / Editar

Módulo Components

- Submódulos: Platforms, Completions, Compressors
- Acciones: Crear / Ver / Editar

Módulo Reports

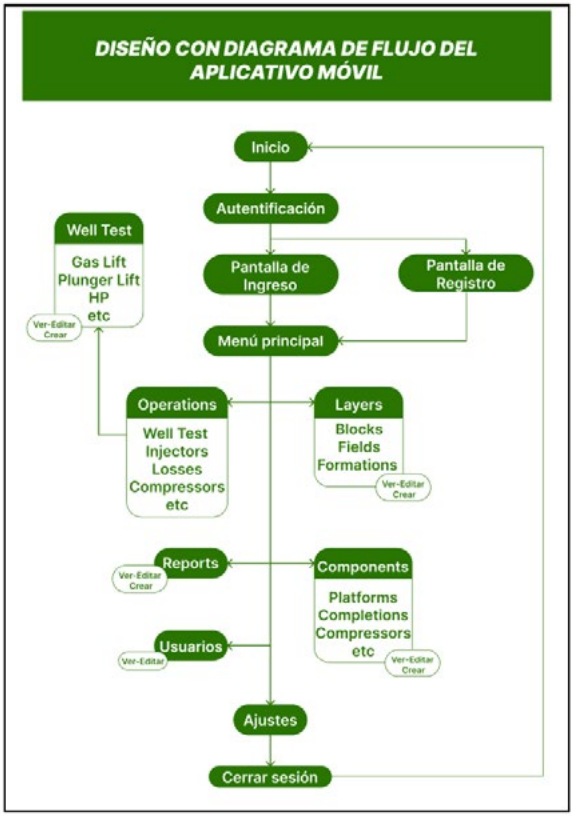
- Visualización de reportes
- Filtros por fechas y categorías
- Generación de gráficos

Configuración y ajustes

- Cambios en cuenta, contraseña, política de privacidad

Cierre de sesión o salida de la app

Figura 10. Diagrama de Flujo



Nota: Chiroque Gómez (2025).

Arquitectura Funcional (Backend)

El backend del aplicativo es la estructura lógica y técnica que permite que todo lo diseñado en Figma funcione correctamente cuando se convierte en una aplicación real. Este componente se encarga de gestionar las operaciones

internas, el almacenamiento de datos, la seguridad y la interacción con el usuario. A continuación, se detalla paso a paso qué debe implementar un programador para hacer realidad este diseño:

Configuración del servidor backend

Primero, se debe seleccionar el entorno tecnológico que se usará. Algunas opciones comunes incluyen:

- Node.js con Express
- Python con Flask o Django
- PHP con Laravel

Una vez elegido, se procede a:

- Crear el servidor.
- Configurar las rutas base de la API.
- Habilitar el uso de JSON en solicitudes y respuestas.

Diseño de la base de datos

El backend necesita una base de datos para almacenar toda la información que el usuario registra desde la app. Se recomienda usar:

- PostgreSQL, MySQL o MongoDB (si se prefiere base de datos NoSQL).

Las tablas o colecciones mínimas que deben implementarse son:

- Usuarios
- Layers
- Components
- Operations
- Daily Reports

Cada una debe tener campos como: id, fecha, nombre, usuario, observaciones, entre otros según el módulo.

Autenticación y gestión de usuarios

Implementar un sistema seguro de:

- Registro de usuario
- Inicio de sesión con token (JWT o sesiones)
- Recuperación o cambio de contraseña
- Roles de usuario (operador, administrador, etc.)
  Esto se traduce en rutas como:
- POST /register
- POST /login
- GET /users
- PUT /users/:id

Creación de endpoints para cada módulo

Cada pantalla de tu diseño en Figma necesita una API para funcionar. Por ejemplo:
Para el módulo “Gas Lift”:

- GET /gaslift → Lista de entradas
- POST /gaslift → Nuevo registro
- PUT /gaslift/:id → Editar

- DELETE /gaslift/:id → Eliminar si es necesario
  Esto debe repetirse para cada módulo:
- Injectors
- Losses
- Compressors
- Platforms
- Reports
- Layers, etc.

Validación de datos
Antes de guardar o editar datos, se deben implementar controles para:

- Evitar duplicidad
- Verificar que los campos estén completos
- Limitar caracteres donde sea necesario

Esto se puede hacer usando bibliotecas como Joi (Node.js) o validadores nativos en Django o Laravel.

Control de errores y respuestas
El backend debe responder de forma clara en todos los casos:

- Si un dato no se encuentra, enviar 404 Not Found
- Si se guarda exitosamente, enviar 200 OK o 201 Created
- Si hay errores del usuario, devolver 400 Bad Request
- Para errores del servidor, usar 500 Internal Server Error

Esto es importante para mostrar mensajes correctos en el frontend.

Seguridad

El backend debe proteger los datos:

- Cifrado de contraseñas con bcrypt o similar
- Control de acceso según rol de usuario
- Limitación de solicitudes (rate limiting)
- Uso de HTTPS y protección contra inyecciones SQL

Generación de reportes

Para que el módulo de reportes funcione:

- El backend debe agrupar datos por fecha, plataforma, pozo, etc.
- Enviar datos en formato JSON para ser graficados en el frontend
- Posiblemente generar gráficos con bibliotecas o exportar a PDF

Servicios adicionales (opcional)

- Respaldo de datos en la nube (G. Drive) o servidores externos.
- Sincronización offline–online si el operador no tiene señal.
- Notificaciones para recordatorios o anomalías de producción.

- Panel de administración web para usuarios avanzados.

Integración con el frontend

El programador deberá conectar cada botón o formulario del diseño de Figma con las APIs del backend. Esto se hace generalmente con fetch (JavaScript) o librerías como Axios, y frameworks móviles como Flutter, React Native o Android Studio (Java/Kotlin).

Este apartado de arquitectura funcional (backend) proporciona una guía clara y ordenada sobre cómo debe programarse toda la lógica interna del aplicativo, con base en su diseño visual. De esta forma, no solo se asegura el cumplimiento del diseño funcional, sino también la fiabilidad, seguridad y escalabilidad del sistema en entornos reales.

Simulación de uso del aplicativo móvil usando el software figma

Descripción de cada sección del diseño

A continuación, se describe paso a paso la navegación y funcionalidad de cada pantalla (frame) que compone la interfaz del sistema.

Pantalla de Inicio

- Al abrir el aplicativo, el usuario observa una pantalla de bienvenida con el logo de la app.
- Esta pantalla es breve y da paso automáticamente al login.

Figura 11. Pantalla de Inicio



Nota: Chiroque Gómez (2025).

Pantalla de Autenticación (Login)

- El usuario debe ingresar su correo electrónico y contraseña.
- Botón de acceso: “Ingresar”.
- También se incluye un enlace para “Registrarse”.
- La pantalla del registro se debe ingresar sus datos para poder obtener acceso.

Figura 12. Pantalla de Ingreso



Nota: Chiroque Gómez (2025).

Figura 13. Pantalla de Registro



Nota: Chiroque Gómez (2025).

Pantalla Principal (Menú)

Luego del login, se accede al menú principal, donde se presentan las cuatro secciones clave:

- Operaciones
- Capas
- Componentes
- Reportes

Cada botón tiene un ícono y nombre correspondiente.

Figura 14. Pantalla Principal (Menú)



Nota: Chiroque Gómez (2025).

Módulo: operaciones

Este módulo agrupa seis submódulos clave:

- Well Tests (pruebas de pozo)
- Injectors
- Losses (pérdidas)
- Compressors
- Tank Stock
- Daily Allocation

Figura 15. Pantalla de Operaciones



Nota: Chiroque Gómez (2025).

Figura 16. Pantalla de Well Test



Nota: Chiroque Gómez (2025).

Cada submódulo tiene su propia pantalla con las siguientes funciones:

- Botón “+” para agregar nuevo registro.
- Sección “Search” `para buscar un registro en específico.
- Lista de registros anteriores con opción de ver, editar o eliminar.

Figura 17. Pantalla de lista de registros



Nota: Chiroque Gómez (2025).

Figura 18. Pantalla de nuevo registro



Nota: Chiroque Gómez (2025).

Figura 19. Pantalla de ver registros



Nota: Chiroque Gómez (2025).

Figura 20. Pantalla de editar registro



Nota: Chiroque Gómez (2025).

Figura 21. Pantalla de editar registro



Nota: Chiroque Gómez (2025).

Módulo: capas

Incluye tres secciones:

- Blocks
- Fields
- Formations

Figura 22. Pantalla Layers



Nota: Chiroque Gómez (2025).

Cada una permite:

- Crear nuevas capas geológicas o de producción.
- Editar capas existentes.
- Consultar información asociada a cada capa.

Figura 23. Pantalla de lista de registros(B)



Nota: Chiroque Gómez (2025).

Figura 24. Pantalla de nuevo registro(B)



Nota: Chiroque Gómez (2025).

Figura 25. Pantalla de ver registros(B)



Nota: Chiroque Gómez (2025).

Figura 26. Pantalla de editar registro(B)



Nota: Chiroque Gómez (2025).

Módulo: componentes

Compuesto por:

- Platforms
- Completions
- Compressors

Figura 27. Pantalla Components



Nota: Chiroque Gómez (2025).

Funciones disponibles:

- Registro de nuevas plataformas, completamientos o compresores.
- Consulta detallada de cada elemento.
- Actualización de datos según el pozo o bloque.

Cada submódulo tiene su propia pantalla con las siguientes funciones:

- Botón “+” para agregar nuevo registro.
- Sección “Search” `para buscar un registro en específico.
- Lista de registros anteriores con opción de ver, editar o eliminar.

Figura 28. Pantalla de lista de registros(C)



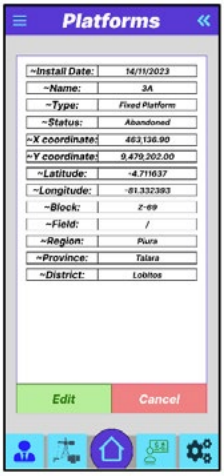
Nota: Chiroque Gómez (2025).

Figura 29. Pantalla de nuevo registro(C)



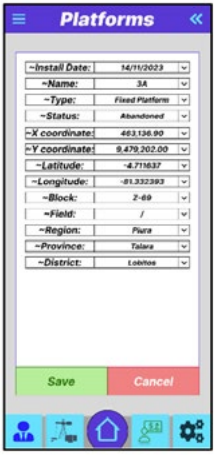
Nota: Chiroque Gómez (2025).

Figura 30. Pantalla de ver registros(C)



Nota: Chiroque Gómez (2025).

Figura 31. Pantalla de editar registro(C)



Nota: Chiroque Gómez (2025).

Módulo: reportes

- Es el módulo más visual e interactivo.
- Permite seleccionar diferentes filtros: fecha, pozo, tipo de operación, etc.
- Los datos se proyectan en:
  - » Gráficos de líneas o barras
  - » Tablas
  - » Resúmenes diarios o mensuales
- También se puede **exportar la información a Excel**.

Figura 32. Pantalla de Reportes



Nota: Chiroque Gómez (2025).

Figura 33. Pantalla de lista de reportes



Nota: Chiroque Gómez (2025).

Figura 34. Pantalla de nuevo reporte



Nota: Chiroque Gómez (2025).

Figura 35. Pantalla de ver reporte



Nota: Chiroque Gómez (2025).

Menú Lateral (Navegación Interna)

- Presente en todas las pantallas.
- Permite moverse rápidamente entre módulos o cerrar sesión.
- Botones: “Inicio”, “Operaciones”, “Capas”, “Componentes”, “Reportes”, “Cerrar Sesión”.

Figura 36. Pantalla Menú Lateral



Nota: Chiroque Gómez (2025).

Lista de usuarios

- Este módulo está orientado a la administración de accesos y cuentas.
- Contiene una lista con todos los usuarios registrados en el sistema, presentando:
- Nombre completo, correo electrónico, rol asignado (ej. operador, supervisor, administrador)

Figura 37. Pantalla Lista de Usuarios



Nota: Chiroque Gómez (2025).

- Funcionalidades:
    * Editar o eliminar usuarios existentes
    * Asignar o modificar roles
- Este panel probablemente esté reservado para usuarios con privilegios de administración.

Figura 38. Pantalla de ver usuario



Nota: Chiroque Gómez (2025).

Figura 39. Pantalla de editar usuario



Nota: Chiroque Gómez (2025).

Configuraciones

- Sección enfocada en parámetros generales del sistema.
- Permite al usuario: Cambiar de cuenta, informar un problema, etc.
- Esta sección aporta flexibilidad y personalización al aplicativo.

Figura 40. Pantalla de configuraciones



Nota: Chiroque Gómez (2025).

Ventanas de confirmación

- Al guardar o eliminar información, aparecen mensajes emergentes de confirmación:

  - » “¿Desea guardar los cambios?”
  - » “Registro con éxito”

- Esto mejora la experiencia de usuario y reduce errores.

Diseño Consistente y Adaptativo

- Toda la interfaz respeta una misma paleta de colores (azul, gris, blanco, etc), tipografías claras y tamaños adecuados.
- El diseño es responsive, adaptado para teléfonos móviles con pantalla vertical.

Esta simulación ayuda a validar la experiencia del usuario, identificar mejoras antes de la programación y facilitar el trabajo del desarrollador.

Discusión

Los resultados obtenidos a través del diseño y simulación del aplicativo móvil evidencian una solución viable y práctica para abordar una de las principales deficiencias identificadas en las baterías de producción: la recolección y procesamiento manual de datos operativos, lo cual representa una fuente constante de errores, pérdidas económicas y lentitud en la toma de decisiones.

Visto esto, en nuestro caso se plantea la necesidad de un aplicativo móvil adaptado a las condiciones operativas del sector petrolero, que no solo permita ingresar información de manera digitalizada, sino que también posibilite procesarla y presentarla en forma de reportes gráficos y tabulares en tiempo real. Esta aproximación busca eliminar procesos burocráticos e ineficientes, mejorando la trazabilidad de datos y facilitando la gestión operativa.

En la tesis desarrollada por Sánchez (2022), se destaca el impacto positivo de un aplicativo móvil diseñado para la gestión comercial del gas licuado de petróleo (GLP), argumentando que "la implementación de la herramienta tecnológica permite registrar la venta en cualquier lugar del territorio nacional, a diferencia de otros productos que no proporcionan flexibilidad de movimiento"[4].

En ese mismo sentido, la app busca llevar esta ventaja operativa al ámbito de la producción petrolera, donde la movilidad y acceso inmediato a la información son claves.

Asimismo, "se evidencian limitaciones previas en la distribución tradicional de GLP, al depender de horarios de distribuidores móviles, provocando congestión, contaminación y esperas innecesarias. El uso de una aplicación, como se plantea allí, permite agilizar la logística del servi-

4 Implementación de una aplicación móvil en Android para la gestión de ventas. Disponible en: https://goo.su/Y4ocp73

cio gracias al soporte de plataformas como Firebase para autenticación y almacenamiento de datos"[5]. En analogía con esto, nuestra app emplea también una arquitectura basada en servicios en la nube y almacenamiento local seguro, siguiendo estándares similares pero adaptados a la operación petrolera.

Por otro lado, la tesis de la Universidad Estatal Península de Santa Elena (UPSE) demuestra "la relevancia de correlaciones PVT y herramientas digitales aplicadas al análisis de pozos y fluidos" 6[6] [6]. Aunque más técnica, esta tesis enfatiza que la automatización y digitalización son fundamentales para mejorar la precisión en los análisis y decisiones productivas, lo que respalda la importancia de contar con herramientas modernas como las de nuestra app para registrar y analizar en campo parámetros como producción, pruebas de pozo, pérdidas o niveles de tanque.

5 Desarrollo de una aplicación móvil en Android para la adquisición de gas licuado. Disponible en: https://acortar.link/Wr4FTv

6 Diseño de un software para el análisis de PVT de petróleo negro. Disponible en: https://acortar.link/rRzqaz

Propuesta de un aplicativo móvil en una batería de producción

Las baterías de producción en la industria petrolera enfrentan, desde hace décadas, desafíos operativos que afectan directamente la eficiencia del proceso, la integridad de la información y la rentabilidad de las operaciones. En particular, la recolección manual de datos, el uso de registros físicos y la falta de herramientas digitales adaptadas al contexto del campo siguen siendo una constante en muchas operaciones. Esto genera duplicidad de información, errores en los registros, pérdida de datos críticos y retrasos en la toma de decisiones.

Frente a esta realidad, se plantea como propuesta la implementación de un aplicativo móvil, orientado a transformar el modo en que los operadores recogen, almacenan, procesan y analizan la información en una batería de producción. Este aplicativo ha sido diseñado específicamente para el entorno petrolero, considerando las necesidades reales del personal en campo, así como las condiciones técnicas y operativas de la industria.

No es una aplicación genérica; es una herramienta especializada, concebida para cubrir funciones críticas como:

- El ingreso estructurado de datos de pruebas de pozo.
- El monitoreo de compresores, inyectores, niveles de tanques y pérdidas operativas.

- La visualización de reportes generados automáticamente, con gráficos e indicadores clave.
- La administración jerárquica de capas y componentes del sistema productivo (plataformas, bloques, campos, formaciones, etc.).
- La gestión de usuarios y configuración de parámetros del sistema.

Lo innovador de esta propuesta es que no se limita a digitalizar formularios. La app incorpora funcionalidades que permiten analizar tendencias, realizar filtros, proyectar datos y emitir alertas, lo cual constituye una ventaja sustancial frente a los métodos tradicionales. Además, el aplicativo permite la exportación e importación de datos en formato Excel, garantizando compatibilidad con herramientas ya conocidas por el personal.

Otro aspecto esencial es que la aplicación se enfoca en la seguridad y confidencialidad de la información. Se propone el uso de autenticación por usuario, cifrado de contraseñas y almacenamiento seguro de datos tanto de tipo operativo como personal, asegurando que solo el personal autorizado pueda acceder a información sensible.

En ese sentido, responde directamente a una necesidad operativa y estratégica. Como ha sido evidenciado en otras tesis y proyectos relacionados con la industria del gas y petróleo, las soluciones móviles no solo agilizan los procesos, sino que elevan el estándar de control y trazabilidad. En nuestro caso, la propuesta no busca únicamente

modernizar una tarea, sino reestructurar por completo el sistema de captura y análisis de datos operativos en una batería de producción.

Asimismo, al ser una aplicación diseñada en base a los flujos reales del trabajo diario (simulados y validados en Figma), su implementación permitirá que los operadores cuenten con una herramienta intuitiva, eficiente y accesible desde cualquier dispositivo móvil, lo que repercute directamente en la optimización del tiempo y recursos, así como en una toma de decisiones más ágil y fundamentada.

La propuesta representa una apuesta por la innovación, la eficiencia y el fortalecimiento tecnológico en uno de los procesos más sensibles de la industria petrolera. Su implementación no solo es deseable: es necesaria para reducir pérdidas, mejorar la calidad del dato, y preparar el entorno operativo para los nuevos estándares digitales del sector energético.

Comparación entre el método tradicional y el aplicativo

Tabla 1. Comparación entre el método tradicional y el aplicativo

Aspecto	Método tradicional (papel/Excel)	(App móvil)
Registro de datos	Manual y fragmentado	Digital y centralizado
Disponibilidad de la información	Limitada (semanal o diaria)	En tiempo real
Seguridad de los datos	Alta vulnerabilidad	Cifrado y autenticación
Trazabilidad de la información	Difusa o ausente	Completa y por usuario
Análisis de tendencias	Manual y parcial	Automático y gráfico
Generación de reportes	Lenta y dependiente del analista	Automática e instantánea

Nota: Chiroque Gómez (2025).

Capítulo 5

La economía política del dato operativo. Una relectura crítica de la transformación digital en baterías de producción

La dimensión política de la captura de datos en instalaciones de producción

La lectura integral de los hallazgos presentados en los capítulos precedentes permite identificar una tensión fundamental que atraviesa todo el fenómeno de la transformación digital en las baterías de producción petrolera. Esta tensión no se reduce a la clásica oposición entre tecnología y tradición, ni se agota en la identificación de barreras técnicas u organizacionales que dificultan la adopción de nuevas herramientas. Por el contrario, un análisis más profundo revela que lo que está en juego es una verdadera economía política del dato operativo, un sistema de relaciones, incentivos y poderes que determina quién captura la información, cómo se valida, quién accede a ella y, en última instancia, quién se beneficia de su utilización. El presente capítulo propone una relectura crítica de los hallazgos de esta investigación desde esta perspectiva, argumentando que la comprensión cabal de los desafíos de la gestión de datos en baterías de producción exige trascender el análisis técnico para adentrarse en el terreno de las relaciones sociales y organizacionales que configuran la producción, circulación y uso del conocimiento operativo.

La observación de las rutinas de trabajo de los operadores de baterías de producción revela que la preferencia por

los métodos tradicionales de captura de datos no obedece a una resistencia irracional al cambio tecnológico, sino a una evaluación implícita de los costos y beneficios que cada alternativa representa en el contexto específico de su trabajo diario. Los operadores que registran datos en bitácoras de papel o en formatos digitales básicos no lo hacen por desconocimiento de las alternativas disponibles ni por una supuesta incapacidad de adaptación, sino porque los métodos tradicionales satisfacen una serie de necesidades operativas que las soluciones digitales mal diseñadas no logran cubrir. Entre estas necesidades destacan la continuidad ininterrumpida de la operación, la tolerancia a fallos en entornos remotos y la reducción de la carga cognitiva durante las rondas de inspección. Estos hallazgos, consistentes con la literatura sobre adopción tecnológica en entornos industriales hostiles, sugieren que la resistencia a la digitalización no es el problema, sino la señal de un problema más profundo que reside en el diseño de las soluciones propuestas y en la economía de incentivos que las sustenta.

La dinámica cotidiana de un operador de batería de producción se caracteriza por una tensión constante entre la exhaustividad del registro y la presión por completar múltiples tareas en ventanas de tiempo limitadas. Un operador típico debe verificar el estado de pozos individuales, registrar presiones de cabecera, monitorear niveles de tanques, inspeccionar separadores y compresores,

y documentar cualquier anomalía observada. Cada una de estas actividades compite por la atención y el tiempo del operador en un entorno donde la interrupción de una ruta programada puede tener consecuencias operativas significativas. En este contexto, los métodos tradicionales ofrecen una ventaja paradójica que las soluciones digitales raramente reconocen: son tolerantes al error en el sentido de que un registro ilegible o incompleto puede ser reconstruido posteriormente mediante la memoria o la consulta verbal, mientras que un sistema digital que falla en el momento de la captura puede generar una pérdida de datos más difícil de remediar. Esta tolerancia a fallos no es un defecto que deba ser eliminado, sino una propiedad funcional que debe ser preservada en cualquier solución que pretenda reemplazar los métodos existentes.

La literatura sobre transformación digital en la industria de hidrocarburos ha identificado que las iniciativas exitosas comparten una característica común que trasciende la sofisticación tecnológica de las soluciones implementadas: la capacidad de comprender y respetar las racionalidades operativas existentes, construyendo sobre ellas en lugar de pretender suprimirlas (Liu, 2026). Los estudios de caso sobre implementación de tecnologías digitales en campos maduros revelan que el fracaso de muchas iniciativas se explica por la incapacidad de los diseñadores para reconocer que los métodos tradicionales no son simplemente obstáculos para superar, sino adaptaciones funcio-

nales a un sistema de incentivos que privilegia la continuidad operativa sobre la optimización. Esta constatación invita a reformular el problema de la adopción tecnológica no como una cuestión de superación de resistencias, sino como una cuestión de alineación de incentivos entre los objetivos de la organización y las necesidades de los operadores.

La evidencia empírica recogida en esta investigación confirma que los operadores emplean estrategias sofisticadas de gestión de la información en papel, incluyendo códigos personales de anotación, sistemas de verificación cruzada y protocolos informales de comunicación con turnos sucesivos, que representan adaptaciones funcionales a las limitaciones de sus herramientas actuales. Estas estrategias no son simples residuos de prácticas obsoletas, sino formas de conocimiento tácito que encapsulan años de experiencia y que constituyen un activo organizacional que cualquier solución digital debería preservar y potenciar. La pregunta que se plantea, entonces, no es cómo eliminar estas prácticas para imponer un sistema digital estandarizado, sino cómo diseñar una solución que las reconozca, las integre y las potencie, ofreciendo a los operadores beneficios tangibles que justifiquen el costo de aprendizaje y adaptación involucrado en la transición.

La fragmentación como estructura de poder y la resistencia a la integración

La fragmentación de la información operativa que caracteriza a las baterías de producción no es un simple problema técnico de interoperabilidad entre sistemas, sino la manifestación de una estructura organizacional que ha distribuido el control sobre los datos entre diferentes funciones y jerarquías. Los datos de producción de un pozo residen en el sistema de fiscalización, los registros de mantenimiento de un compresor en el software de gestión de activos y las observaciones de campo en bitácoras manuscritas que raramente se transcriben a formato digital. Esta distribución no es aleatoria ni accidental: responde a una lógica organizacional que ha asignado a cada función la responsabilidad sobre un aspecto específico de la operación y ha dotado a cada una de las herramientas necesarias para cumplir con esa responsabilidad, sin que exista un marco unificador que garantice la integración de la información resultante. El resultado es un ecosistema de información donde cada función controla su porción del dato y donde la integración requiere negociaciones, acuerdos y protocolos que raramente se formalizan.

Esta estructura de poder se manifiesta en las dificultades cotidianas para obtener una visión integrada del estado del sistema productivo. Los supervisores que necesitan

correlacionar la presión de un pozo con la frecuencia de mantenimiento de la bomba que lo asiste deben solicitar la información a diferentes departamentos, esperar respuestas que a menudo llegan con retrasos significativos y realizar la integración de manera manual, con los riesgos de error que ello implica. Los ingenieros de producción que necesitan evaluar el impacto de una intervención en el comportamiento del yacimiento deben acceder a datos que residen en sistemas separados y que raramente están sincronizados temporalmente. La fragmentación no solo genera ineficiencias administrativas, sino que limita severamente la capacidad analítica de la organización, impidiendo la construcción del conocimiento integrado que se requiere para optimizar las operaciones y anticipar problemas.

La superación de esta fragmentación requiere un enfoque que combine estandarización técnica con transformación organizacional. No basta con definir protocolos de interoperabilidad entre sistemas; es necesario transformar los procesos de trabajo que generan la fragmentación en primer lugar, redefiniendo las responsabilidades sobre la captura y el uso de la información operativa. La experiencia de consolidación de datos en centros de recursos unificados, como el desarrollado por Sinopec en su sector upstream, ilustra tanto la magnitud del desafío como los beneficios potenciales: la creación de un catálogo estructurado de recursos de datos que abarca nueve dominios

temáticos y la implementación de plataformas dedicadas de control de calidad y gestión de servicios permitieron desmantelar los silos de información y habilitar el intercambio efectivo de datos entre aplicaciones (Liu, 2026). Esta transformación no fue meramente técnica, sino que requirió una redefinición de las responsabilidades, los flujos de trabajo y los incentivos que determinaban el comportamiento de los actores involucrados.

El aplicativo móvil propuesto en esta investigación contribuye a la superación de la fragmentación al establecer un punto único de captura para múltiples tipos de datos operativos, creando las condiciones técnicas para la integración posterior con sistemas de gestión y análisis. Sin embargo, el éxito de esta contribución depende de la capacidad de la organización para acompañar la implementación tecnológica con una transformación de los procesos y las estructuras que han perpetuado la fragmentación histórica. Sin esta transformación complementaria, el aplicativo corre el riesgo de convertirse en una herramienta más que añade datos a un ecosistema ya fragmentado, sin resolver el problema de fondo que limita la capacidad analítica de la organización. La fragmentación, en definitiva, no se resuelve únicamente con tecnología, sino con una reconfiguración de las relaciones de poder que determinan quién controla qué información y en qué condiciones la comparte.

La reconfiguración de las relaciones de poder mediante la transparencia y la colaboración

El diseño de un aplicativo móvil como el propuesto en esta investigación tiene el potencial de reconfigurar las relaciones de poder que configuran la economía política del dato operativo, generando nuevas dinámicas de transparencia y colaboración que beneficien simultáneamente a operadores, supervisores y a la organización en su conjunto. Este potencial se manifiesta en tres dimensiones interrelacionadas que merecen un análisis detenido. La primera dimensión se refiere al empoderamiento del operador mediante el acceso a información contextual que le permite comprender mejor el impacto de sus acciones y tomar decisiones más informadas. La segunda dimensión se refiere a la transformación de la supervisión mediante la disponibilidad de datos en tiempo real que habilitan una gestión más proactiva y basada en evidencia. La tercera dimensión se refiere a la construcción de una cultura de datos que valora la información como un activo estratégico y que reconoce la contribución de cada actor a la calidad del conocimiento organizacional.

El empoderamiento del operador constituye una de las contribuciones más significativas del aplicativo propuesto, aunque con frecuencia se pasa por alto en los análisis técnicos de este tipo de soluciones. La posibilidad de que

el operador consulte el historial de un pozo o un equipo antes de realizar una intervención, de que acceda a información contextual sobre el estado del sistema productivo en su conjunto, de que reciba alertas tempranas sobre desviaciones de los parámetros normales de operación, transforma radicalmente su capacidad de acción y su posición en la organización. El operador deja de ser un simple ejecutor de tareas prescritas para convertirse en un actor informado que contribuye activamente a la optimización de las operaciones. Esta transformación no solo mejora la calidad de las decisiones técnicas, sino que también eleva la satisfacción laboral y el compromiso del personal, factores que inciden directamente en la sostenibilidad de cualquier iniciativa de transformación digital.

La transformación de la supervisión constituye otra contribución significativa del aplicativo propuesto. La disponibilidad de datos en tiempo real que habilitan los dashboards interactivos y los reportes automáticos permite a los supervisores ejercer su función de control de manera más proactiva y basada en evidencia, identificando tendencias y detectando anomalías con una oportunidad que los métodos manuales no pueden ofrecer. La supervisión deja de ser una actividad reactiva que se ejerce a posteriori, cuando los problemas ya se han materializado, para convertirse en una actividad proactiva que anticipa y previene. Esta transformación no solo mejora la eficiencia operativa, sino que también reduce la exposición al riesgo

y libera recursos que pueden ser reasignados a actividades de mayor valor agregado. La supervisión basada en datos no reemplaza el juicio profesional de los supervisores, sino que lo potencia al proporcionarles información más completa y oportuna sobre la cual fundamentar sus decisiones.

La construcción de una cultura de datos constituye la dimensión más profunda y transformadora del aplicativo propuesto, aunque también la más difícil de alcanzar. La disponibilidad de información precisa y oportuna no genera automáticamente una cultura de datos; se requiere un proceso continuo de capacitación, retroalimentación y reconocimiento del valor de la información como activo estratégico. La organización que aprende a valorar sus datos como un activo estratégico desarrolla capacidades analíticas que le permiten anticipar problemas, optimizar recursos y mantener una ventaja competitiva sostenible en un mercado cada vez más exigente. Esta transformación cultural no se logra mediante la implementación de herramientas tecnológicas, sino mediante un cambio profundo en las mentalidades y las prácticas que solo puede ser promovido mediante el liderazgo, la comunicación y el ejemplo. La cultura de datos, en última instancia, es una cultura de transparencia, colaboración y responsabilidad compartida que trasciende la tecnología para convertirse en un atributo organizacional.

La sostenibilidad de la transformación digital como proceso continuo

La transformación digital de la gestión de datos en baterías de producción no es un proyecto con un principio y un fin definidos, sino un proceso continuo de aprendizaje, adaptación y mejora que requiere el compromiso sostenido de todos los actores involucrados. La experiencia de implementación de soluciones tecnológicas en entornos industriales complejos demuestra que el éxito no se mide por la sofisticación de la herramienta implementada, sino por su capacidad de mantenerse relevante y útil a lo largo del tiempo, adaptándose a las cambiantes condiciones operativas y tecnológicas. La sostenibilidad de la transformación digital depende de factores como la existencia de un equipo responsable del mantenimiento y evolución de la solución, la asignación de recursos para la capacitación continua de los usuarios y la existencia de canales de retroalimentación que permitan incorporar las lecciones aprendidas en el diseño de futuras versiones.

La documentación exhaustiva del diseño del aplicativo, incluyendo las especificaciones funcionales, la arquitectura técnica y las decisiones de diseño adoptadas, constituye un activo invaluable que reduce los riesgos de interpretación errónea y facilita la incorporación de nuevos desarrolladores al proyecto en etapas posteriores. La claridad en

la especificación de los requerimientos funcionales y no funcionales permite que el equipo de desarrollo comprenda cabalmente las expectativas de los usuarios y las restricciones técnicas que deben respetarse. El modularidad de la arquitectura, por su parte, permite la incorporación de nuevos módulos y funcionalidades sin necesidad de rediseñar la solución desde cero, facilitando la evolución del sistema en respuesta a las cambiantes necesidades de la operación.

La alineación con estándares internacionales como ISO 14224, sobre recopilación de datos de confiabilidad en la industria petrolera, e ISO/IEC 27001, sobre seguridad de la información, no es un requisito burocrático, sino una garantía de calidad y una inversión en la sostenibilidad de la solución a largo plazo. La adopción de buenas prácticas internacionalmente reconocidas reduce los riesgos de fallo, facilita la auditoría y mejora la reputación de la organización ante sus stakeholders. La conformidad con estándares como ISO 14224 facilita la comparación de los datos de confiabilidad con benchmarks de la industria y permite la implementación de estrategias de mantenimiento basadas en la experiencia acumulada del sector. La seguridad de la información, por su parte, no es una característica opcional que pueda ser añadida a posteriori, sino un requisito fundamental que condiciona la arquitectura del sistema desde sus etapas iniciales.

La sostenibilidad de la transformación digital también depende de la capacidad de la organización para aprender de la experiencia y adaptar sus prácticas en función de los resultados obtenidos. La implementación de mecanismos de monitoreo y evaluación que permitan medir el impacto de la solución en los indicadores operativos y en la satisfacción de los usuarios constituye una práctica recomendada que facilita la identificación de áreas de mejora y la justificación de inversiones adicionales. La retroalimentación directa de los operadores, recogida mediante encuestas, entrevistas o grupos focales, proporciona información valiosa sobre la usabilidad de la herramienta y las necesidades no satisfechas que deben ser abordadas en futuras versiones. La gestión del cambio, en definitiva, no termina con la implementación de la solución, sino que continúa a lo largo de todo su ciclo de vida.

Capítulo 6

Síntesis de hallazgos y proyección de la solución propuesta hacia su implementación operativa

La transformación de la captura de datos en campo

El trabajo realizado permitió materializar el diseño de un aplicativo móvil orientado a optimizar los procesos de recolección, procesamiento y análisis de datos operacionales en baterías de producción petrolera. Esta herramienta responde a una necesidad largamente sentida en el sector: la modernización de métodos tradicionales que, aunque funcionales en su momento, hoy se revelan insuficientes para las demandas de eficiencia, seguridad y trazabilidad que caracterizan a las operaciones contemporáneas. La posibilidad de que los operadores registren información en tiempo real, con validación automática que reduce la incidencia de errores manuales, y accedan a herramientas de análisis digitalizado que facilitan la toma de decisiones estratégicas en campo, constituye un avance cualitativo respecto a las prácticas vigentes. La evidencia recogida durante el diagnóstico sugiere que esta transformación no solo mejorará los indicadores operativos, sino que también elevará la calidad de vida laboral de los operadores al liberarlos de tareas repetitivas de bajo valor agregado. La reducción del tiempo dedicado a la transcripción manual de datos, la eliminación de la duplicación de registros y la disponibilidad inmediata de información histórica para la consulta en campo son factores que contribuyen directamente a la mejora de la experiencia labo-

ral de los operadores, quienes pueden dedicar más tiempo a actividades de inspección, mantenimiento preventivo y optimización de procesos.

La arquitectura funcional del sistema diseñado permite el ingreso estructurado de información operativa mediante formularios móviles intuitivos que eliminan la dependencia de registros en papel o formatos no estandarizados. Este avance representa una mejora sustancial en la organización y calidad de los datos recolectados, asegurando que la información se almacene de forma clara, uniforme y sin los retrasos inherentes a la transcripción posterior. La estandarización de los formatos de captura no solo facilita el análisis posterior, sino que también reduce la ambigüedad en la interpretación de los datos y mejora la comparabilidad entre diferentes períodos y unidades de operación. La experiencia de implementación de sistemas similares en otros contextos industriales sugiere que la estandarización de la captura es una condición necesaria para la construcción de series históricas confiables que permitan el análisis de tendencias y la detección temprana de desviaciones. Los formularios inteligentes incorporan validaciones en tiempo real que alertan al operador cuando los valores ingresados se encuentran fuera de los rangos esperados o son inconsistentes con registros anteriores, previniendo así la propagación de errores que podrían distorsionar los análisis posteriores.

La validación automática de datos en el punto de captura constituye una de las innovaciones más significativas del sistema propuesto. A diferencia de los métodos tradicionales, donde la detección de errores depende de la revisión posterior y a menudo se produce cuando el daño potencial ya se ha materializado, el aplicativo verifica la consistencia de la información en el momento mismo del ingreso. Esta validación incluye la verificación de rangos operativos para cada variable, la comprobación de la coherencia entre datos relacionados y la detección de valores atípicos que podrían indicar anomalías en el proceso de medición o en el comportamiento del equipo. La retroalimentación inmediata al operador le permite corregir el error en el momento, evitando la necesidad de repetir la medición o de generar registros que posteriormente deban ser corregidos. La experiencia de implementación de sistemas de captura digital en otras industrias ha demostrado que la validación en tiempo real puede reducir la tasa de errores en los datos recolectados en porcentajes significativos, mejorando la calidad de la información que alimenta los procesos de toma de decisiones.

La superación de la fragmentación mediante la integración modular

La integración de múltiples puntos de origen de información técnica a través de los distintos módulos del

aplicativo representa un avance significativo en la superación de la fragmentación que históricamente ha caracterizado la gestión de datos en el sector. La posibilidad de acceder a información sobre plataformas, pruebas de pozo, formaciones geológicas, compresores y otros componentes del sistema productivo desde un único punto de consulta transforma radicalmente la capacidad analítica de la organización. Los datos que antes residían en silos aislados ahora pueden correlacionarse para revelar patrones causales, identificar oportunidades de optimización y anticipar fallas antes de que ocurran. Esta unificación no solo mejora la trazabilidad de las operaciones, sino que también sienta las bases para la implementación de modelos predictivos y sistemas de soporte a la decisión basados en inteligencia artificial.

El diseño de la aplicación contempla el acceso y visualización instantánea de los datos ingresados, así como la consulta de registros históricos, lo que permite a los operadores monitorear sus operaciones sin depender de intermediarios, correos electrónicos o reportes impresos. Esta autonomía operativa promueve una cultura de responsabilidad y eficiencia en la supervisión de las unidades de trabajo, al tiempo que reduce la latencia entre la observación de un fenómeno y la toma de decisiones al respecto. La posibilidad de que el propio operador consulte el historial de un pozo o un equipo antes de reali-

zar una intervención constituye una herramienta de empoderamiento profesional que mejora la calidad de las decisiones técnicas y reduce la dependencia de personal especializado externo para interpretaciones básicas. La capacidad de acceder a información contextual sobre el estado del sistema productivo en su conjunto permite a los operadores comprender mejor el impacto de sus acciones individuales y tomar decisiones más informadas sobre la priorización de sus actividades.

La incorporación de funcionalidades para la generación automática de reportes con gráficos comparativos y tablas analíticas permite realizar seguimientos diarios, identificar tendencias y detectar desviaciones operativas con una oportunidad que los métodos manuales no pueden ofrecer. Los datos, previamente fragmentados y sin análisis, ahora pueden convertirse en información útil y accionable que alimenta los procesos de mejora continua y optimización de la producción. La capacidad de visualizar la evolución de la producción a lo largo del tiempo, comparar el desempeño de diferentes pozos y detectar anomalías en etapas tempranas constituye un activo estratégico que impacta directamente en la rentabilidad de las operaciones. La integración con herramientas ampliamente conocidas como Microsoft Excel y Power BI amplifica este impacto al permitir que los datos capturados en campo alimenten dashboards interactivos que pueden ser consultados por supervisores, ingenieros y gerentes desde cualquier ubicación con conexión a internet.

La generación automática de reportes elimina la dependencia de analistas especializados para la producción de informes rutinarios, liberando recursos humanos para actividades de mayor valor agregado. Los reportes generados por el sistema incluyen gráficos de tendencias, tablas comparativas y análisis de desviaciones que permiten a los supervisores identificar rápidamente las áreas que requieren atención. La posibilidad de exportar los datos en formatos estándar como Excel y CSV facilita la integración con otros sistemas de la organización y permite la realización de análisis adicionales por parte de equipos especializados. La trazabilidad de los datos se mantiene a lo largo de todo el ciclo de vida de la información, desde su captura en campo hasta su utilización en los procesos de toma de decisiones estratégicas, garantizando la integridad y la auditabilidad de los registros.

La seguridad como condición de posibilidad y las recomendaciones para la implementación

Durante el diseño de la arquitectura técnica se priorizó la seguridad de la información mediante la implementación de autenticación por usuario, cifrado de contraseñas y control de acceso basado en roles. Estas medidas garantizan que los datos personales y técnicos estén protegidos contra accesos no autorizados, alineándose con normas internacionales de seguridad de la in-

formación y respetando la confidencialidad operativa del entorno petrolero. La seguridad no fue concebida como una capa adicional superpuesta al diseño, sino como un requisito fundamental que condiciona la arquitectura del sistema desde sus etapas iniciales. La adopción de protocolos como HTTPS con TLS para la transmisión de datos, AES-256 para el almacenamiento en reposo y JWT para la gestión de sesiones constituye una respuesta proporcional a la sensibilidad de la información que se gestiona en una batería de producción. El control de acceso basado en roles permite definir permisos específicos para cada tipo de usuario, asegurando que los operadores puedan registrar y consultar datos sin acceder a funcionalidades administrativas reservadas a supervisores y administradores del sistema.

El entorno operativo de las baterías de producción puede implicar la presencia de gases inflamables o atmósferas potencialmente explosivas, lo que impone restricciones específicas sobre los dispositivos electrónicos que pueden utilizarse en estas áreas. Se recomienda que el aplicativo sea ejecutado exclusivamente en dispositivos móviles con certificación ATEX o IECEx, que garantizan que los equipos cumplen con los estándares de seguridad para operación en atmósferas explosivas. El uso de dispositivos no certificados podría representar un riesgo de ignición que ponga en peligro la integridad de los trabajadores y de

las instalaciones. Esta recomendación no es un obstáculo para la transformación digital, sino una condición de posibilidad que debe ser incorporada en la planificación de la implementación desde sus etapas más tempranas. La selección de dispositivos certificados debe complementarse con protocolos de uso que minimicen los riesgos asociados a la manipulación de equipos electrónicos en áreas clasificadas, incluyendo la capacitación de los operadores en el uso seguro de los dispositivos y la definición de procedimientos para el reporte de incidentes relacionados con su utilización.

Se recomienda al programador responsable del desarrollo que tome como base el diseño completo elaborado en Figma, así como las especificaciones funcionales y arquitectónicas detalladas en esta obra. El uso de esta información garantizará que el resultado final se alinee con las necesidades reales de los operadores y que se respeten criterios clave como la simplicidad de uso, la seguridad de los datos y la estructura modular del sistema. En caso de requerir ajustes técnicos, se sugiere mantener como opciones las recomendaciones planteadas en este documento, priorizando siempre la experiencia del usuario final y la sostenibilidad de la solución a largo plazo. La documentación exhaustiva del diseño constituye un activo invaluable que reduce los riesgos de interpretación errónea y facilita la incorporación de nuevos desarrolladores al proyecto en etapas posteriores. La claridad en la especificación de los

requerimientos funcionales y no funcionales permite que el equipo de desarrollo comprenda cabalmente las expectativas de los usuarios y las restricciones técnicas que deben respetarse.

Previo a una adopción masiva del aplicativo, se aconseja realizar una prueba piloto en una batería de producción real. Esta etapa permitirá identificar posibles ajustes en la interfaz o funcionalidades, así como evaluar la aceptación de los usuarios y la conectividad en zonas remotas. La retroalimentación directa del operador será clave para afinar detalles antes del lanzamiento completo. La prueba piloto debe diseñarse con una duración suficiente para que los usuarios se familiaricen con la herramienta y para que los evaluadores puedan recoger datos significativos sobre su desempeño en condiciones reales de operación. Los indicadores de éxito de la prueba piloto deben incluir métricas objetivas de eficiencia y precisión, así como medidas subjetivas de satisfacción y facilidad de uso percibida. La documentación sistemática de los resultados de la prueba piloto permitirá tomar decisiones informadas sobre los ajustes necesarios antes de la implementación definitiva.

Es fundamental garantizar que el aplicativo se mantenga actualizado con nuevas funcionalidades, corrección de errores y compatibilidad con versiones modernas de sistemas operativos móviles. Además, debe existir un canal

de soporte técnico que atienda las dudas de los usuarios y brinde soluciones rápidas ante cualquier fallo. La sostenibilidad de la solución depende de la existencia de un equipo responsable de su mantenimiento y evolución, así como de un presupuesto asignado para estas actividades. La experiencia demuestra que las soluciones tecnológicas que no cuentan con un plan de sostenibilidad adecuado tienden a degradarse rápidamente y a ser abandonadas por los usuarios, perdiéndose así la inversión realizada. La designación de un responsable funcional del aplicativo, encargado de canalizar las solicitudes de mejora y de coordinar con el equipo de desarrollo, constituye una práctica recomendada para garantizar la evolución continua de la herramienta.

La proyección del impacto esperado y las líneas de desarrollo futuro

El impacto esperado de la implementación del aplicativo trasciende la mera mejora de los indicadores operativos. La transformación digital de la gestión de datos en baterías de producción representa un cambio cultural profundo en la forma en que los operadores conciben su trabajo, en la manera en que los supervisores ejercen su función de control y en la forma en que la organización en su conjunto toma decisiones basadas en evidencia. La disponibilidad de información precisa y oportuna empo-

dera a los actores en todos los niveles de la organización, desde el operador que registra una lectura en campo hasta el gerente que define la estrategia de producción. La construcción de una cultura de datos no se logra únicamente mediante la implementación de herramientas tecnológicas, sino mediante un proceso continuo de capacitación, retroalimentación y reconocimiento del valor de la información como activo estratégico. La organización que aprende a valorar sus datos como un activo estratégico desarrolla capacidades analíticas que le permiten anticipar problemas, optimizar recursos y mantener una ventaja competitiva sostenible en un mercado cada vez más exigente.

Se sugiere que el desarrollo y posterior implementación del aplicativo se inspiren en normas internacionales como la ISO 14224, sobre recopilación de datos de confiabilidad en la industria petrolera, o la ISO/IEC 27001, sobre seguridad de la información. Esto asegurará que el sistema no solo cumpla su función operativa, sino que también respete estándares técnicos reconocidos internacionalmente, facilitando su aceptación por parte de los organismos reguladores y su integración con otros sistemas de la organización. La alineación con estos estándares no es un requisito burocrático, sino una garantía de calidad y una inversión en la sostenibilidad de la solución a largo plazo. La adopción de buenas prácticas internacionalmente re-

conocidas reduce los riesgos de fallo, facilita la auditoría y mejora la reputación de la organización ante sus stakeholders. La conformidad con estándares como ISO 14224 facilita la comparación de los datos de confiabilidad con benchmarks de la industria y permite la implementación de estrategias de mantenimiento basadas en la experiencia acumulada del sector.

La solución propuesta constituye un primer paso en un camino de transformación que requerirá ajustes, ampliaciones y adaptaciones a medida que las condiciones operativas y tecnológicas evolucionen. La arquitectura modular del aplicativo y la documentación exhaustiva de su diseño facilitan esta evolución al permitir la incorporación de nuevos módulos y funcionalidades sin necesidad de rediseñar la solución desde cero. La integración con herramientas de análisis avanzado, la incorporación de sensores IoT para la captura automática de datos y la implementación de modelos de inteligencia artificial para la predicción de fallas son algunas de las líneas de desarrollo futuro que se abren a partir de la base construida en esta investigación. El valor de la obra no radica únicamente en la solución concreta que propone, sino en el marco conceptual y metodológico que establece para abordar la transformación digital de la gestión de datos en la industria petrolera.

La incorporación de sensores IoT permitiría la captura automática de variables como presión, temperatura y caudal, eliminando la necesidad de que los operadores realicen lecturas manuales y reduciendo aún más la posibilidad de errores humanos. La implementación de modelos de inteligencia artificial para el análisis predictivo permitiría anticipar fallas en equipos críticos, optimizar los intervalos de mantenimiento y maximizar la vida útil de los activos. La integración con sistemas de gestión empresarial como ERP y con plataformas de análisis de datos como Power BI facilitaría la construcción de una visión unificada del negocio que integre la información operativa con los datos financieros y comerciales. Estas líneas de desarrollo futuro representan oportunidades significativas para continuar mejorando la eficiencia y la competitividad de las operaciones petroleras, y sientan las bases para una transformación digital integral que abarque todos los aspectos de la cadena de valor del sector.

Referencias

Adobe. (s. f.). *¿Qué es un archivo CSV, cómo abrirlo y convertirlo a Excel?* https://acortar.link/IrkuB3

Akamai. (s. f.). *What are API security risks?* https://acortar.link/fh8avV

Arsys. (s. f.). *Frontend: ¿Qué es y para qué se utiliza en desarrollo web?* https://acortar.link/bhfISb

AWS. (s. f.). *Front end frente a back-end: Diferencia entre el desarrollo de aplicaciones web*. https://acortar.link/Buq8Vg

AWS. (s. f.). *¿Qué es una interfaz de programación de aplicaciones (API)?* https://aws.amazon.com/es/what-is/api/

Axios. (s. f.). *Axios–Promise based HTTP client for the browser and node.js*. https://axios-http.com/

Batista, J. C. (2011). *Comportamiento de tanques de almacenamiento de petróleo en presencia de fuego* (pp. 39–40). UPR.

Chiroque Gómez, G. A. (2025). *Diseño de interfaces y simulación de uso del aplicativo GPetro en Figma*. Universidad Nacional de Piura.

Cloudflare. (s. f.). *DDoS protection & mitigation solutions*. https://www.cloudflare.com/ddos/

Cloudflare. (s. f.). *What is a distributed denial-of-service (DDoS) attack?* https://www.cloudflare.com/learning/ddos/what-is-a-ddos-attack/

Cloudflare. (s. f.). *What is rate limiting?* https://www.cloudflare.com/learning/ddos/glossary/rate-limiting/

Cloudflare. (s. f.). *What is Transport Layer Security (TLS)?* https://www.cloudflare.com/learning/ssl/transport-layer-security-tls/

CrowdStrike. (s. f.). *What is an event log? Contents and use.* https://acortar.link/kbWiqh

De La Cadena, C. A., & Larrea, P. X. (2012). *Diseño de un tanque de almacenamiento de petróleo tipo techo flotante de 100.000 barriles de capacidad para la empresa Tesca Ingeniería del Ecuador* [Tesis de ingeniería, Escuela Politécnica Nacional].

De La Cruz, L. (2003). *Producción de petróleo*. FLACSO.

Ecopetrol S. A. (2007). *Manual de estándares operativos para las facilidades de superficie: Gun Barrel o tanque de lavado*. ECOPETROL S.A.

Elastic. (s. f.). *Elastic Stack: (ELK) Elasticsearch, Kibana & Logstash*. https://www.elastic.co/elastic-stack

Eras, F. A. (2020). *Desarrollo de una aplicación móvil en Android para la adquisición de gas licuado de petróleo (GLP) de uso doméstico* [Trabajo de titulación, Escuela Politécnica Nacional].

Figma. (s. f.). *La herramienta de diseño de interfaz colaborativo*. https://www.figma.com/es-la/

Firebase. (s. f.). *Firebase Authentication*. https://firebase.google.com/docs/auth

Flutter. (s. f.). *Flutter–Beautiful native apps in record time.* https://flutter.dev/

Gallego, A. M., & Torres, O. A. (2017). *Diseño de un Gun Barrel transportable, para procesamiento de 1000 bpd de emulsión*. Fundación Universitaria Los Libertadores.

GeeksforGeeks. (2025). *Diferencias entre Django y Flask*. https://www.geeksforgeeks.org/differences-between-django-vs-flask/

Germanier, M. L., & Vilaboa, E. (s. f.). *Instrumentación en separadores de ensayo*. Oilproduction.net. https://acortar.link/5f5prD

GlobalSuite Solutions. (2023). *¿Qué es la norma ISO 27001 y para qué sirve?* https://acortar.link/g97yOA

Google Cloud. (s. f.). *Información sobre las rutas | Apigee*. https://acortar.link/mJWie0

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6.ª ed.). McGraw-Hill.

iAgua. (2016). *¿Qué es el certificado ATEX?* https://acortar.link/SooDGt

JSON.org. (s. f.). *Introducción a JSON*. https://www.json.org/json-es.html

Kinsta. (2025). *¿Qué es Express.js? Todo lo que debes saber*. https://kinsta.com/es/base-de-conocimiento/que-es-express/

Laravel. (s. f.). *Laravel–The PHP framework for web artisans*. https://laravel.com/

Liu, S. (2026). Big Data Solution for Exploration and Development Business of Oil and Gas Field Enterprises. En *Proceedings of the International Field Exploration and Development Conference 2025*. Springer. https://doi.org/10.1007/978-981-92-1839-4_68

MDN Web Docs. (s. f.). *Fetch API*. https://developer.mozilla.org/es/docs/Web/API/Fetch_API

Mendez, A. (2019). *Fundamentos de producción petrolera*. Editorial Académica Española.

Meza, J. (2017). *Diseño de múltiples de producción y prueba*. Universidad Nacional de Ingeniería.

MongoDB. (s. f.). *Comparing MongoDB vs PostgreSQL*. https://www.mongodb.com/resources/compare/mongodb-postgresql

NinjaOne. (2025). *¿Qué es un endpoint? Visión general para profesionales de TI*. https://www.ninjaone.com/es/blog/que-es-un-endpoint-para-profesionales/

NIST. (2001). *Advanced Encryption Standard (AES)*. https://nvlpubs.nist.gov/nistpubs/FIPS/NIST.FIPS.197-upd1.pdf

Ovalle, D. C. (2022). *Implementación de una aplicación móvil en Android para la gestión de ventas en una empresa comercializadora de gas licuado de petróleo para el año 2019* [Tesis de grado, Universidad Tecnológica del Perú].

OWASP. (s. f.). *Cross Site Request Forgery (CSRF)*. https://acortar.link/TY1k3k

OWASP. (s. f.). *OWASP Mobile Application Security Testing Guide (MASTG)*. https://owasp.org/www-project-mobile-app-security/

OWASP. (s. f.). *Password Storage Cheat Sheet*. https://acortar.link/AzWn3u

OWASP. (s. f.). *SQL Injection*. https://acortar.link/uk8nmc

Petroperú. (s. f.). *Exploración petrolera*. Museo del Petróleo. https://museo.petroperu.com.pe/exploracion-petrolera/

Predictiva21. (s. f.). *Norma ISO 14224: Aprende de esta norma esencial*. https://predictiva21.com/iso-14224

PR electronics. (2025). *Explicación de las diferencias entre ATEX y IECEx*. https://acortar.link/qM0u4k

Programación y más. (s. f.). *¿Qué es JWT y cómo se diferencia de Cookies y Sesiones?* https://programacionymas.com/blog/jwt-vs-cookies-y-sesiones

Quispe, N. U., & Aguilar, A. E. (2019). *Diseño de un tanque de almacenamiento de petróleo de 10 000 galones según norma API 650 y su análisis empleando un programa CAD/CAE*. UTP.

Ramos Moran, R. R. (2025). *Gestión de riesgos y seguridad de la información en instalaciones petroleras*. Universidad Nacional de Piura.

Red Hat. (s. f.). *What is Kubernetes?* https://acortar.link/ADcc0E

Sancarranco Estela, J. W. (2025). *Caracterización de hidrocarburos y gestión ambiental en la industria petrolera*. Universidad Nacional de Piura.

Sánchez, D. C. (2022). *Implementación de una aplicación móvil en Android para la gestión de ventas en una empresa comercializadora de gas licuado de petróleo para el año 2019* [Tesis de grado, Universidad Tecnológica del Perú].

Sarramera, G. (2011). *Los separadores*. Ministerio del Poder Popular para la Defensa.

Servicio Geológico Mexicano. (s. f.). *Características del petróleo*. https://acortar.link/WwYfVq

Tantaruna Ocasas, J. C. I. (2025). *Diseño de un aplicativo móvil para enfrentar los desafíos en la recolección, procesamiento y análisis de datos de los operadores de una batería de producción* [Tesis de ingeniería, Universidad Nacional de Piura].

Tuvoc. (s. f.). *API request validation in Node.js and Express with Joi*. https://acortar.link/5nyh7z

Vercel. (s. f.). *Comparing MySQL, PostgreSQL, and MongoDB*. https://vercel.com/guides/mysql-vs-postgresql-vs-mongodb

Wikipedia. (s. f.). *Bcrypt*. https://en.wikipedia.org/wiki/Bcrypt

Wikipedia. (s. f.). *Cryptographic hash function*. https://en.wikipedia.org/wiki/Cryptographic_hash_function

Wikipedia. (s. f.). *Object–relational mapping*. https://en.wikipedia.org/wiki/Object%E2%80%93relational_mapping

Wikipedia. (s. f.). *Petróleo Brent*. https://es.wikipedia.org/wiki/Petr%C3%B3leo_Brent

Yagual, J. J. (2019). *Diseño de un software para el análisis de PVT de petróleo negro* [Tesis de ingeniería, Universidad Estatal Península de Santa Elena].



Religación

Press

Ideas desde el Sur Global

Religación
Press



ISBN: 978-9907-845-31-0