

UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
SEDE VIÑA DEL MAR – JOSE MIGUEL CARRERA

**ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICA PARA EL DISEÑO DE UNA PLATAFORMA DIGITAL DE
GESTIÓN OPERATIVA DE INFORMACIÓN EN COELECO LTDA., BASADA EN HERRAMIENTAS LEAN**

Trabajo de Titulación para optar al Título Profesional
de Ingeniero de Ejecución en Gestión Industrial

Alumna: Katherine Johana Donoso Ampuero

Profesor Guía:

Ing. Denis Riquelme Sandoval



CONSTANCIA DE VALIDACIÓN Y CONFIDENCIALIDAD DE MONOGRAFÍA A REPOSITORIO ACADÉMICO

1.- IDENTIFICACIÓN DEL TRABAJO ACADÉMICO

Tipo de monografía (marcar una opción): ☒ Memoria o trabajo de título ☐ Tesis de Postgrado

Título del trabajo: Estudio de factibilidad técnica para el diseño de una plataforma digital de gestión operativa de información en Coeleco Ltda., basada en herramientas lean

Nombre del candidato(a): Katherine Johana Donoso Ampuero

Carrera / Grado: Ingeniería de ejecución en gestión industrial.

Campus: Viña Del Mar

Departamento: Departamento de Electrotecnia e Informática

2.- VALIDACIÓN DEL PROFESOR GUÍA/DIRECTOR DE TESIS

Yo, **Denis Riquelme Saldoval**, en mi calidad de profesor(a) guía/director(a) del trabajo académico mencionado anteriormente **DEJO CONSTANCIA** que:

- He revisado esta versión del documento y corresponde a la versión final aprobada del trabajo.
- El trabajo cumple con los requisitos académicos y de formato establecidos por la institución.

3.- EVALUACIÓN DE CONFIDENCIALIDAD POR PROPIEDAD INDUSTRIAL (marcar una opción)

☒ El trabajo **NO contiene** información que amerite confidencialidad y puede ser publicado de inmediato en repositorio con acceso abierto.

☐ El trabajo **CONTIENE** información con potenciales implicancias de propiedad industrial o intelectual y requiere un periodo de confidencialidad (**embargo**) por (**marcar una opción**):

☐ 6 meses ☐ 12 meses ☐ 2 años ☐ 3 años ☐ 5 años ☐ 10 años

Fundamentación de la necesidad de confidencialidad (obligatorio si se solicita embargo):

4.- FIRMAS

Profesor(a) guía o director(a) de memoria o tesis:

Fecha: 02-04-2026

Firma:

Estudiante o Candidato(a):

Fecha: 02-04-2026

Firma:

Este formulario debe ser insertado como página 2 de la memoria o tesis, completado y firmado por estudiante y profesor(a) antes de la entrega en portal PRISMA de Biblioteca USM.

RESUMEN

KEYWORDS: LEAN – TRAZABILIDAD – DIGITALIZACIÓN

La gestión operativa de información en empresas del sector eléctrico representa un elemento crítico para el cumplimiento contractual, la trazabilidad documental y la eficiencia. Coeleco Ltda., empresa dedicada a la ejecución de proyectos eléctricos en distintas zonas del país, enfrenta desafíos estructurales en la coordinación entre supervisión en terreno, oficina técnica y administrativa, lo que se traduce en errores, reprocesos y pérdida de datos relevantes. Esta situación afecta directamente la capacidad de respuesta ante clientes, la calidad de los registros técnicos y la continuidad operativa.

En este contexto, el presente trabajo de titulación, denominado Estudio de factibilidad técnica para el diseño de una plataforma digital de gestión operativa de información en Coeleco Ltda., basada en herramientas Lean, propone evaluar la viabilidad de una solución tecnológica orientada a mejorar la trazabilidad, disponibilidad y estandarización de los datos generados durante la ejecución de proyectos.

El estudio desarrolla un diagnóstico del flujo actual de información, identificando brechas en la gestión de acreditaciones, reportes de avance, informes y protocolos técnicos. Mediante este levantamiento, se aplican herramientas Lean como Mapa de Flujo de Valor (VSM), 5S, Poka Yoke, Kanban, Andon y Kaizen, con el objetivo de rediseñar procesos críticos y estructurar una solución digital que responda a las necesidades reales de la empresa.

La plataforma propuesta considera módulos funcionales para el registro y seguimiento de documentos, alertas automáticas, formatos estandarizados y tableros visuales. Este diseño busca facilitar el acceso oportuno a la información, que sea fácil de utilizar para cualquier integrante del equipo, y que fortalezca el cumplimiento documental frente a clientes y fiscalizadores.

La evaluación considera compatibilidad tecnológica, infraestructura, practicidad de uso y costos estimados. Se proyecta una reducción de errores operativos, mejora en tiempos de entrega e internalización de una cultura organizacional basada en eficiencia y mejora continua.

ÍNDICE

OBJETIVOS DEL PROYECTO	7
INTRODUCCIÓN	8
CAPÍTULO 1: DIAGNÓSTICO Y METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN	10
MARCO TEÓRICO	11
1.1 Gestión operativa de información en proyectos eléctricos	11
1.2 Enfoque Lean: origen, principios y evolución	12
1.3 Herramientas Lean aplicables a la gestión documental	13
i. Mapa de flujo de valor (VSM).....	13
ii. 5S	13
iii. Poka Yoke.....	13
iv. Kanban.....	13
v. Andon	13
vi. Kaizen	13
vii. Just-In-Time (JIT).....	14
viii. Heijunka.....	14
ix. Tableros visuales.....	14
1.4 Aplicación de Lean en entornos administrativos	14
CAPÍTULO 2: METODOLOGÍA	16
METODOLOGÍA	17
2.1 Enfoque metodológico.....	17
2.2 Técnicas de recolección de información.....	17
2.3 Aplicación de herramientas Lean en el diagnóstico.....	18
i. Mapa de flujo de valor (VSM).....	18
ii. 5S	21
iii. Poka Yoke.....	23
iv. Kanban y Andon	24
2.4 Criterios técnicos de evaluación de factibilidad	26
i. Compatibilidad tecnológica.....	26

ii. Infraestructura disponible	27
iii. Usabilidad esperada	27
iv. Costos estimados.....	27
v. Impacto proyectado	27
2.5 Diagnóstico de la situación actual	28
i. Caracterización general del proceso operativo	28
ii. Actores involucrados y sus responsabilidades	28
iii. Medios utilizados y sus limitaciones	29
iv. Problemas recurrentes en la gestión documental	30
2.6 Procesos críticos afectados	31
i. Acreditaciones laborales	32
ii. Reportes de avance	32
iii. Protocolos técnicos	32
2.7 Mapa de flujo de valor (VSM) actual	32
i. Etapas del flujo actual	32
ii. Indicadores estimados.....	33
2.8 Evaluación de impacto operativo	33
CAPÍTULO 3: PROPUESTA TÉCNICA	34
3.1 Objetivo de la propuesta	35
3.2 Alcance funcional de la plataforma	35
3.3 Módulos funcionales propuestos	35
i. Módulo de acreditaciones.....	35
ii. Módulo de reportes de avance	36
iii. Módulo de protocolos técnicos e informes.	36
iv. Panel de control general.....	37
3.4 Aplicación de herramientas Lean en la propuesta.....	37
3.5 Mapa de flujo de valor (VSM) propuesto.....	38
i. Etapas del flujo optimizado	41
ii. Indicadores proyectados	42

3.6 Beneficios esperados	42
3.7 Consideraciones para implementación futura	42
CAPÍTULO 4: EVALUACIÓN DE FACTIBILIDAD TÉCNICA	44
4.1 Objetivo de la evaluación.....	45
4.2 Compatibilidad tecnológica.....	45
4.3 Infraestructura disponible.....	46
4.4 Usabilidad esperada	46
4.5 Costos estimados de implementación	47
i. Costos iniciales (CAPEX)	48
ii. Costos recurrentes (OPEX)	48
iii. Costos indirectos	48
4.6 Evaluación económica	49
i. Monetización beneficios	50
ii. Flujo de caja incremental descontado	50
iii. Cálculo Payback	51
iv. Análisis sensibilidad:.....	52
Impacto en el Valor Actual Neto (VAN):	52
4.7 Impacto proyectado	53
i. Eficiencia operativa.....	53
ii. Trazabilidad documental	54
iii. Cumplimiento contractual.....	54
iv. Cultura organizacional	54
4.8 Limitaciones y riesgos	54
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	56
BIBLIOGRAFÍA.....	59
<u>ANEXO A: Módulo SST – Gestión documental de seguridad y salud en el trabajo.....</u>	1

INDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1: Etapas del flujo documental actual y sus responsables</i>	<i>19</i>
<i>Tabla 2: Tiempos promedio por etapa en el flujo actual</i>	<i>20</i>
<i>Tabla 3: Etapas del flujo documental propuesto, responsables, medios utilizados y mejoras Lean aplicadas.....</i>	<i>39</i>
<i>Tabla 4: Tiempos promedio por etapa en el flujo documental propuesto.....</i>	<i>40</i>
<i>Tabla 5 Indicadores operativos comparativos entre el flujo documental actual y el flujo propuesto</i>	<i>41</i>
<i>Tabla 6: Costos iniciales CAPEX</i>	<i>48</i>
<i>Tabla 7: Costo recurrentes OPEX</i>	<i>48</i>
<i>Tabla :8 Base cuantitativa</i>	<i>49</i>
<i>Tabla 9: Monetización de beneficios</i>	<i>50</i>
<i>Tabla 10: Fujo de caja incremental descontado</i>	<i>51</i>
<i>Tabla 11: Payback acumulado.....</i>	<i>52</i>
<i>Tabla 12: Escenarios del análisis de sensibilidad.....</i>	<i>52</i>
<i>Tabla 13: Resultados VAN por escenarios de sensibilidad.....</i>	<i>52</i>

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1: Mapa de flujo de valor propuesto para la gestión documental operativa en Coeleco Ltda.</i>	<i>38</i>
--	-----------

OBJETIVOS DEL PROYECTO

Objetivo General: Evaluar la factibilidad técnica de una plataforma digital que mejore la trazabilidad, disponibilidad y estandarización de la información operativa en Coeleco Ltda., mediante la aplicación de herramientas Lean para reducir errores, reprocesos y pérdidas de datos críticos.

Objetivos Específicos:

- Diagnosticar el flujo actual de gestión de información operativa en Coeleco Ltda., identificando etapas, responsables, medios utilizados y tiempos asociados, mediante entrevistas, observación directa y revisión documental, con el fin de caracterizar las principales ineficiencias y pérdidas de trazabilidad.
- Identificar y analizar las brechas existentes en la gestión de acreditaciones laborales, reportes de avance y protocolos técnicos, cuantificando reprocesos, atrasos y riesgos de incumplimiento, a partir del mapeo del flujo actual de información.
- Aplicar herramientas Lean para rediseñar el flujo de gestión operativa de información, proponiendo un modelo optimizado que reduzca tiempos de ciclo, reprocesos y dependencia del conocimiento individual.
- Evaluar la factibilidad técnica y económica de una plataforma digital de gestión operativa de información, considerando compatibilidad tecnológica, infraestructura disponible, usabilidad esperada, costos de implementación y beneficios proyectados, en el contexto real de operación de Coeleco Ltda.
- Proponer un diseño conceptual de plataforma digital, estructurado en módulos funcionales, que permita mejorar la trazabilidad, estandarización y coordinación interna de la información operativa, fortaleciendo el cumplimiento documental frente a mandantes y fiscalizadores.

INTRODUCCIÓN

La ejecución de proyectos eléctricos en Chile se desarrolla en un entorno altamente regulado, exigente y dinámico, donde la gestión de la información operativa adquiere un rol estratégico. Las empresas del rubro deben cumplir con estrictos estándares técnicos, normativos y contractuales, lo que implica mantener un control riguroso sobre los datos generados en terreno, reportes de avance, protocolos de seguridad, registros de cumplimiento entre muchos otros. Esta información no solo debe ser precisa y verificable, sino también estar disponible en tiempo y forma para responder ante clientes, fiscalizadores y organismos reguladores.

En este contexto, Coeleco Ltda., empresa dedicada a la ejecución de obras eléctricas, enfrenta desafíos clave en la gestión de su información operativa. Aunque la empresa cuenta con equipos técnicos capacitados y con vasta experiencia en el sector, esta presenta debilidades en la coordinación entre supervisión en terreno y oficina administrativa y técnica. Estas debilidades se hacen visibles por ejemplo en el uso de canales informales de comunicación, formatos no estandarizados, procedimientos manuales y una baja trazabilidad documental. Esto tiene como consecuencia que se generan reprocesos, errores en la estandarización de datos, pérdida de información crítica y retrasos en la entrega de documentación.

La problemática descrita no es exclusiva de Coeleco Ltda., sino que refleja una realidad común en muchas empresas del rubro eléctrico que aún no han incorporado soluciones digitales integradas para la gestión operativa. En este escenario, resulta prioritario explorar alternativas tecnológicas que posibiliten estructurar, visualizar y controlar la información generada en cada etapa de los proyectos, fortaleciendo la eficiencia interna y el cumplimiento externo.

La presente investigación se justifica en la necesidad de abordar esta problemática desde una perspectiva técnica y metodológica, proponiendo el diseño de una plataforma digital que responda a las condiciones reales de operación de Coeleco Ltda. Para ello, mediante el enfoque Lean como marco de análisis y rediseño de procesos, por su capacidad para identificar actividades que no agregan valor, eliminar desperdicios y promover la mejora continua. La aplicación de herramientas Lean en áreas administrativas ha demostrado ser efectiva en la optimización de

flujos de información, la estandarización de procedimientos y la generación de soluciones reales y sostenibles.

Desde una perspectiva académica, este estudio contribuye al desarrollo de estrategias aplicables a la gestión operativa, al integrar conceptos de eficiencia, trazabilidad, modernización y digitalización en un entorno técnico específico. Desde una perspectiva práctica, ofrece a Coeleco Ltda. una propuesta concreta y aplicable para mejorar sus procesos internos, fortalecer su capacidad de respuesta y avanzar hacia una cultura organizacional basada en la excelencia

CAPÍTULO 1: DIAGNÓSTICO Y METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN

MARCO TEÓRICO

1.1 Gestión operativa de información en proyectos eléctricos

La gestión operativa de información en proyectos eléctricos constituye un eje transversal para el cumplimiento normativo, la trazabilidad documental y la eficiencia interna. En este tipo de proyectos, la información generada en terreno —acreditaciones laborales, reportes de avance, protocolos de seguridad, registros técnicos— debe ser consolidada, validada y entregada en tiempo y forma a los mandantes, fiscalizadores y organismos reguladores.

La complejidad de estos flujos se incrementa en contextos donde las actividades se desarrollan en múltiples frentes, con equipos distribuidos geográficamente, y bajo exigencias contractuales estrictas. En este escenario, la falta de estandarización, el uso de canales informales y la dependencia del conocimiento individual de los involucrados generan riesgos operativos significativos: reprocesos, pérdida de datos, errores en la consolidación documental y retrasos en la entrega de información crítica.

Una gestión eficiente de la información permite reducir los tiempos de respuesta, mejorar la calidad de los datos y facilitar la toma de decisiones estratégicas. En entornos con alta exigencia operativa y documental, esto se puede ver traducido en la capacidad de responder ante auditorías, cumplir con hitos contractuales y mantener la continuidad operativa sin interrupciones por fallas documentales y retrasos en la entrega de información.

Los sistemas de gestión documental deben ser capaces de integrar múltiples fuentes de información, estandarizar formatos, asegurar la trazabilidad de los registros y facilitar el acceso por parte de los distintos actores involucrados. Esto implica no solo digitalizar los documentos, sino estructurar los procesos que los generan, validan y consolidan.

En el caso de Coeleco Ltda., se observa una gestión reactiva, fragmentada y manual, donde los supervisores en terreno envían documentos por correo electrónico o mensajería instantánea, sin nomenclatura común ni validación estructurada. Esta situación genera duplicidad de tareas, errores recurrentes y una baja capacidad de respuesta ante requerimientos externos.

La digitalización de procesos operativos se presenta como una estrategia eficaz para superar estas limitaciones. Sin embargo, su implementación requiere un enfoque metodológico que permita rediseñar los flujos de información desde una perspectiva sistémica, considerando tanto los aspectos técnicos como organizacionales.

1.2 Enfoque Lean: origen, principios y evolución

El enfoque Lean tiene su origen en el Sistema de Producción de Toyota (Toyota Production System, TPS), desarrollado en Japón durante la segunda mitad del siglo XX. Este sistema fue diseñado para responder a las restricciones de recursos y espacio que enfrentaba la empresa, y se centró en la eliminación de desperdicios (muda), la mejora continua (kaizen) y la entrega de valor al cliente.

A partir del TPS, se formalizaron herramientas como el Just-In-Time, el sistema Kanban, el Poka Yoke y el Heijunka, que permitieron a Toyota alcanzar niveles excepcionales de eficiencia, calidad y flexibilidad. Estas herramientas no solo optimizan procesos productivos, sino que también permiten visualizar el flujo de valor, identificar cuellos de botella y establecer mecanismos de control visual.

Womack y Jones (2003) sistematizaron estos principios en lo que hoy se conoce como Lean Thinking, destacando cinco pilares fundamentales:

- Definir el valor desde la perspectiva del cliente
- Identificar el flujo de valor
- Eliminar desperdicios
- Establecer sistemas de flujo continuo
- Fomentar la mejora continua

Lean Thinking ha sido adaptado con éxito en sectores como la construcción, la salud, la educación y los servicios administrativos. En estos entornos, la aplicación de herramientas Lean permite reducir tiempos de procesamiento, prevenir errores, estandarizar procedimientos y fortalecer la trazabilidad de los registros.

1.3 Herramientas Lean aplicables a la gestión documental

Para abordar la problemática de Coeleco Ltda., se seleccionaron herramientas Lean que permiten diagnosticar, rediseñar y controlar procesos operativos relacionados con la gestión de información. A continuación, se describen las más relevantes:

i. Mapa de flujo de valor (VSM)

Permite mapear el flujo actual de información, identificar actividades que no agregan valor, tiempos muertos, reprocesos y puntos de quiebre. Su aplicación facilita la visualización del estado actual y la proyección de un flujo optimizado.

ii. 5S

Busca organizar espacios físicos y digitales mediante cinco principios: clasificar, ordenar, limpiar, estandarizar y mantener la disciplina. En entornos documentales, permite establecer nomenclaturas comunes, estructuras de carpetas y criterios de acceso.

iii. Poka Yoke

Consiste en mecanismos de prevención de errores. En plataformas digitales, se traduce en formularios con validaciones automáticas que evitan omisiones, inconsistencias o registros incorrectos.

iv. Kanban

Sistema visual de gestión que permite monitorear el estado de tareas y documentos. Su implementación mediante tableros digitales facilita la coordinación entre áreas y la visibilidad del avance documental.

v. Andon

Herramienta de señalización que alerta sobre problemas en tiempo real. En entornos digitales, se traduce en notificaciones automáticas ante vencimientos, documentos faltantes o errores críticos.

vi. Kaizen

Promueve ajustes incrementales en los procesos, basados en la retroalimentación de los usuarios. Su aplicación permite revisar periódicamente los indicadores operativos y proponer mejoras sostenibles.

vii. Just-In-Time (JIT)

Busca entregar la información justo cuando se necesita, evitando acumulaciones innecesarias y mejorando la eficiencia operativa. En gestión documental, se traduce en flujos sincronizados entre terreno y oficina.

viii. Heijunka

Permite nivelar la carga de trabajo, distribuyendo equitativamente las tareas documentales. Su aplicación evita sobrecargas en momentos críticos del proyecto y mejora la planificación operativa.

ix. Tableros visuales

Herramientas gráficas que permiten monitorear indicadores clave, reforzar la trazabilidad y facilitar la toma de decisiones. En plataformas digitales, se implementan como paneles de control por tipo de documento o estado de validación.

1.4 Aplicación de Lean en entornos administrativos

La aplicación de herramientas Lean en entornos administrativos ha demostrado ser efectiva en la optimización de flujos de información, la estandarización de procedimientos y la generación de soluciones sostenibles. Diversos estudios han documentado casos exitosos en áreas como gestión de contratos, acreditaciones laborales, control de calidad documental y cumplimiento normativo.

En el caso de Coeleco Ltda., busca adaptar estos principios para rediseñar el flujo documental operativo, mejorar la coordinación entre terreno y oficina, y fortalecer el cumplimiento frente a mandantes y fiscalizaciones. Esto implica no solo digitalizar los documentos, sino estructurar los procesos que los generan, validan y consolidan, incorporando mecanismos de control visual, prevención de errores y mejora continua.

La integración de Lean en la gestión operativa permite eliminar actividades que no agregan valor, establecer estándares de calidad documental, y consolidar una cultura organizacional basada en la eficiencia y la trazabilidad. Su aplicación en este estudio no busca replicar herramientas industriales, sino reinterpretarlas en función de los desafíos administrativos y técnicos del sector eléctrico.

Cabe destacar que la aplicación de herramientas Lean en este estudio se orienta exclusivamente a la gestión interna de la documentación en Coeleco Ltda., sin intervenir en los procesos propios de mandantes o clientes. La plataforma propuesta busca organizar, estructurar y controlar los flujos documentales para facilitar su entrega conforme a los requerimientos externos.

CAPÍTULO 2: METODOLOGÍA

METODOLOGÍA

2.1 Enfoque metodológico

El siguiente trabajo se enmarca en el paradigma de la investigación aplicada, ya que busca resolver una problemática concreta mediante el diseño de una solución técnica viable. El estudio es de carácter exploratorio y descriptivo, orientado a comprender en profundidad los procesos actuales de gestión operativa de información en Coeleco Ltda., identificar sus principales brechas, y proponer una alternativa digital que responda a las necesidades reales de la organización.

Desde el punto de vista metodológico, se adopta un enfoque mixto que combina técnicas cualitativas para el levantamiento de información contextual y herramientas Lean para el diagnóstico y rediseño de procesos. Esta combinación permite abordar la complejidad operativa desde una perspectiva sistémica, integrando elementos técnicos, organizacionales y humanos.

La elección de este enfoque responde a la necesidad de comprender no solo los flujos documentales visibles, sino también las prácticas informales, los criterios tácitos y las dinámicas internas que afectan la trazabilidad y el cumplimiento. Asimismo, permite vincular el análisis técnico con la experiencia de los usuarios, facilitando el diseño de una solución digital contextualizada y viable.

2.2 Técnicas de recolección de información

Para caracterizar el estado actual de la gestión operativa en Coeleco Ltda., se utilizaron las siguientes técnicas:

- **Entrevistas semiestructuradas**

Se realizaron entrevistas a supervisores de terreno, administrativos y encargados de documentación, con el objetivo de identificar los flujos informales, los puntos críticos del proceso y las percepciones sobre la trazabilidad y el cumplimiento documental. Las entrevistas permitieron conocer las prácticas reales de gestión, los medios utilizados, las dificultades recurrentes y las estrategias individuales que cada actor aplica para cumplir con sus responsabilidades.

Las preguntas se estructuraron en torno a cinco ejes temáticos: generación de información, transmisión de documentos, validación interna, consolidación y entrega. Se buscó identificar tanto los procedimientos formales como las prácticas informales que emergen ante la presión operativa o la falta de herramientas estructuradas.

- **Observación directa**

Se aplicó observación no participante en terreno y oficina, registrando cómo se genera, transmite y consolida la información operativa, así como los medios utilizados (planillas, correos, carpetas físicas). Esta técnica permitió evidenciar la fragmentación de los canales de comunicación, la falta de estandarización en los formatos, y la dependencia de conocimientos tácitos para acceder a documentos críticos. La observación se centró en tres procesos clave: acreditaciones laborales, reportes de avance y protocolos técnicos. Se documentaron los tiempos de respuesta, los errores recurrentes, los reprocesos y las dificultades para acceder a versiones actualizadas.

- **Revisión documental**

Se analizaron registros históricos, protocolos técnicos, reportes de avance y formatos de acreditación utilizados en proyectos recientes, con el fin de identificar inconsistencias, duplicidades y oportunidades de estandarización. La revisión permitió establecer patrones de diseño documental, evaluar la calidad de los registros y detectar brechas en la trazabilidad.

Se clasificaron los documentos según su origen, formato, medio de transmisión y estado de validación. Esta clasificación sirvió como base para el diseño de los módulos funcionales de la solución digital propuesta.

2.3 Aplicación de herramientas Lean en el diagnóstico

El diagnóstico y rediseño de los procesos se realizó mediante la aplicación de herramientas Lean, seleccionadas por su pertinencia en entornos administrativos y técnicos. Las principales herramientas utilizadas fueron:

- i. **Mapa de flujo de valor (VSM)**

Se elaboró un mapa del flujo actual de información, identificando actividades que no agregan valor, tiempos muertos, reprocesos y puntos de quiebre. A partir de este análisis, se proyectó un

estado futuro más eficiente, con flujos digitalizados y trazables. El VSM permitió visualizar la secuencia de actividades, los actores involucrados, los medios utilizados y los problemas recurrentes en cada etapa, tal como se detalla en la Tabla 1. Asimismo, los tiempos promedio asociados a cada etapa del flujo actual se presentan en la Tabla 2, evidenciando un ciclo total estimado de 3 a 5 días.

Etapas del flujo actual:

Tabla 1: Etapas del flujo documental actual y sus responsables

Etapas	Actividad	Responsable	Medio utilizado	Problemas frecuentes
1	Generación de documentos en terreno (reportes, protocolos, inspecciones, charlas)	Supervisores y expertos en prevención de riesgos	Papel, Excel, WhatsApp, tablet	Formatos variados, falta de estandarización, errores de ingreso
2	Transmisión a oficina técnica	Supervisores y expertos en prevención de riesgos	WhatsApp, correo electrónico, nube	Archivos sin nomenclatura común, pérdida de documentos, duplicidad
3	Recepción y revisión en oficina	Administrativos	Correo, carpetas digitales	Reprocesos por errores u omisiones, validación manual, búsqueda lenta
4	Corrección y archivo interno	Administrativos	Carpetas digitales (sin estructura fija)	Falta de control de versiones, dependencia de conocimiento individual
5	Preparación y entrega al mandante	Administrativos	Correo o plataforma externa del cliente	Retrasos por falta de trazabilidad, errores en versiones entregadas

Tabla 2: Tiempos promedio por etapa en el flujo actual

Etapas	Tiempo promedio
Generación en terreno	1 día
Transmisión a oficina	0 a 1 día (depende del canal y disponibilidad)
Revisión y corrección	1 a 2 días
Archivo y preparación	0,5 a 1 día
Entrega al mandante	0,5 día

Tiempo total estimado por ciclo documental: 3 a 5 días.

Actividades que no agregan valor (muda):

- Reenvío de documentos por errores de formato o contenido
- Búsqueda manual de versiones actualizadas
- Corrección de documentos incompletos o mal nombrados
- Validación informal sin trazabilidad
- Duplicación de archivos en distintos canales

Indicadores:

- Tasa de reprocesos: **>50%**
- Trazabilidad efectiva: **Baja**
- Nivel de estandarización: **Limitado**
- Dependencia de conocimiento individual: **Alta**
- Capacidad de respuesta ante auditorías: **Reducida**

ii. 5S

Se aplicaron los principios de clasificación, orden, limpieza, estandarización y disciplina para evaluar el entorno documental, tanto físico como digital. Se propusieron criterios de organización por tipo de documento, nomenclatura común, control de versiones y acceso por perfil de usuario.

Aplicación de la herramienta 5S – Gestión documental operativa en Coleco Ltda.

1. Clasificar (Seiri)

En el estado actual, los documentos generados en terreno llegan a la oficina técnica por múltiples canales, como WhatsApp, correo electrónico y plataformas de almacenamiento en la nube. Esta diversidad de medios dificulta la clasificación uniforme, ya que se mezclan reportes de avance, protocolos, inspecciones y charlas sin una estructura definida. No existe una distinción clara entre documentos vigentes, obsoletos o en revisión, lo que genera confusión y pérdida de trazabilidad.

En el estado propuesto, la plataforma digital permite que los documentos se carguen directamente por tipo y proyecto. Cada archivo se asocia automáticamente a su categoría (reporte, protocolo, inspección, charla), al responsable que lo genera y a la fecha correspondiente. Esto facilita la clasificación inmediata y evita errores de agrupación.

2. Ordenar (Seiton)

Actualmente, los documentos se almacenan en carpetas digitales sin una nomenclatura común. Los nombres de archivo varían según el criterio personal de cada supervisor, lo que dificulta la búsqueda y el control de versiones. La localización de documentos específicos requiere tiempo y conocimiento tácito del sistema de archivo utilizado por cada administrativo.

Con la plataforma propuesta, se establece una nomenclatura estandarizada que incluye el nombre del proyecto, el tipo de documento, la fecha de emisión y el responsable. Además, se incorpora un panel de búsqueda con filtros por tipo documental, estado, fecha y usuario, lo que permite ubicar rápidamente cualquier archivo. El sistema también conserva el historial de versiones, facilitando el seguimiento de modificaciones.

3. Limpiar (Seiso)

En el entorno actual, es común encontrar documentos duplicados, obsoletos o incompletos en las carpetas de trabajo. No existe un proceso sistemático de depuración, lo que genera acumulación innecesaria de archivos y aumenta el riesgo de entregar versiones incorrectas al mandante.

La plataforma digital incorpora mecanismos de control que permiten identificar documentos vencidos, rechazados o pendientes de entrega. Se establece un procedimiento interno para depurar archivos que ya no son válidos, manteniendo únicamente aquellos que están vigentes y correctamente clasificados.

4. Estandarizar (Seiketsu)

La gestión documental actual carece de estándares formales. Cada proyecto y cada supervisor utiliza formatos distintos, canales de transmisión variados y criterios propios para la organización de documentos. Esto dificulta la consolidación de información y genera inconsistencias en la entrega.

La solución propuesta establece formatos únicos por tipo de documento, canales definidos para la carga de información, y criterios comunes para la nomenclatura, clasificación y seguimiento. Estos estándares se aplican transversalmente a todos los proyectos, fortaleciendo la coherencia interna y la trazabilidad.

5. Mantener la disciplina (Shitsuke)

En el estado actual, no existen mecanismos formales para asegurar el cumplimiento de los procedimientos documentales. La gestión depende de la experiencia individual y del compromiso personal de cada actor, lo que genera variabilidad y riesgo operativo.

La plataforma incorpora alertas internas, paneles de seguimiento y control de acceso por perfil, lo que permite monitorear el cumplimiento documental en tiempo real. Además, se propone establecer ciclos de revisión periódica y retroalimentación, promoviendo una cultura organizacional basada en la mejora continua y la disciplina operativa.

iii. Poka Yoke

Se identificaron oportunidades para incorporar mecanismos de validación automática en formularios digitales, evitando errores de ingreso, omisiones y duplicidades. Se diseñaron campos obligatorios, restricciones de formato, alertas por inconsistencias y validaciones cruzadas entre documentos relacionados.

Aplicación de la herramienta Poka Yoke

– Gestión documental en Coeleco Ltda.

Estado actual: En el sistema actual, los documentos generados en terreno (reportes de avance, protocolos, inspecciones, charlas, etc.) se transmiten a la oficina técnica por canales informales como WhatsApp, correo electrónico o nube compartida. No existen mecanismos que prevengan errores de ingreso, omisiones de información o duplicidad de archivos. Los supervisores y expertos en prevención de riesgos utilizan formatos variados, sin validaciones estructuradas, lo que genera inconsistencias en el contenido, errores de clasificación y pérdida de trazabilidad.

Los errores más frecuentes incluyen:

- Documentos incompletos o sin fecha
- Archivos mal nombrados o sin identificación de proyecto
- Duplicación de reportes enviados por distintos canales
- Omisión de responsables o firmas
- Envío de versiones obsoletas.

No existe un sistema que impida estos errores antes de que los documentos lleguen a la oficina técnica. La validación se realiza de forma manual, una vez que el archivo ya está en circulación, lo que obliga a reprocesar, corregir o solicitar reenvíos.

Estado propuesto: La plataforma digital incorporará principios de Poka Yoke mediante mecanismos de prevención de errores en el momento de carga del documento. Estos mecanismos

no validan el contenido técnico, pero sí aseguran que el documento cumpla con los requisitos internos mínimos para ser gestionado correctamente.

Las medidas de prevención incluyen:

- Campos obligatorios en el formulario de carga (tipo de documento, fecha, proyecto, responsable)
- Restricciones de formato en el nombre del archivo (estructura estandarizada por proyecto, requerimientos del cliente y fecha)
- Alertas automáticas si falta información clave (por ejemplo, si no se selecciona el proyecto o el tipo de documento o requerimiento)
- Bloqueo de carga si el documento ya existe con el mismo nombre y fecha (prevención de duplicidad)
- Asociación automática del documento al perfil del usuario que lo carga, evitando omisiones de responsable

Estas medidas permiten que los supervisores y expertos en prevención de riesgos en terreno carguen documentos estructurados, completos y correctamente clasificados, reduciendo la necesidad de correcciones posteriores en oficina técnica. La validación técnica sigue siendo responsabilidad del mandante, pero la plataforma asegura que la documentación interna esté organizada y trazable desde el origen.

iv. Kanban y Andon

Se diseñarán tableros visuales para el seguimiento de tareas y documentos, así como sistemas de alerta para notificar vencimientos, documentos faltantes o errores críticos. El tablero Kanban contempla estados como pendiente, validado, rechazado y enviado, mientras que el sistema Andon se implementa mediante notificaciones automáticas y paneles de control.

Aplicación de las herramientas Kanban y Andon – Gestión documental operativa en Coleco Ltda.

• Kanban

La herramienta Kanban permite visualizar el estado de los documentos en tiempo real, facilitando la coordinación entre los actores involucrados y la planificación de tareas. En el sistema actual, no existe un tablero formal que indique el estado de cada documento. La oficina técnica debe revisar manualmente los correos, carpetas o mensajes para verificar si un archivo ha sido entregado, corregido o está pendiente, lo que genera pérdida de tiempo y riesgo de omisiones.

En la plataforma propuesta, se implementa un tablero Kanban digital por proyecto, con columnas que representan los estados documentales: “pendiente”, “en revisión”, “rechazado”, “validado” y “entregado”. Cada documento cargado por supervisores, administrativos o expertos en prevención de riesgos se ubica automáticamente en el estado correspondiente, según su avance en el flujo interno. El tablero es personalizado por perfil: cada usuario visualiza únicamente los documentos que le han sido asignados, mientras que la gerencia de oficina técnica accede al tablero general del proyecto, con visión consolidada.

Este sistema permite:

- Monitorear el avance documental por tipo y responsable
- Detectar cuellos de botella o retrasos en la validación
- Planificar entregas según el estado real de los documentos
- Reducir la dependencia de seguimiento manual

• Andon

La herramienta Andon se utiliza para alertar sobre problemas operativos en tiempo real, permitiendo una reacción rápida y coordinada. En el sistema actual, no existen alertas estructuradas que informen sobre vencimientos, documentos faltantes o errores críticos. La oficina técnica depende de la revisión manual o de la memoria individual para identificar situaciones urgentes, lo que aumenta el riesgo de incumplimiento.

La plataforma digital incorpora un sistema Andon interno que genera notificaciones automáticas según criterios definidos. Estas alertas se activan en los siguientes casos:

- Documento pendiente con fecha de entrega próxima
- Documento rechazado por errores de formato o contenido
- Documento duplicado o con nomenclatura incorrecta
- Documento cargado sin responsable asignado
- Documento vencido sin reposición

Las alertas se envían al perfil correspondiente (supervisor, expertos en prevención de riesgos, oficina técnica) y se visualizan en el panel de control del proyecto. La gerencia de oficina técnica recibe alertas consolidadas por proyecto, lo que permite tomar decisiones preventivas y coordinar acciones correctivas.

La integración de Kanban y Andon en la plataforma fortalece la trazabilidad, mejora la coordinación interna y reduce los riesgos operativos asociados a la gestión documental.

- **Kaizen**

Se propone la implementación de ciclos de mejora continua, basados en la retroalimentación de los usuarios y en la revisión periódica de los indicadores operativos. Se establecerían mecanismos para recoger sugerencias, evaluar el desempeño documental y ajustar los procesos según las necesidades emergentes.

2.4 Criterios técnicos de evaluación de factibilidad

La factibilidad de la solución propuesta se evaluó considerando los siguientes aspectos:

- i. Compatibilidad tecnológica**

Se analizó la posibilidad de integrar la solución con los sistemas existentes en Coeleco Ltda., considerando el uso de APIs, bases de datos y formatos interoperables. Se revisaron las plataformas utilizadas actualmente, los niveles de conectividad y la capacidad de integración con herramientas de gestión documental.

ii. Infraestructura disponible

Se revisaron las condiciones de conectividad, dispositivos disponibles en terreno y oficina, y capacidad de almacenamiento, concluyendo que una solución basada en la nube sería viable y segura. Se consideró la disponibilidad de smartphones, computadores, acceso a internet y plataformas de respaldo.

iii. Usabilidad esperada

Se consideró la facilidad de uso para distintos perfiles de usuario, incluyendo supervisores, administrativos y expertos en prevención de riesgos, priorizando interfaces simples, validaciones automáticas y visualización clara del estado documental. Se diseñaron flujos de navegación intuitivos, accesos diferenciados y paneles personalizados.

iv. Costos estimados

Se proyectó una inversión inicial moderada para el desarrollo de la plataforma, con costos recurrentes bajos asociados a mantenimiento, soporte técnico y actualizaciones. Se estimaron valores referenciales para licencias, desarrollo, capacitación y soporte, considerando proveedores locales y soluciones de código abierto.

v. Impacto proyectado

El impacto de la propuesta será evaluado considerando dimensiones operativas, documentales y organizacionales. Desde el punto de vista metodológico, se analizarán indicadores como:

- **Eficiencia operativa:** reducción de tiempos de ciclo y disminución de reprocesos.
- **Trazabilidad documental:** control de versiones, acceso inmediato y estandarización de formatos.
- **Cumplimiento contractual:** capacidad de respuesta frente a mandantes y fiscalizadores, disminuyendo riesgos de incumplimiento.
- **Cultura organizacional:** incorporación de prácticas Lean y fortalecimiento de la mejora continua en la gestión administrativa.

2.5 Diagnóstico de la situación actual

i. Caracterización general del proceso operativo

La gestión operativa de información en Coeleco Ltda. constituye un componente esencial para el cumplimiento contractual, la trazabilidad documental y la eficiencia interna. Como empresa dedicada a la ejecución de proyectos eléctricos, Coeleco debe responder a exigencias técnicas, normativas y administrativas impuestas por sus mandantes, las cuales requieren una documentación precisa, verificable y entregada en tiempo y forma.

El proceso operativo involucra la generación, transmisión, validación, consolidación y entrega de información técnica y administrativa, incluyendo acreditaciones laborales, reportes de avance, protocolos de seguridad, registros de cumplimiento y documentación contractual. Esta información se produce principalmente en terreno, pero debe ser validada y consolidada en oficina para su posterior entrega a mandantes o archivo interno.

A pesar de contar con equipos técnicos capacitados y experiencia en el rubro, Coeleco Ltda. presenta debilidades estructurales en la coordinación entre supervisión en terreno y oficina administrativa. Estas debilidades se manifiestan en el uso de canales informales de comunicación, formatos no estandarizados, procedimientos manuales y una baja trazabilidad documental. Como consecuencia, se generan reprocesos, errores en la consolidación de datos, pérdida de información crítica y retrasos en la entrega de documentación contractual.

ii. Actores involucrados y sus responsabilidades

El flujo de información operativa involucra múltiples actores con funciones específicas:

- **Supervisores de terreno:** Son responsables de generar información primaria relacionada con el avance de obra, cumplimiento de protocolos, acreditaciones laborales y registros técnicos. Utilizan formatos variados, sin estandarización ni validación estructurada.
- **Encargados de acreditaciones** Gestionan la documentación laboral y técnica de los trabajadores, incluyendo certificados, licencias, capacitaciones y fichas personales. Su labor es fundamental para asegurar el cumplimiento de los requisitos de ingreso a faena y

responder ante fiscalizaciones externas. Aunque su función no es operativa en terreno, forma parte del flujo documental que debe consolidarse y entregarse al mandante.

- **Expertos en prevención de riesgo:** Participan activamente en la elaboración de documentos asociados a charlas de seguridad, inspecciones preventivas, observaciones en terreno y cumplimiento normativo. Generan registros que deben ser trazables, verificables y entregados en tiempo y forma. Utilizan medios como formularios físicos, planillas digitales y dispositivos móviles para documentar sus actividades.
- **Administrativos de oficina técnica:** Reciben, validan y archivan los documentos enviados desde terreno. Realizan correcciones, consolidan información y preparan entregables para mandantes. Su trabajo depende de la calidad y oportunidad de los datos recibidos.
- **Mandantes y fiscalizadores:** Exigen documentación completa, trazable y actualizada para verificar el cumplimiento contractual y normativo. Su evaluación impacta directamente en la continuidad del proyecto y la reputación de la empresa.

La interacción entre estos actores se realiza mediante canales informales como correos electrónicos, mensajería instantánea (WhatsApp), llamadas telefónicas y carpetas compartidas sin estructura fija. Esta informalidad genera descoordinaciones, pérdida de trazabilidad y dependencia de conocimientos individuales.

iii. Medios utilizados y sus limitaciones

Los medios actualmente utilizados para gestionar la información operativa incluyen:

- **Planillas Excel:** Utilizadas para reportes de avance, acreditaciones y control de documentos. No cuentan con validaciones estructuradas ni control de versiones.
- **Documentos Word:** Empleados para protocolos, informes técnicos y registros de cumplimiento. Su formato varía según el supervisor o proyecto.
- **Fotografías y archivos adjuntos:** Enviados por mensajería instantánea sin nomenclatura común ni respaldo sistemático.

- **Correos electrónicos:** Principal canal de transmisión documental. No existe un sistema de seguimiento ni trazabilidad por proyecto o tipo de documento.
- **Carpetas físicas y digitales:** Almacenamiento sin estructura estandarizada. La organización depende del criterio individual del administrativo responsable.
- **Plataformas de almacenamiento en la nube:** Se emplean herramientas como Google Drive, OneDrive y Dropbox para compartir documentos entre expertos en prevención de riesgos, supervisores , administrativos y oficina técnica. Sin embargo, estas plataformas se utilizan de forma informal, sin estructura por proyecto, sin nomenclatura común ni control de versiones, lo que limita su efectividad como sistema de gestión documental.

Estas herramientas, aunque funcionales en contextos simples, resultan insuficientes para gestionar la complejidad documental de proyectos eléctricos. La falta de integración, estandarización y trazabilidad limita la capacidad de respuesta ante auditorías, genera reprocesos y compromete la eficiencia operativa.

iv. Problemas recurrentes en la gestión documental

A partir del levantamiento realizado mediante entrevistas, observación directa y revisión documental, se identificaron los siguientes problemas estructurales:

- **Reprocesos frecuentes**

Los errores en el ingreso de datos, la omisión de información crítica y las descoordinaciones internas obligan a rehacer documentos, validar nuevamente registros y repetir entregas. Esto genera sobrecarga de trabajo, pérdida de tiempo y desgaste operativo.

- **Pérdida de tiempo en búsqueda y validación**

La ausencia de nomenclaturas comunes, estructuras de almacenamiento y control de versiones obliga a los administrativos a buscar manualmente documentos, verificar su vigencia y validar su contenido. Esta tarea consume gran parte de la jornada laboral.

- **Baja estandarización**

Cada supervisor utiliza formatos distintos, criterios propios y medios variados para generar y transmitir información. Esto dificulta la consolidación documental, genera inconsistencias y aumenta el riesgo de errores.

- **Dependencia de conocimiento individual**

El acceso a documentos críticos depende de la experiencia personal y del manejo informal que ciertos administrativos tienen sobre la organización interna de la información. Actualmente, no existe un sistema que permita localizar documentos según proyecto, tipo o estado de validación, lo que dificulta la trazabilidad. Esta situación genera vulnerabilidad ante ausencias, rotación de personal o cambios organizacionales, ya que el conocimiento necesario para operar los procesos no está formalizado ni disponible para otros integrantes del equipo.

- **Dificultad para acceder a versiones actualizadas**

La falta de control de versiones y trazabilidad impide saber cuál es el documento vigente, quién lo modificó y cuándo fue validado. Esto ha generado casos en que se entregaron versiones obsoletas a mandantes, con consecuencias contractuales.

- **Riesgo de incumplimiento ante auditorías**

La informalidad en la gestión documental compromete la capacidad de respuesta ante fiscalizaciones. La falta de respaldo, trazabilidad y organización pone en riesgo el cumplimiento normativo y contractual.

2.6 Procesos críticos afectados

Se identificaron tres procesos documentales clave que concentran la mayor carga operativa y los mayores riesgos:

i. Acreditaciones laborales

Incluyen certificados, licencias, capacitaciones y fichas técnicas de cada trabajador. Se gestionan en planillas independientes, sin control de vencimientos ni trazabilidad por proyecto. La validación se realiza de forma manual, lo que genera errores y retrasos.

ii. Reportes de avance

Se elaboran en terreno y se envían por correo o mensajería. No existe un formato único ni validación estructurada. Los reportes llegan en distintos horarios, con información incompleta o duplicada, lo que obliga a reprocesar y consolidar manualmente.

iii. Protocolos técnicos

Incluyen registros de seguridad, cumplimiento normativo y procedimientos específicos. Se almacenan en carpetas digitales sin estructura fija, lo que dificulta su localización y validación. En algunos casos, se detectó que versiones obsoletas fueron entregadas por error.

2.7 Mapa de flujo de valor (VSM) actual

Para visualizar el flujo actual de información, se aplicó la herramienta Mapa de flujo de valor (VSM), que permitió identificar actividades que no agregan valor, tiempos muertos, reprocesos y puntos de quiebre. El mapa evidenció que gran parte del tiempo se destina a la búsqueda, validación y reenvío de documentos, en lugar de a tareas productivas o preventivas.

i. Etapas del flujo actual

- 1. Generación de información en terreno** Supervisores completan reportes en formatos variados (Excel, Word, formularios impresos). No existe un formato único ni validación estructurada.
- 2. Envío de documentos a oficina administrativa** Se realiza por correo electrónico o mensajería instantánea (WhatsApp). Los archivos llegan en distintos formatos, sin nomenclatura común.
- 3. Recepción y validación en oficina** Personal administrativo revisa manualmente los documentos. Se detectan errores, omisiones o duplicidades que requieren corrección.

4. **Consolidación de información** Se agrupan documentos en carpetas físicas o digitales sin estructura estándar. La trazabilidad depende del criterio personal de quienes gestionan la información, lo que genera riesgos ante ausencias, rotación de personal o cambios organizacionales.
5. **Entrega a mandante o archivo** La documentación se envía por correo o se archiva para fiscalización. En ocasiones, se deben rehacer documentos por falta de respaldo o vencimiento.

ii. Indicadores estimados

- Tiempo promedio por ciclo documental: 3 a 5 días
- Tasa de reprocesos: 30 %, según levantamiento propio realizado en Coeleco Ltda.
- Trazabilidad efectiva: Baja
- Nivel de estandarización: Bajo
- Dependencia de conocimiento individual: Alta

2.8 Evaluación de impacto operativo

La situación actual genera impactos negativos en distintos niveles:

- Operativo: Retrasos en la entrega de información, duplicidad de tareas, baja eficiencia.
- Documental: Pérdida de trazabilidad, errores en versiones, falta de respaldo.
- Contractual: Riesgo de incumplimiento ante mandantes y fiscalizaciones.
- Organizacional: Sobrecarga de personal, dependencia de prácticas informales, falta de cultura preventiva.

Estos impactos justifican la necesidad de rediseñar los procesos documentales mediante una solución digital estructurada, basada en principios Lean y adaptada a las condiciones reales de operación de Coeleco Ltda.

CAPÍTULO 3: PROPUESTA TÉCNICA

3.1 Objetivo de la propuesta

Este capítulo presenta una propuesta técnica orientada a resolver las brechas detectadas en la gestión operativa de información de Coeleco Ltda. A partir del diagnóstico realizado, se plantea el diseño conceptual de una plataforma digital interna que permita centralizar, estructurar y controlar los flujos documentales críticos, mejorando la trazabilidad, la eficiencia administrativa y la capacidad de respuesta ante mandantes.

La solución propuesta no busca reemplazar los sistemas de revisión utilizados por los clientes, sino fortalecer la gestión documental interna de Coeleco, asegurando que la información requerida esté disponible, organizada y entregada en tiempo y forma, conforme a los requerimientos específicos de cada proyecto.

3.2 Alcance funcional de la plataforma

La plataforma digital propuesta está orientada exclusivamente a la gestión documental interna de Coeleco Ltda. No contempla validación técnica de los documentos, sino su recepción, clasificación, seguimiento, control de vencimientos y preparación para entrega. Su diseño responde a las siguientes necesidades:

- Consolidar en un solo entorno la documentación generada en terreno
- Organizar los documentos por proyecto, tipo y estado
- Controlar fechas de vencimiento y entregas pendientes
- Facilitar el acceso por perfil (supervisor, administrativo, gerencia)
- Generar reportes de trazabilidad y cumplimiento documental

3.3 Módulos funcionales propuestos

La solución se estructura en módulos independientes que responden a los procesos críticos identificados en el diagnóstico. Cada módulo permite gestionar un tipo específico de información, con criterios de organización, trazabilidad y control interno.

i. Módulo de acreditaciones

Este módulo permite registrar, organizar y mantener actualizada la documentación laboral y técnica de cada trabajador, conforme a los requerimientos establecidos por el mandante. Si bien

no realiza validaciones sobre el contenido de los documentos, garantiza que estos se encuentren disponibles, vigentes y correctamente clasificados. Su estructura facilita la preparación de entregas, ya sea mediante carga directa en plataformas externas del cliente o a través de los canales definidos para la transmisión documental.

- Registro por RUT, proyecto y cargo
- Clasificación por tipo de documento (certificado, licencia, curso, contrato, anexo, IRL, etc.)
- Control de fechas de vencimiento
- Historial de entregas por proyecto
- Alertas internas para renovación o seguimiento

ii. Módulo de reportes de avance

Centraliza los reportes generados en terreno, permitiendo su organización por fecha, proyecto y responsable. No interpreta ni valida los datos técnicos, pero facilita su trazabilidad y entrega.

- Carga de reportes por fecha y proyecto
- Asociación con responsables y frentes de trabajo
- Estado de entrega (pendiente, entregado, archivado)
- Generación de reportes por período o proyecto
- Acceso por perfil técnico y administrativo

iii. Módulo de protocolos técnicos e informes.

Organiza los documentos relacionados con el avance de trabajos, seguridad, cumplimiento normativo y procedimientos específicos. No evalúa su contenido, pero permite controlar versiones, fechas y entregas.

- Clasificación por tipo de protocolo o informe
- Control de versiones y fechas de emisión
- Asociación con proyectos y responsables
- Estado de entrega y archivo
- Exportación para revisión externa

iv. Panel de control general

Integra los módulos anteriores en una vista consolidada, permitiendo monitorear el estado documental por proyecto, tipo de documento y responsable.

- Indicadores visuales de cumplimiento
- Alertas internas por vencimiento o entrega pendiente
- Filtros por fecha, proyecto, tipo documental
- Exportación de reportes para auditoría interna
- Acceso diferenciado por perfil

3.4 Aplicación de herramientas Lean en la propuesta

La plataforma se diseña bajo principios Lean, adaptados al entorno administrativo de Coeleco. A continuación, se detalla su aplicación:

VSM: Se utilizó para mapear el flujo actual y proyectar un flujo optimizado, eliminando actividades que no agregan valor y reduciendo tiempos muertos.

5S: Aplicado en la estructuración de carpetas digitales, nomenclaturas comunes, control de versiones y acceso por perfil, promoviendo orden y estandarización.

Kanban: Implementado como tablero visual para seguimiento de entregas, estado documental y coordinación entre áreas.

Andon: Traducido en alertas internas por vencimientos, entregas pendientes o documentos faltantes, reforzando la trazabilidad y la reacción oportuna.

Kaizen: Incorporado como ciclo de mejora continua, mediante retroalimentación de usuarios, revisión periódica de indicadores y ajustes incrementales.

JIT: Aplicado en la sincronización de información entre terreno y oficina, asegurando que los documentos estén disponibles justo cuando se requieren.

Heijunka: Considerado en la distribución de tareas documentales, nivelando la carga entre administrativos, expertos en prevención de riesgos y supervisores, especialmente en momentos críticos del proyecto.

3.5 Mapa de flujo de valor (VSM) propuesto

El VSM propuesto representa el estado futuro del flujo documental, una vez implementada la solución digital conceptual. En la figura se describen sus etapas:

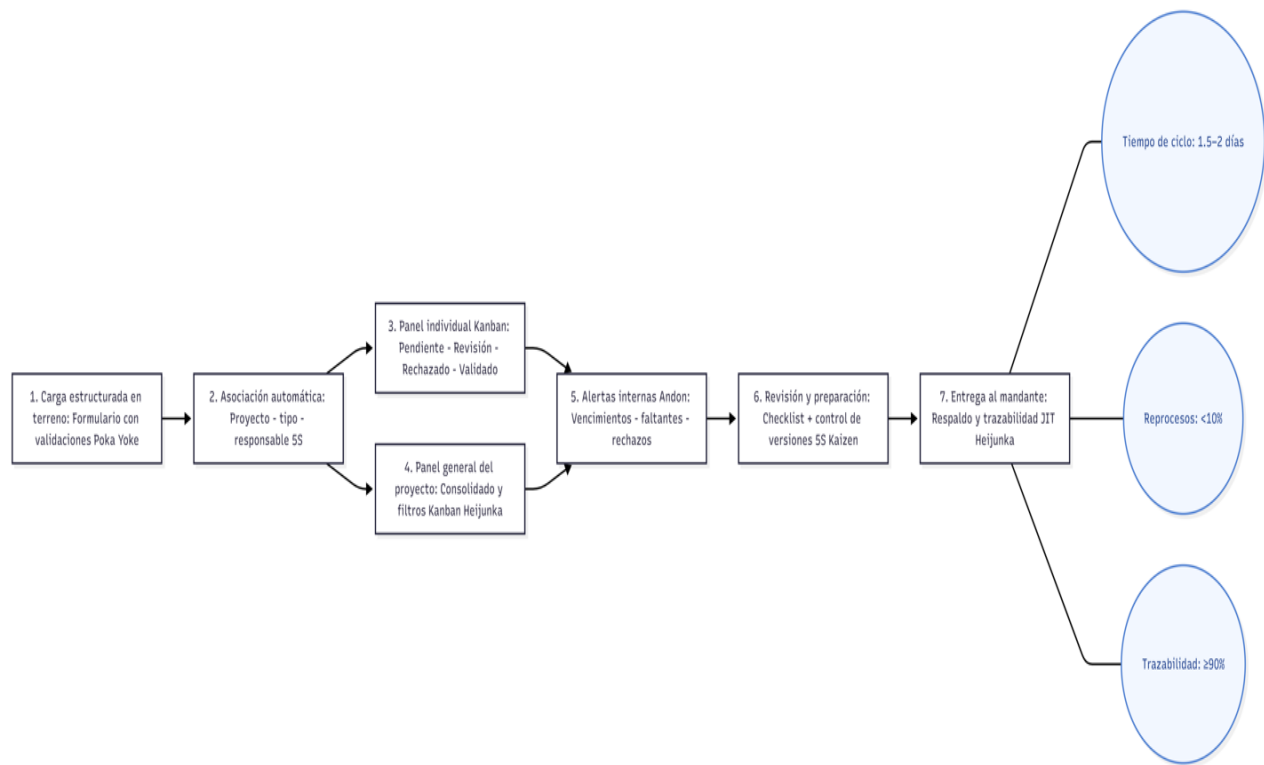


Figura 1: Mapa de flujo de valor propuesto para la gestión documental operativa en Coeleco Ltda.

Etapas del flujo propuesto:

El mapa de flujo de valor propuesto incorpora mejoras Lean que permiten optimizar la gestión documental operativa. Las etapas del flujo optimizado, junto con responsables y mejoras aplicadas, se muestran en la Tabla 3. Los tiempos promedio por etapa en el flujo propuesto se resumen en la Tabla 4, con una reducción del ciclo a 1,5–2 días. La comparación de indicadores entre el flujo actual y el propuesto se presenta en la Tabla 5, evidenciando disminución de reprocesos y mejora en la trazabilidad.

El flujo propuesto se estructura en siete etapas, más detalladas que las cinco del flujo actual, para asegurar trazabilidad y control visual.

Tabla 3: Etapas del flujo documental propuesto, responsables, medios utilizados y mejoras Lean aplicadas

Etapas	Actividad	Responsable	Medio utilizado	Mejora Lean aplicada
1	Carga de documentos desde terreno	Supervisores, expertos en prevención de riesgos	Plataforma digital (celular o computador)	Estandarización de formatos, ingreso estructurado (5S, JIT)
2	Asociación automática por proyecto y perfil	Plataforma	Digital	Eliminación de errores de clasificación, trazabilidad inmediata (VSM, 5S)
3	Visualización en panel de estado personalizado	Supervisores, expertos en prevención de riesgos	Plataforma	Tablero Kanban por estado individual (pendiente, entregado, rechazado)
4	Visualización en panel general del proyecto	Gerencia de oficina técnica	Plataforma	Visión consolidada del estado documental por proyecto (Kanban, Heijunka)
5	Alertas internas por vencimiento o entrega pendiente	Plataforma	Digital	Sistema Andon para reacción oportuna, por perfil y por proyecto
6	Revisión y preparación para entrega	Oficina técnica	Plataforma	Filtros por tipo, fecha y estado; control de versiones; historial (5S, Kaizen)
7	Entrega al mandante	Oficina técnica	Correo o plataforma externa del cliente	Documentos organizados, trazables y respaldados (JIT, Heijunka)

Tiempos estimados por etapa (optimizado):

Tabla 4: Tiempos promedio por etapa en el flujo documental propuesto

Etapas	Tiempo promedio
Carga en terreno	0,5 día
Asociación y visualización	Instantáneo
Revisión y preparación	0,5 día
Entrega al mandante	0,5 día

Tiempo total estimado por ciclo documental: 1.5 a 2 días Reducción estimada respecto al flujo actual: 50–60 %.

Indicadores proyectados:

- Tasa de reprocesos: <10 %
- Trazabilidad efectiva: Alta
- Nivel de estandarización: Alto
- Dependencia de conocimiento individual: Baja
- Capacidad de respuesta ante auditorías: Mejorada

Tiempo total estimado por ciclo documental: 1,5 a 2 días Reducción estimada respecto al flujo actual: 50–60 %

Para complementar la evaluación del flujo optimizado, se presentan los indicadores comparativos entre el estado actual y el propuesto. Estos indicadores permiten visualizar la reducción de tiempos de ciclo, la disminución de reprocesos, el aumento en la trazabilidad documental y la mejora en la capacidad de respuesta ante auditorías.

Tabla 5 Indicadores operativos comparativos entre el flujo documental actual y el flujo propuesto

Indicador	VSM Actual (observado)	VSM Propuesto (proyectado)	Mejora proyectada
Tiempo por ciclo documental	3–5 días (promedio observado ≈4 días)	1.5–2 días (proyectado ≈1,75 días)	Reducción 55–60 %
Tasa de reprocesos	Frecuentes, superiores al 50 %	Inferiores al 10 %	Reducción 80–85 %
Tasa de atrasos de entrega	15%	2%	87%
Trazabilidad documental	Baja	Alta	Se triplica respecto al nivel actual
Nivel de estandarización	Limitado	Elevado	Se duplica respecto al nivel actual
Dependencia de conocimiento individual	Alta	Reducida	Reducción 70–75 %
Capacidad de respuesta ante auditorías	Limitada	Mejorada	Mejora significativa

i. Etapas del flujo optimizado

Ingreso estructurado en terreno Supervisores cargan documentos en formatos definidos, según requerimientos del mandante. La plataforma permite asociarlos al proyecto y tipo documental correspondiente.

Sincronización automática Los documentos se transmiten a la oficina mediante conexión en la nube, quedando disponibles para revisión interna y preparación de entrega.

Organización y seguimiento administrativos clasifican los documentos, controlan fechas de vencimiento y verifican que se cumplan los requerimientos del cliente. No se realiza validación técnica.

Consolidación por proyecto los documentos se agrupan por proyecto, tipo y estado, permitiendo generar reportes de cumplimiento y preparar entregas.

Entrega y respaldo La documentación se exporta o comparte según el canal definido por el mandante (correo, plataforma externa). Se mantiene respaldo interno y trazabilidad completa.

ii. Indicadores proyectados

- Tiempo promedio por ciclo documental: 1 a 2 días
- Tasa de reprocesos: <10 %
- Trazabilidad efectiva: Alta
- Nivel de estandarización: Alto
- Dependencia de conocimiento individual: Baja

3.6 Beneficios esperados

La implementación de la solución digital permitiría:

- Mejorar la organización y trazabilidad de la documentación interna.
- Reducir los tiempos de respuesta ante requerimientos de mandantes.
- Disminuir los reprocesos por errores de entrega o vencimiento.
- Fortalecer la coordinación entre terreno y oficina.
- Consolidar una cultura organizacional basada en la eficiencia y la mejora continua.

3.7 Consideraciones para implementación futura

Aunque este estudio no contempla el desarrollo de software, se establecen recomendaciones para una futura implementación:

- Validación funcional: Realizar pruebas piloto en un proyecto específico para ajustar funcionalidades y evaluar usabilidad.
- Capacitación interna: Diseñar programas de formación para supervisores y administrativos, orientados al uso de la plataforma y adopción de prácticas Lean.
- Escalabilidad: Asegurar que la solución pueda adaptarse a distintos tamaños de proyecto, regiones y exigencias contractuales.

- Seguridad documental: Incorporar mecanismos de respaldo, control de acceso y protección de datos conforme a la normativa vigente.
- Monitoreo y mejora continua: Establecer indicadores de desempeño documental, ciclos de revisión y mecanismos de retroalimentación para aplicar Kaizen de forma sostenida.

CAPÍTULO 4: EVALUACIÓN DE FACTIBILIDAD TÉCNICA

4.1 Objetivo de la evaluación

Este capítulo tiene por objetivo evaluar la factibilidad técnica de implementar la solución digital conceptual propuesta en el capítulo anterior. La evaluación se realiza considerando las condiciones reales de operación de Coeleco Ltda., sus recursos disponibles, los perfiles de usuario involucrados y los requerimientos funcionales definidos en el diseño.

La factibilidad técnica se analiza desde cinco dimensiones clave: compatibilidad tecnológica, infraestructura disponible, usabilidad esperada, costos e impacto proyectado. Cada dimensión se aborda con base en el diagnóstico realizado, la experiencia operativa de la empresa y los principios Lean aplicados en la propuesta.

4.2 Compatibilidad tecnológica

La solución propuesta se basa en una arquitectura modular alojada en la nube, lo que permite su implementación sin necesidad de desarrollar software desde cero ni adquirir infraestructura física adicional. Coeleco Ltda. ya utiliza herramientas digitales básicas como correo electrónico, almacenamiento en la nube (Google Drive, OneDrive), planillas Excel y mensajería instantánea, lo que indica una base tecnológica suficiente para adoptar una plataforma de gestión documental interna.

La compatibilidad tecnológica se evalúa en función de los siguientes aspectos:

- Interoperabilidad: La plataforma puede integrarse con los sistemas existentes mediante formatos estándar (PDF, Excel, Word) y enlaces compartidos. No requiere integración con sistemas externos de los mandantes, ya que su función es exclusivamente interna.
- Acceso multiplataforma: La solución puede ser utilizada desde computadores de escritorio, notebooks y dispositivos móviles, tanto en terreno como en oficina, mediante conexión a internet.
- Seguridad y respaldo: Al estar alojada en la nube, permite establecer controles de acceso por perfil, respaldos automáticos y protección de datos conforme a la normativa vigente.
- Escalabilidad: La arquitectura modular permite adaptar la solución a distintos tamaños de proyecto, regiones y exigencias contractuales, sin necesidad de rediseño estructural.

En conclusión, la solución propuesta es plenamente compatible con el entorno tecnológico actual de Coleco Ltda., y puede ser implementada sin generar conflictos con las herramientas ya utilizadas por el personal.

4.3 Infraestructura disponible

La infraestructura tecnológica de Coleco Ltda. incluye:

- Equipos de escritorio y notebooks en oficina técnica
- Notebooks para supervisores, administrativos y expertos en prevención de riesgos en terreno
- Smartphones utilizados en terreno
- Tablet utilizados en terreno
- Conectividad básica a internet en faenas (datos móviles, Wi-Fi)
- Acceso a plataformas de almacenamiento en la nube
- Conexión a internet en oficinas centrales mediante fibra óptica

Esta infraestructura permite implementar una solución digital basada en formularios estructurados, paneles visuales y módulos de organización documental sin necesidad de inversiones mayores. La conectividad disponible es suficiente para sincronizar información entre terreno y oficina, especialmente si se considera que la plataforma no requiere transmisión en tiempo real, sino sincronización periódica.

Además, el personal técnico y administrativo ya está familiarizado con el uso de herramientas digitales básicas, lo que facilita la adopción de una plataforma más estructurada, siempre que se acompañe de un proceso de capacitación adecuado.

4.4 Usabilidad esperada

La usabilidad de la plataforma se evalúa en función de los perfiles de usuario involucrados:

- Supervisores de terreno: Requieren una interfaz simple para cargar documentos, asociarlos a proyectos y visualizar el estado de entrega. La plataforma debe permitir

ingreso rápido, desde dispositivos móviles, con nomenclaturas predefinidas y alertas internas.

- Administrativos de oficina: Necesitan herramientas para organizar, clasificar, controlar vencimientos y generar reportes. La interfaz debe permitir filtros por proyecto, tipo documental y estado, así como exportación de entregables.
- Expertos en prevención de riesgos: Utilizan la plataforma para registrar charlas de seguridad, inspecciones, observaciones y cumplimiento normativo. Necesitan herramientas que permitan documentar actividades en terreno, adjuntar evidencias, clasificar por tipo y proyecto, y verificar el estado de entrega de sus registros y de los supervisores. La interfaz debe ser clara, funcional y adaptada al uso en dispositivos móviles.
- Gerencia interna: Necesita acceder a indicadores de cumplimiento, trazabilidad general y reportes consolidados por proyecto. Requiere paneles visuales tipo dashboard con métricas clave y filtros ejecutivos.

La propuesta contempla interfaces diferenciadas según el rol, con flujos de navegación intuitivos, nomenclaturas estandarizadas y paneles visuales tipo Kanban. No se requiere conocimiento técnico avanzado, lo que facilita la adopción por parte del personal.

Además, se propone incorporar ciclos de retroalimentación y mejora continua (Kaizen), que permitan ajustar la plataforma según las necesidades emergentes, fortaleciendo su usabilidad a largo plazo.

La capacitación grupal y asistencia inicial presupuestadas aseguran adopción efectiva de la plataforma por todos los perfiles de usuario involucrados.

4.5 Costos estimados de implementación

La solución propuesta no contempla el desarrollo de un software propietario, sino la estructuración de una plataforma digital basada en herramientas disponibles, adaptadas a los procesos internos de Coeleco Ltda. Por tanto, los costos estimados se dividen en tres categorías: inversión inicial, costos recurrentes y costos indirectos. Los costos iniciales de implementación se

detallan en la Tabla 6, mientras que los costos recurrentes asociados a la operación se presentan en la Tabla 7. Finalmente, los costos indirectos se describen en el texto, dado que corresponden a impactos no monetizados directamente en tablas.

En los cálculos se considera 1 UF = \$39.720,28 CLP (29-dic-2025, SII).

i. Costos iniciales (CAPEX)

Tabla 6: Costos iniciales CAPEX

Concepto	Monto (\$)	Monto UF
Análisis y diseño funcional	1.000.000	25,2 UF
Desarrollo 5 módulos	3.200.000	80,5 UF
Pruebas y QA	400.000	10,1 UF
Puesta en producción	200.000	5,0 UF
Capacitación grupal	200.000	5,0 UF
Asistencia inicial	250.000	6,3 UF
Total CAPEX Año 0	5.250.000	132,2 UF

ii. Costos recurrentes (OPEX)

Tabla 7: Costo recurrentes OPEX

Concepto	Año 1 (\$)	Año 1 UF	Años 2-5 (\$)	Años 2-5 UF
Hosting VPS	120.000	3,0 UF	120.000	3,0 UF
Soporte técnico	500.000	12,6 UF	180.000	5,0 UF
Mantenimiento	100.000	2,5 UF	100.000	2,0 UF
Total OPEX	720.000	18,1 UF	400.000	10,1 UF

iii. Costos indirectos

- Tiempo de adaptación del personal
- Reorganización de flujos internos
- Ajustes operativos durante la transición

Estos costos pueden ser mitigados mediante una implementación gradual, acompañada de capacitación, seguimiento y asistencia técnica.

4.6 Evaluación económica

La evaluación económica tiene por objetivo cuantificar, en términos monetarios, el impacto de implementar la plataforma digital en la operación de Coeleco Ltda. Se comparan los costos de inversión y operación de la solución con los beneficios derivados de la reducción de tiempos de ciclo, reprocesos y atrasos en la gestión documental. En este análisis, un ciclo se entiende como un proyecto completo que genera y gestiona un conjunto de documentos operativos, por lo que se considera una base de 12 proyectos al año, coherente con la carga habitual de trabajo de la empresa y el volumen estimado de 80 documentos mensuales, que hacen un total de 960 documentos anuales, tal como se muestra en la Tabla 8.

Base cuantitativa.

Se compara el desempeño operativo actual con el proyectado tras implementar la plataforma digital.

Tabla:8 Base cuantitativa

Indicador	Flujo actual	Flujo optimizado	Mejora (%)
Tiempo ciclo	3-5 días (32 HH/ciclo)	1,5-2 días (14 HH/ciclo)	56%
Tasa reprocesos	50%	10%	80%
Atrasos entrega	15%	2%	87%
Volumen operativo	80 documentos/mes	80 documentos/mes	-

i. Monetización beneficios

Se traduce la mejora operativa en valor monetario calculando las horas de trabajo ahorradas y multiplicándolas por el costo hora promedio de Coeleco Ltda., equivalente a \$5.200 por hora. Este valor representa el costo laboral directo de la empresa para personal técnico y administrativo involucrado en la gestión documental. Los resultados se encuentran en la Tabla 9.

Los documentos considerados corresponden a los procesos críticos identificados: acreditaciones laborales, reportes de avance y protocolos técnicos.

Tabla 9: Monetización de beneficios

Concepto	Cálculo	Monto anual (\$)	UF
Horas reducidas	$12 \text{ ciclos} \times 18 \text{ HH/ciclo} \times \$5.200$	1.123.200	28,3 UF
Reducción reprocesos	$960 \text{ documentos} \times 40\% \times 2 \text{ HH} \times \$5.200$	3.993.600	100,5 UF
Reducción atrasos	$960 \text{ documentos} \times 13\% \times 3 \text{ HH} \times \$5.200$	1.946.880	49,0 UF
Total beneficios anuales		7.063.680	177,8 UF

Además de los ahorros cuantificados en horas de trabajo, la plataforma contribuye a reducir la probabilidad de multas contractuales asociadas a atrasos en la entrega de documentación y reprocesos administrativos. Si bien en este estudio no se incluyeron valores monetarios específicos por falta de antecedentes oficiales, la existencia de estas sanciones refuerza el carácter beneficioso del proyecto en términos económicos, al disminuir riesgos de costos adicionales no previstos.

ii. Flujo de caja incremental descontado

La evaluación económica busca demostrar que la plataforma genera más beneficios que costos, considerando el valor real del dinero en el tiempo. Se proyectan flujos netos durante 5 años,

descontando al 12% para reflejar el costo de oportunidad de invertir en Coeleco Ltda. El detalle de estos flujos y sus valores descontados figura en la Tabla 10.

La tasa de descuento del 12% se basa en el Interés máximo convencional para PYME de la CMF de 10,08% vigente diciembre 2025, ajustado conservadoramente en 2% por los riesgos específicos del sector construcción eléctrica como retrasos, sobrecostos y volatilidad operativa. Esta tasa refleja el costo real de oportunidad para Coeleco Ltda. según datos oficiales del mercado chileno.

Tabla 10: Flujo de caja incremental descontado

Año	Beneficios (\$)	Costos (\$)	Flujo neto (\$)	Factor descuento	Flujo descontado (\$)	Flujo descontado (UF)
0	0	5.250.000	-5.250.000	1	-5.250.000	-132,2 UF
1	7.063.680	720.000	6.343.680	0,893	5.664.000	142,5 UF
2	7.063.680	400.000	6.663.680	0,797	5.310.000	133,7 UF
3	7.063.680	400.000	6.663.680	0,712	4.742.000	119,4 UF
4	7.063.680	400.000	6.663.680	0,636	4.238.000	106,6 UF
5	7.063.680	400.000	6.663.680	0,567	3.778.000	95,1 UF
VAN Total					18.482.000	465,2 UF

iii. Cálculo Payback

El Payback mide el tiempo exacto en que Coeleco Ltda. recupera su inversión inicial de \$5.250.000 mediante los flujos netos generados por la plataforma.

En el Año 1 se genera \$6.343.680 de flujo neto, superando la inversión inicial. La fracción del año requerida se calcula dividiendo la inversión por el flujo del Año 1:

$$\$5.250.000 \div \$6.343.680 = 0,83 \text{ años}$$

Esto equivale a 10 meses. La plataforma se autofinancia completamente antes de finalizar el primer año de operación, confirmando su alta rentabilidad. El cálculo detallado del periodo de recuperación se muestra en la Tabla 11.

Tabla 11: Payback acumulado

Año	Flujo neto (\$)	Flujo acumulado (\$)	Flujo acumulado UF
0	-5.250.000	-5.250.000	-132,2 UF
1	6.343.680	1.093.680	27,5 UF

iv. Análisis sensibilidad:

El análisis de sensibilidad evalúa la robustez de la rentabilidad del proyecto ante variaciones en las variables críticas. Se han definido tres escenarios (Pesimista, Base y Optimista) aplicando variaciones de $\pm 20\%$ en los beneficios operativos, $\pm 30\%$ en el CAPEX inicial y un ajuste de ± 3 puntos porcentuales en la tasa de descuento. Cabe destacar que, en el escenario optimista, la reducción del CAPEX inicial en un 30% evidencia que el proyecto podría ejecutarse con una inversión significativamente menor, lo que incrementa el VAN y refuerza la viabilidad financiera bajo condiciones favorables.

Los parámetros de cada escenario se detallan en la Tabla 12, mientras que los resultados del VAN obtenido en cada caso se presentan en la Tabla 13.

Tabla 12: Escenarios del análisis de sensibilidad

Variable	Pesimista	Base	Optimista
Beneficios anuales	142,2 UF (-20%)	177,8 UF	213,4 UF (+20%)
Tasa descuento	15%	12%	9%
CAPEX inicial	171,8 UF (+30%)	132,2 UF	92,5 UF (-30%)

Impacto en el Valor Actual Neto (VAN):

El siguiente cuadro resume cómo cambia el valor del proyecto ante la variación aislada de cada variable, manteniendo las demás constantes:

Tabla 13: Resultados VAN por escenarios de sensibilidad

Resultados VAN (\$)	Pesimista	Base	Optimista

Beneficios ($\pm 20\%$)	181,0 UF	465,2 UF	749,4 UF
Tasa ($\pm 3pp$)	348,6 UF	465,2 UF	590,0 UF
CAPEX ($\pm 30\%$)	427,8 UF	465,2 UF	502,6 UF

Interpretación del Análisis de Sensibilidad

El análisis de sensibilidad permite identificar el grado de impacto de las variables críticas sobre la rentabilidad del proyecto:

- **Sensibilidad a los Beneficios:** Es la variable de mayor impacto. Una disminución del 20% en los beneficios operativos (ahorros proyectados) reduce el VAN a 181,0 UF (\$7.200.000).
- **Sensibilidad al CAPEX:** El proyecto presenta baja sensibilidad a la inversión inicial. Un incremento del 30% en los costos de implementación solo reduce el VAN en un 8%, situándolo en 427,8 UF (\$16.950.000).
- **Sensibilidad a la Tasa:** Ante un aumento de 3 puntos porcentuales en la tasa de descuento (alcanzando un 15%), el VAN se ajusta a 348,6 UF (\$13.850.000), manteniendo la viabilidad económica.

4.7 Impacto proyectado

La implementación de la plataforma digital propuesta se proyecta como una mejora significativa en la gestión operativa de información de Coeleco Ltda. A continuación se detallan los impactos esperados:

i. Eficiencia operativa

- Reducción de tiempos de búsqueda, clasificación y entrega documental.
- Disminución de reprocesos por errores, omisiones o vencimientos.
- Mejora en la coordinación entre terreno y oficina.

ii. Trazabilidad documental

- Registro estructurado de entregas por proyecto, tipo y fecha.
- Control de versiones y responsables.
- Generación de reportes para auditoría interna y seguimiento.

iii. Cumplimiento contractual

- Mayor capacidad de respuesta ante requerimientos de mandantes.
- Reducción del riesgo de incumplimiento por entregas incompletas o fuera de plazo.
- Fortalecimiento de la imagen profesional de la empresa.

iv. Cultura organizacional

- Promoción de prácticas estandarizadas.
- Adopción de principios Lean en la gestión administrativa.
- Consolidación de una cultura basada en la mejora continua.

4.8 Limitaciones y riesgos

Si bien la propuesta es técnicamente viable, existen ciertas limitaciones y riesgos que deben ser considerados:

- Resistencia al cambio: Algunos usuarios pueden mostrar reticencia a modificar sus prácticas actuales. Esto requiere acompañamiento, capacitación y liderazgo interno.
- Dependencia de conectividad: Aunque la plataforma no requiere transmisión en tiempo real, sí depende de conectividad básica para sincronización. En faenas con baja señal, esto puede generar retrasos.
- Adaptación a distintos mandantes: Cada cliente tiene requerimientos específicos. La plataforma debe ser flexible para adaptarse a distintos formatos, nomenclaturas y canales de entrega.

- Sostenibilidad operativa: La mejora continua requiere compromiso organizacional. Sin seguimiento, retroalimentación y ajustes periódicos, la plataforma puede perder efectividad.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

El presente trabajo de título permitió evaluar y validar la factibilidad técnica y económica de una plataforma digital para la gestión operativa de información en Coeleco Ltda., integrando herramientas Lean para optimizar la coordinación entre terreno y oficina. Tras el desarrollo del estudio, se establecen las siguientes conclusiones:

Cumplimiento de Objetivos

Se logró diagnosticar el flujo actual, caracterizado por una alta dependencia de canales informales y una tasa de reprocesos superior al 50%. Mediante el rediseño bajo principios Lean, se propuso una arquitectura digital que reduce los tiempos de ciclo documental de un promedio de 5 días a solo 1,5 a 2 días, cumpliendo así con el objetivo de mejorar la trazabilidad y estandarización de la información.

Aporte de la Metodología Lean

La aplicación de herramientas Lean demostró ser el factor diferenciador del proyecto:

- El VSM permitió identificar y eliminar "mudas" (desperdicios) como la duplicidad de archivos y la búsqueda manual de información.
- El sistema Poka Yoke y las 5S digitales garantizan que la información nazca estandarizada desde el terreno, eliminando el error humano en la nomenclatura y clasificación.
- La implementación de Kanban y Andon otorga a la gerencia una visibilidad en tiempo real que antes no existía, transformando la gestión reactiva en una proactiva.

Factibilidad técnica y económica

Desde la perspectiva técnica, el uso de un diseño basado en herramientas adaptables asegura una implementación rápida y de bajo costo. Económicamente, el proyecto es altamente rentable:

- Presenta un VAN de \$18.482.000 en un horizonte de 5 años.
- Una TIR de 115%, lo que supera con creces el costo de oportunidad del capital (12%).

- Un periodo de recuperación de la inversión (Payback) de solo 10 meses, lo que minimiza el riesgo financiero para Coeleco Ltda.

Impacto organizacional

La plataforma no solo resuelve un problema de archivos, sino que fortalece la cultura organizacional hacia la excelencia operativa y el cumplimiento contractual frente a mandantes críticos del sector eléctrico. Se concluye que el éxito a largo plazo dependerá de la gestión del cambio y el compromiso de los líderes para mantener la disciplina operativa propuesta por el sistema 5S.

Recomendaciones

Como futura línea de trabajo, se recomienda:

- Explorar la integración de la plataforma con sistemas de firma electrónica avanzada.
- Incorporar módulos de gestión de inventarios en terreno, profundizando la transformación digital de la empresa.
- Establecer un plan de capacitación continua para asegurar la adopción sostenida de las prácticas Lean.
- Implementar un sistema de seguimiento de indicadores documentales que permita evaluar periódicamente la eficiencia y trazabilidad alcanzadas.

BIBLIOGRAFÍA

Coeleco Ltda. (2024). *Manuales de procedimientos para acreditación laboral y protocolos de seguridad (HSEC).* Documentación técnica de circulación interna. Villa Alemana, Chile.

Coeleco Ltda. (2025). *Bases de datos de proyectos y registros históricos de gestión operativa (2023-2024).* Archivo digital de oficina técnica.

Comisión para el Mercado Financiero (CMF). (2025). *Determinación de Tasas de Interés Máximo Convencional para operaciones no reajustables en moneda nacional.* <http://www.cmfchile.cl>.

Donoso, K. (2025). *Entrevistas semiestructuradas y notas de campo: Levantamiento de brechas en supervisión de terreno y oficina administrativa.* Coeleco Ltda. [Datos primarios de investigación].

Heizer, J., & Render, B. (2014). *Principios de Administración de Operaciones* (11ª ed.). Pearson Educación.

ISO 9001:2015. *Sistemas de Gestión de la Calidad – Requisitos.* Ginebra: Organización Internacional de Normalización.

Liker, J. K. (2004). *The Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer.* McGraw-Hill.

Ohno, T. (1988). *Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production.* Productivity Press.

Rother, M., & Shook, J. (2003). *Learning to See: Value Stream Mapping to Add Value and Eliminate Muda.* Lean Enterprise Institute.

Sapag Chain, N., & Sapag Chain, R. (2014). *Preparación y Evaluación de Proyectos* (6ª ed.). McGraw-Hill.

Servicio de Impuestos Internos (SII). (2025). *Valores y Fechas UF 2025.* Disponible en: https://www.sii.cl/valores_y_fechas/uf/uf2025.htm.

Superintendencia de Electricidad y Combustibles (SEC). (2024). *Pliegos Técnicos Normativos (RIC) para instalaciones eléctricas*. Santiago, Chile.

Womack, J. P., & Jones, D. T. (2003). *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation*. Free Press.

UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
SEDE VIÑA DEL MAR – JOSE MIGUEL CARRERA

Anexo A.

Módulo SST – Gestión documental de seguridad y salud en el trabajo
Ejemplo de procedimiento interno para la plataforma digital de gestión operativa de
información en Coleco Ltda.

Trabajo de Titulación para optar al Título Profesional
de Ingeniero de Ejecución en Gestión Industrial

Alumna: Katherine Johana Donoso Ampuero

Profesor Guía:

Ing. Denis Riquelme Sandoval

INDICE

1. Introducción.....	¡Error! Marcador no definido.
2. Objetivo del módulo	¡Error! Marcador no definido.
3. Alcance	¡Error! Marcador no definido.
4. Actores involucrados.....	¡Error! Marcador no definido.
5. Funcionamiento del módulo.....	¡Error! Marcador no definido.
6. Estados del requerimiento	¡Error! Marcador no definido.
7. Alertas automáticas (Andon digital)	¡Error! Marcador no definido.
8. Herramientas Lean aplicadas.....	¡Error! Marcador no definido.
9. Indicadores de desempeño KPI.....	¡Error! Marcador no definido.
10. Ejemplo práctico de uso	¡Error! Marcador no definido.
11. Visualización global en la plataforma	¡Error! Marcador no definido.
12. Seguimiento y mejora continua	¡Error! Marcador no definido.
13. Conclusiones del módulo	¡Error! Marcador no definido.

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Indicadores operativos.....	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 2: Indicadores de calidad.	¡Error! Marcador no definido.

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Registro de requerimientos en el módulo SST: ingreso mediante formulario digital en el celular y carga documental desde computador.	¡Error! Marcador no definido.
Figura 2: Alertas automáticas (Andon digital) en la plataforma	¡Error! Marcador no definido.
Figura 3: Visualización global del tablero digital desde aplicación móvil.	¡Error! Marcador no definido.

1.Introducción

El presente anexo tiene por finalidad documentar de manera detallada el funcionamiento del módulo de Seguridad y Salud en el Trabajo (SST), diseñado como parte de la plataforma digital de gestión operativa de información propuesta para Coeleco Ltda.

Su propósito es ofrecer un ejemplo práctico de cómo se estructuran los procedimientos internos asociados a la gestión documental preventiva, integrando objetivos, alcance, actores, funcionamiento, estados de requerimiento, alertas automáticas, indicadores de desempeño y mecanismos de mejora continua.

Este anexo complementa el Trabajo de Titulación, proporcionando una referencia técnica que permite visualizar la aplicación de herramientas Lean (5S, Poka Yoke, Kanban, Andon y PDCA) en la gestión documental de seguridad y salud en el trabajo. De esta forma, se refuerza la trazabilidad, la estandarización y el control visual inmediato, contribuyendo al cumplimiento normativo y a la cultura preventiva de la organización.

2. Objetivo del módulo

Gestionar digitalmente los requerimientos documentales periódicos de seguridad y salud en el trabajo asociados a cada proyecto, permitiendo su carga por parte del supervisor de terreno, su revisión por el área de prevención de riesgos y el seguimiento de su estado mediante indicadores visuales y alertas automáticas.

3. Alcance

Aplica exclusivamente a los requerimientos SST definidos en la plataforma según su tipo y periodicidad (diarios, semanales, quincenales, mensuales). Comprende el registro desde terreno, la revisión técnica y el control visual del cumplimiento.

4. Actores involucrados

Supervisor de terreno: genera la información, completa formularios o carga documentos, y corrige en caso de rechazo.

Área de prevención de riesgos: revisa cada requerimiento, valida o rechaza según criterios normativos, y registra observaciones.

Administrador de plataforma: configura periodicidad, nomenclatura y alertas, además de monitorear indicadores de desempeño.

5. Funcionamiento del módulo

Al ingresar al módulo SST desde la aplicación móvil o la plataforma web, el supervisor de terreno visualiza el listado de requerimientos pendientes según el calendario definido. Para cada requerimiento puede:

- Completar directamente un formulario digital en la aplicación, lo que permite registrar datos en terreno de manera rápida y estandarizada.
- Cargar un documento previamente digitalizado desde computador, en aquellos casos en que la actividad se realiza en papel (por ejemplo, listas de asistencia firmadas o registros manuales).



Figura 2: Registro de requerimientos en el módulo SST: ingreso mediante formulario digital en el celular y carga documental desde computador.

La plataforma aplica automáticamente la nomenclatura estandarizada definida por la empresa, que combina tipo de documento, cliente, número de proyecto y fecha. Por ejemplo: REG-VH-CGET-345-2026-03-29.pdf donde REG-VH corresponde al tipo de documento (registro de vehículo), CGET a la abreviatura del cliente, 345 al número que identifica el proyecto, y la fecha asegura trazabilidad temporal.

Una vez registrado, el requerimiento cambia automáticamente al estado pendiente de revisión. El área de prevención de riesgos recibe una notificación y accede al documento para verificar su contenido. Si cumple con los criterios normativos, el estado pasa a validado; si presenta errores u omisiones, pasa a rechazado, acompañado de una observación que indica el motivo.

El sistema genera alertas automáticas cuando un requerimiento está próximo a vencer, ha sido rechazado sin corrección o se encuentra vencido sin carga, asegurando control visual inmediato.

6. Estados del requerimiento

- **Pendiente (círculo rojo):** el requerimiento aún no ha sido completado.
- **Pendiente de revisión (círculo amarillo):** el documento fue cargado y espera revisión.
- **Validado (círculo verde):** el documento fue revisado y aprobado.
- **Rechazado (X roja):** el documento fue revisado y no aprobado; requiere corrección.



Figura 3: Alertas automáticas (Andon digital) en la plataforma.

7. Alertas automáticas (Andon digital)

El sistema genera alertas visuales únicamente relacionadas con el vencimiento y el atraso en la carga de los registros:

- **Alerta amarilla:** se activa 48 horas antes del vencimiento del plazo de un requerimiento, cuando el documento aún no ha sido cargado.
- **Alerta roja:** se activa cuando el plazo del requerimiento ya venció y el registro sigue sin carga, indicando incumplimiento.



Figura 4: Alertas automáticas (Andon digital) en la plataforma.

8. Herramientas Lean aplicadas

- **5S:** nomenclatura estandarizada para documentos.
- **Poka-Yoke:** validaciones automáticas en formularios digitales.
- **Kanban:** tablero visual con estados de requerimiento.
- **Andon:** alertas automáticas por incumplimiento.
- **PDCA (Kaizen):** mejora continua en el cierre documental.

9. Indicadores de desempeño KPI

El diagnóstico inicial evidenció tiempos de ciclo extensos, alta tasa de reprocesos, baja trazabilidad y un nivel de estandarización limitado. Con la implementación del módulo SST, estos indicadores mejoran de manera significativa gracias a la digitalización, la nomenclatura estandarizada y el control visual mediante herramientas Lean.

Tabla 14: Indicadores operativos.

Indicador	Estado actual	Estado esperado con módulo SST
Tiempo de ciclo documental	3–5 días	Menos de 24 horas
Tasa de reprocesos	Más del 50 %	Menos del 10 %
Trazabilidad efectiva	Baja	Completa y digital

Tabla 15: Indicadores de calidad.

Indicador	Estado actual	Estado esperado con módulo SST
Nivel de estandarización	Limitado	Total con nomenclatura 5S
Respuesta ante auditorías	Reducida	Inmediata con tablero Kanban

10. Ejemplo práctico de uso

Requerimiento: Inspección de herramientas – Proyecto CGET-345 – 02-04-2026

- Durante los primeros cinco días de cada mes, el supervisor de terreno realiza la inspección de herramientas en faena. En este caso, se inspecciona un **esmeril**.
- El registro se gestiona en la plataforma de dos formas:

- **Formulario digital en la aplicación:** el supervisor completa directamente en el celular el estado del esmeril (aprobado, observación, rechazado). El sistema aplica validaciones automáticas para evitar omisiones y genera el archivo con nomenclatura estandarizada: REG-HR-ESMERIL-CGET-345-02-04-2026.pdf
 - **Formato en papel:** si la inspección se hace con planilla física firmada por el responsable, el supervisor la digitaliza y la sube al requerimiento correspondiente. Al cargarla, la plataforma asigna automáticamente la nomenclatura estandarizada, incluyendo el tipo de herramienta: REG-HR-ESMERIL-CGET-345-02-04-2026.pdf
- Una vez cargado el registro, el estado cambia a pendiente de revisión (círculo amarillo).
 - El área de prevención de riesgos recibe la notificación, revisa el documento y valida que cumple con los criterios normativos. El estado pasa a validado (círculo verde).
 - Si el registro presenta errores (por ejemplo, ausencia de firma o herramienta no registrada), el estado pasa a rechazado (X roja), acompañado de la observación correspondiente.

Alertas automáticas (Andon digital):

- **Alerta amarilla (!):** se activa cuando el plazo del requerimiento está próximo a vencer y el registro **aún no ha sido cargado**.
- **Alerta roja (!):** se activa cuando el supervisor no carga el registro dentro de los cinco primeros días del mes, marcando el incumplimiento.

11. Visualización global en la plataforma

El módulo SST presenta un tablero digital que concentra todos los requerimientos asociados a cada proyecto, permitiendo un control visual inmediato. Cada registro se representa como una tarjeta que muestra su estado (pendiente, pendiente de revisión, validado o rechazado) y, en caso de corresponder, la alerta automática de vencimiento o atraso.

Este tablero funciona como un Kanban digital, donde los supervisores de terreno, el área de prevención de riesgos y el administrador de plataforma pueden identificar en tiempo real:

- Los requerimientos que aún no han sido cargados.
- Los documentos en proceso de revisión.
- Los registros validados y disponibles para auditoría.
- Los incumplimientos señalados por alertas rojas.

La visualización global asegura trazabilidad completa y facilita la toma de decisiones, al integrar en un solo espacio los estados y alertas definidos previamente.

12. Seguimiento y mejora continua

El módulo SST no solo permite la carga y validación de documentos, sino que también facilita el seguimiento sistemático del cumplimiento mediante indicadores y ciclos de mejora continua.

- Los indicadores operativos (tiempo de ciclo, tasa de reprocesos, trazabilidad) se actualizan automáticamente en la plataforma, mostrando la evolución del desempeño en cada proyecto.
- Los indicadores de calidad (nivel de estandarización, respuesta ante auditorías) se reflejan en el tablero visual, permitiendo identificar brechas y oportunidades de mejora.
- La metodología PDCA (Plan-Do-Check-Act) se aplica de manera transversal: cada incumplimiento detectado por alertas rojas genera una acción correctiva, que se registra y se evalúa en el siguiente ciclo.
- El administrador de plataforma consolida esta información y la comunica a los equipos, asegurando que las lecciones aprendidas se integren en la operación diaria.

De esta forma, el módulo no se limita a la gestión documental, sino que se convierte en una herramienta de mejora continua, alineada con los principios Lean y con la cultura preventiva de la organización.

13. Conclusiones del módulo

La implementación del módulo SST permite transformar la gestión documental de seguridad y salud en el trabajo en un proceso digital, estandarizado y trazable. Los principales aportes se resumen en:

- **Digitalización completa:** elimina tiempos de ciclo extensos y reduce la dependencia de registros en papel.
- **Estandarización documental:** la nomenclatura uniforme asegura orden, facilita auditorías y fortalece la trazabilidad.
- **Control visual inmediato:** los estados y alertas automáticas permiten identificar en tiempo real el cumplimiento o incumplimiento de los requerimientos.
- **Integración de herramientas Lean:** el uso de 5S, Poka Yoke, Kanban, Andon y PDCA asegura eficiencia operativa y mejora continua.
- **Fortalecimiento de la cultura preventiva:** al simplificar la gestión y dar visibilidad a los actores, se promueve el cumplimiento normativo y la responsabilidad compartida en cada proyecto.

En conjunto, el módulo SST constituye una herramienta estratégica para la excelencia operacional, alineando la gestión documental con estándares modernos de digitalización, control visual y mejora continua.