UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

Modelo de operación por procesos para la gestión de especificaciones técnicas en proyectos de Automatización y Control. Caso de aplicación en Summum Projects.

Autor

Ricardo Rodríguez Bareño

Rafael Mauricio Sepúlveda Ruiz

Tutor

Luz Esperanza Bohórquez Arévalo.

Doctora en Ciencias de la Dirección

Universidad Distrital Francisco José De Caldas

Especialización en Gestión de Proyectos de Ingeniería

Facultad de Ingeniería

Bogotá, Colombia

Diciembre de 2025

CONTENIDO

CONTENIDO 2

LISTA DE TABLAS 7

LISTA DE ILUSTRACIONES 9

GLOSARIO 10

RESUMEN 12

PALABRAS CLAVE 14

INTRODUCCIÓN 15

CONTEXTO E IDENTIFICACIÓN DEL PROYECTO 16

1.1. Análisis de contexto – Situación problemática 16

1.1.1. Contextualización del Sector de Hidrocarburos en Colombia 16

1.1.2. Summum Projects: Posicionamiento y Características Empresariales 16

1.1.3. Marco Normativo y Regulatorio Aplicable 17

1.1.4. Estructura del Sistema de Gestión Documental 18

1.1.5. Área de Automatización y Control: Contexto Técnico Especializado .. 20

1.1.6. Análisis Cuantitativo del Problema Actual 21

1.1.7. Hallazgos Críticos Identificados 24

1.1.8. Impacto en la Competitividad Sectorial 27

1.1.9. Oportunidades de Benchmarking Sectorial 27

1.1.10. Formulación del Problema Central 28

1.2. Análisis de involucrados - partes interesadas – Stakeholders 29

1.3. Análisis del problema (árbol del problema) 32

1.4. Análisis de objetivos o soluciones (árbol de objetivos o soluciones) 34

1.5. Análisis, selección de alternativas y selección de la alternativa apuesta ... 36

1.5.1. Análisis..... 36

1.5.2. Selección de alternativa y selección de la alternativa apuesta 39

1.6. Estructura analítica del proyecto 40

1.7. Resumen narrativo del proyecto 42

1.8. Indicadores 43

1.9. Medios de verificación 46

1.10. Monitoreo y evaluación 49

1.10.1. Actividades de Monitoreo, Frecuencia y Responsables 49

1.10.2. Actividades de Evaluación 50

1.10.3. Medios de Verificación Asociados..... 50

OBJETIVOS 53

2.1. Objetivo principal 53

2.2. Objetivos secundarios 53

ANÁLISIS DEL MERCADO..... 54

3.1. Definición de objetivos del análisis de mercados por elemento..... 54

3.1.1. Análisis de oferta..... 54

3.2. Definición del Producto..... 54

3.3. Identificación del Cliente Interno..... 54

3.4. Análisis DOFA..... 55

3.5. Estudio de mercado con información primaria 56

PLANIFICACIÓN DEL PROYECTO..... 76

4.1 Metodología 76

4.1.1. Fase 1. Diagnóstico del estado actual (Objetivo 1) 76

4.1.2. Fase 2. Diseño de plantillas estandarizadas (Objetivo 2) 76

4.1.3. Fase 3. Soporte para la adopción de la nueva metodología. (Objetivo 3) 77

4.2. Cronograma general del proyecto 78

4.3. Políticas de calidad 79

4.4. Política Ambiental 79

4.5. Política de seguridad y salud en el trabajo (SST) 80

4.6. Política de responsabilidad empresarial 80

INGENIERÍA DEL PROYECTO 81

5.1. Diseño de producto 81

5.1.1. Caracterización 81

5.1.2. Matriz QFD 82

5.1.3. Fichas técnicas de Productos 83

5.1.4. Fichas técnicas de Materia Prima 84

5.2. Diseño del proceso 85

5.2.1. Diagrama de proceso 85

5.2.2. Definición del proceso 86

5.2.4. Ruta crítica 88

5.2.5. Fichas técnicas de la maquinaria 89

5.2.6. Selección de tecnología 90

5.3. Diseño y dimensionamiento del sistema productivo 91

5.3.1. Pronóstico de ventas 91

5.3.1.1. Metodología de pronostico 91

5.3.2. Aplicación de modelo de regresión Lineal 91

5.3.3. Validación del modelo 92

5.4. Cálculo de tiempo disponible de maquinaria y operarios 92

5.5. Cálculo de puestos de trabajo 93

5.6. Cálculo de materia prima requerida 94

5.7. Diseño de instalaciones 95

5.8. Macrolocalización 96

5.9. Microlocalización 97

5.10. Análisis de impacto ambiental 99

ESTUDIO ADMINISTRATIVO 101

6.1. Misión 101

6.2. Visión 101

6.3. Estructura Organizacional 102

6.4. Perfiles de Cargo 102

ESTUDIO ECONÓMICO – FINANCIERO 108

7.1. Naturaleza Económica del Proyecto 108

7.2. Estructura de inversión del Proyecto 108

7.2.1. Recursos Humanos 109

7.2.2. Infraestructura y Tecnología 112

7.2.3. Materiales y Suministros 112

7.2.4. Capacitación y Socialización 112

7.2.5. Contingencias 113

7.3. Proyección de Beneficios Económicos 113

7.3.1. Metodología de cuantificación de Beneficios 113

7.3.1.1. Reducción del tiempo de elaboración 113

7.3.1.2. Reducción de retrabajo 113

7.3.2. Curva de adopción y materialización de beneficios 114

7.3.3. Flujo de caja proyectado 116

7.4. Fuentes de financiación y estructura de capital 119

7.4.1. Estructura de financiación 119

7.4.2. Costo promedio ponderado de capital (WACC) 119

7.4.3. Ratios de apalancamiento 120

7.5. Evaluación financiera -Indicadores de rentabilidad 120

7.5.1. Valor presente neto (VPN) 120

7.5.2. Tasa interna de retorno (TIR) 121

7.5.3. Costo anual uniforme equivalente (CAUE) 121

7.5.4. Relación beneficio/costo 122

7.5.5. Período de recuperación (Payback) 122

7.5.6. Resumen de indicadores financieros 123

7.6. Análisis de sensibilidad y riesgos 123

7.6.1. Análisis de escenarios de adopción 123

7.6.2. Análisis de sensibilidad multivariable 124

7.6.3. Punto de equilibrio operativo 126

7.6.4. Matriz de riesgos financieros 126

CONCLUSIONES 130

RECOMENDACIONES 131

REFERENCIAS 132

ANEXOS 136

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Documentos corporativos y normalizados. 18
Tabla 2. Especificaciones Técnicas - Área de Automatización y Control. 21
Tabla 3. Stakeholders del proyecto. 29
Tabla 4. Criterios. 39
Tabla 5. Ponderación de alternativas. 39
Tabla 6. Indicadores de Gestión/Proceso. 43
Tabla 7. Indicadores de Socialización y Adopción. 44
Tabla 8. Indicadores de Documentación Técnica. 45
Tabla 9. Indicadores de Satisfacción / Calidad. 46
Tabla 10. Actividades de monitoreo, frecuencia y responsables. 50
Tabla 11. Actividades de evaluación. 50
Tabla 12. Medios de Verificación Asociados. 51
Tabla 13. Análisis DOFA. 55
Tabla 14. Encuesta demanda. 57
Tabla 15. Encuesta Oferta. 62
Tabla 16. Encuesta precio. 66
Tabla 17. Encuesta comercialización interna. 71
Tabla 18. Caracterización y atributos del modelo de operación por procesos para especificaciones técnicas en Automatización y Control. 81
Tabla 19. Matriz QFD. 82
Tabla 20. Manual de Especificaciones. 83
Tabla 21. Kit de Capacitación. 84
Tabla 22. Fichas técnicas de Materia Prima. 85
Tabla 23. Etapas del proceso. 87
Tabla 24. Ruta crítica. 88
Tabla 25. Herramientas y software utilizados. 90
Tabla 26. Aplicación de modelo. 91
Tabla 27. Cálculo de Capacidad Disponible del Equipo Técnico. 93
Tabla 28. Criterios de Macrolocalización Adaptados y su Justificación 96

Tabla 29. Criterios microlocalización. 97
Tabla 30. Estructura de inversión del proyecto. 109
Tabla 31. Recursos Humanos. 110
Tabla 32. Desglose de nómina. 111
Tabla 33. Curva de adopción gradual. 114
Tabla 34. Estructura de financiación. 116
Tabla 35. Estructura de financiación. 119
Tabla 36. Resumen de indicadores financieros. 123
Tabla 37. Análisis de escenarios de adopción. 124
Tabla 38. Análisis de sensibilidad multivariable. 125
Tabla 39. Matriz de riesgos financieros 127

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Asociación de Stakeholders con la disciplina. 32
Ilustración 2. Árbol de problemas. 33
Ilustración 3. Árbol de objetivos. 35
Ilustración 4. Estructura analítica del proyecto EDT. 41
Ilustración 5.Demanda-Estimación del volumen de demanda individual. 59
Ilustración 6. Demanda-Confirmar crecimiento en la demanda histórica. 59
Ilustración 7. Demanda-Identificar percepción de necesidad. 60
Ilustración 8. Demanda-Cuantificar esfuerzo por documento. 61
Ilustración 9. Demanda-Cuantificar esfuerzo por documento. 61
Ilustración 10. Oferta - Identificar dependencia de referencias. 63
Ilustración 11. Demanda - Medir percepción de consistencia. 64
Ilustración 12. Demanda - Identificar herramientas y prácticas actuales. 64
Ilustración 13. Demanda - Evaluar calidad percibida de los documentos. 65
Ilustración 14. Demanda - Verificar conocimiento sobre la existencia de un estándar. 66
Ilustración 15. Precio - Medir disposición a formarse. 68
Ilustración 16. Precio - Medir apertura al cambio. 68
Ilustración 17. Precio - Identificar valor esperado. 69
Ilustración 18. Precio - Medir esfuerzo asumible. 69
Ilustración 19. Precio - Validar utilidad percibida. 70
Ilustración 20. C. Interna - Identificar canales de formación preferidos. 72
Ilustración 21. C. Interna - Evaluar tolerancia. 72
Ilustración 22. C. Interna - Establecer medios de soporte preferidos. 73
Ilustración 23. C. Interna - Identificar potenciales embajadores. 74
Ilustración 24. Cronograma de actividades 78
Ilustración 25. Diagrama de proceso. 86
Ilustración 26. Organigrama Summum Projects. 102

GLOSARIO

ARCHIVO ACTIVO: Archivo que está bajo la responsabilidad de cada área, allí es mantenida la información vigente durante el tiempo establecido en la sección de Registros de cada documento.

ARCHIVO INACTIVO: Archivo que está bajo la responsabilidad del área de Documentación, allí se mantiene la información definida por las áreas de trabajo y/o por el Proyecto, una vez cumplido el tiempo de vigencia. Esta información es conservada por un tiempo máximo establecido en el contrato o en los documentos vigentes aprobados, según la naturaleza del registro

ESPECIFICACIÓN: Documento que establece requisitos. Una especificación puede estar relacionada con actividades (Ej.: procedimiento documentado, especificación de proceso, especificación de ensayo o prueba), o con productos (Ej.: una especificación de producto, una especificación de desempeño).

DOCUMENTO: Información y su medio de soporte. Ejemplo: registro, especificación, procedimiento documentado, dibujo, informe, norma.

El medio de soporte puede ser papel, disco magnético, óptico o electrónico, fotografía o una combinación de estos.

DOCUMENTO OBSOLETO: Documento que contiene información desactualizada total o parcialmente y por ello no es adecuado para uso.

INSTRUCTIVO O INSTRUCCIÓN DE TRABAJO (IT): Es un documento que describe cómo se hacen una o varias actividades específicas de un proceso. Cada Unidad Organizativa define las actividades que requieren ser documentadas en una Instrucción de Trabajo. El contenido y la estructura de las Instrucciones de Trabajo son definidos por la Unidad que la origina, de manera que facilita su uso y comprensión para los usuarios. Los siguientes tipos de documentos entre otros, son considerados Instrucciones de Trabajo:

- Especificaciones
- Guías de Diseño
- Hojas de Cálculo
- Instructivos
- Listas de Verificación

MANUALES: Documento que especifica un sistema de gestión de una organización o la recopilación de procedimientos o instructivos para un área o proyecto específica, guía que constituye el cómo se deben hacer las cosas de parte de los miembros de la organización.

PROCEDIMIENTO: Documento que describe un proceso de trabajo específico y establece las responsabilidades correspondientes bajo los lineamientos de: qué se hace, quién y cuándo lo hace.

POWER APPS/ HOM DE APLICACIONES: Herramienta de la organización para realizar la actividad de registro de solicitud documental del sistema integrado de calidad (HSEQ).

SUMMUM VIRTUAL: Es la plataforma de cursos y formación virtual de la empresa, diseñada para facilitar el desarrollo de habilidades técnicas y la actualización de conocimientos del equipo.” (Summun Projects, 2023).

RESUMEN

Summum Projects es una empresa multilatina de ingeniería, con sede en Bogotá, que ofrece servicios integrales para los sectores de hidrocarburos e infraestructura. Se distingue por su experiencia en áreas como ingeniería y diseño, supervisión y gerencia de proyectos, operación y mantenimiento, así como en el manejo de diseños conceptuales y de detalle. Para garantizar la calidad y coherencia en sus procesos documentales, la empresa se apoya en procedimientos clave: control de la información documentada y elaboración y actualización de documentos normalizados.

Para esta compañía, se llevó a cabo un análisis preliminar mediante una plantilla de evaluación estructurada en Excel de las 29 especificaciones técnicas del área de Automatización y Control, revelando una falta crítica de estandarización que compromete la competitividad organizacional. El análisis aplicó 10 criterios normativos derivados de los procedimientos internos (TP-TEN-CAL-PRO-001 y TP-TEN-HSEQ-PRO-001) y de la norma ISO 9001:2015, generando 290 evaluaciones documentadas mediante escala binaria (cumple/no cumple). Aunque estos procedimientos establecen lineamientos explícitos para documentos normalizados, se identificó heterogeneidad severa en la estructura (44.8% utiliza múltiples formatos en lugar del estándar de 6 secciones obligatorias), requisitos técnicos críticos (37.9% omite cláusulas obligatorias como RESPONSABILIDADES, REGISTROS o DOCUMENTOS DE REFERENCIA) y contenido tecnológico (72.4% carece de secciones para tecnologías emergentes como IoT, OPCUA e Industria 4.0). Esta inconsistencia genera tres impactos críticos: (i) dificulta la compatibilidad e interoperabilidad entre especificaciones, (ii) reduce la eficiencia operacional del sistema de gestión documental estimado en incrementos del 35% en tiempos de elaboración y tasa de retrabajo del 15%, y (iii) expone a la empresa a riesgos normativos frente a requisitos de la Agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH) y estándares API (American Petroleum Institute). Adicionalmente, el 100% de los documentos presenta desviaciones procedimentales respecto a los controles establecidos en TP-TEN-HSEQ-PRO-001 (promedio de 3 desviaciones por documento), y aunque la sección 6 del procedimiento menciona explícitamente la gestión de registros, ninguna especificación integra mecanismos para

extraer lecciones aprendidas, limitando la mejora continua organizacional frente a requisitos de la norma ISO 9001:2015, Cláusula 10.3 (Mejora Continua). Esta brecha crítica entre procedimientos prescritos y ejecución real evidencia la necesidad urgente de una metodología unificada y coherente para la elaboración de especificaciones técnicas.

Esta variabilidad estructural en los documentos normalizados agrava la situación al generar información técnica ambigua e inconsistente que dificulta la toma de decisiones estratégicas y operacionales, incrementando los ciclos de retrabajo y validación. Paralelamente, las especificaciones técnicas presentan inconsistencias visuales críticas que reflejan la falta de gobierno documental: el 17.2% mantiene branding obsoleto con logos heredados de versiones anteriores y referencias al nombre anterior de la empresa (TIGERCOMPANIES), lo que afecta tanto la percepción de modernidad y profesionalismo como la reputación de la organización en mercados internacionales posterior a su reestructuración. Estos hallazgos demuestran que el problema no es únicamente de contenido técnico, sino de gestión integral del ciclo de vida de especificaciones, abarcando estructura, actualización normativa, branding, trazabilidad y captura de conocimiento.

Por lo anterior, estos hallazgos evidencian la necesidad de una metodología puntual, integral y unificada para la elaboración, validación, actualización y gestión de especificaciones técnicas en el área de Automatización y Control. Esta necesidad constituye una oportunidad estratégica crítica de mejora organizacional que impacta directamente en eficiencia operacional, cumplimiento normativo, competitividad sectorial y posicionamiento de la empresa como referente en ingeniería de automatización avanzada. Esta justificación técnica y estratégica nos conduce a plantear la siguiente pregunta de investigación:

¿Cuáles deben ser las características técnicas, criterios de estandarización y componentes metodológicos que debe incluir un modelo de operación por procesos para unificar, modernizar y optimizar las especificaciones técnicas del área de Automatización y Control en Summum Projects, asegurando el cumplimiento normativo, la integración de tecnologías emergentes y el fortalecimiento de la competitividad empresarial en el sector de hidrocarburos?

PALABRAS CLAVE

Automatización, Estandarización, Modelo, Especificaciones técnicas, Documentación, Mejora continua.

INTRODUCCIÓN

Summum Projects es una empresa multilatina de ingeniería con operaciones en el sector de hidrocarburos e infraestructura, donde la gestión documental técnica es crítica para garantizar calidad, trazabilidad y cumplimiento normativo. En el área de Automatización y Control, el análisis de 29 especificaciones técnicas evidenció una alta heterogeneidad en formatos y contenidos, omisión de cláusulas obligatorias y escasa incorporación de tecnologías emergentes, lo que genera reprocesos, riesgos regulatorios y deterioro de la imagen corporativa. En este contexto, contar con documentos técnicos claros y estandarizados deja de ser una buena práctica para convertirse en una necesidad estratégica para la competitividad de la compañía.

La ausencia de una guía única para elaborar y actualizar las especificaciones de Automatización y Control provoca que los ingenieros dediquen tiempo a interpretar estructuras dispares, se incrementen los errores en el desarrollo de proyectos y se limite la integración de estándares y tecnologías como IIoT, OPC UA y lineamientos de normas ISO y API. Además, la falta de mecanismos formales para capturar lecciones aprendidas impide transformar la experiencia acumulada en conocimiento útil para la mejora continua del sistema de gestión documental. Todo lo anterior sitúa a Summum Projects en desventaja frente a empresas que ya han consolidado modelos de operación estandarizados para su documentación técnica.

Ante esta situación, se plantea como solución el diseño de un modelo de operación por procesos específicamente orientado a la elaboración y actualización de las especificaciones técnicas del área de Automatización y Control. Este modelo se materializa en plantillas estandarizadas, un manual práctico de uso, instructivos y checklists, complementados con material formativo para su socialización a través de las plataformas internas de la compañía. De este modo, el proyecto busca unificar y modernizar la documentación, reducir tiempos de elaboración y retrabajo, facilitar la adopción de nuevas tecnologías y fortalecer tanto el cumplimiento normativo como la competitividad de Summum Projects en el sector de hidrocarburos.

CONTEXTO E IDENTIFICACIÓN DEL PROYECTO

1.1. Análisis de contexto – Situación problemática

1.1.1. Contextualización del Sector de Hidrocarburos en Colombia

La industria de hidrocarburos representa un pilar estratégico en la economía colombiana, consolidándose como uno de los sectores de mayor relevancia nacional. Según el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), el sector minero-energético ha experimentado un crecimiento significativo, pasando de representar el 3,5% del PIB en 1995 a cerca del 8% en la actualidad (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), 2019). Este sector genera más del 40% de los ingresos de la balanza de pagos, el 70% de las exportaciones totales y aproximadamente el 35% de la Inversión Extranjera Directa (IED) del país. En 2023, el crecimiento económico nacional se apalancó precisamente en el sector de hidrocarburos, que creció 4,8%, explicado por el resultado conjunto del crecimiento en extracción de petróleo crudo y gas natural (2,8%) y en actividades de refinación (9,3%) (Campetrol, 2024).

En este contexto sectorial altamente competitivo, las empresas de ingeniería especializadas enfrentan presiones crecientes por mantener estándares de calidad que cumplan tanto con normativas internacionales como con expectativas de clientes cada vez más exigentes. La gestión documental técnica se constituye como un factor crítico de diferenciación competitiva y supervivencia empresarial, especialmente cuando las organizaciones buscan expandirse como empresas multilatinas (Instituto Nacional de Contadores Públicos (INCP), 2017).

1.1.2. Summum Projects: Posicionamiento y Características Empresariales

Summum Projects es una empresa multilatina de ingeniería que ofrece servicios integrales para los sectores de hidrocarburos e infraestructura, destacándose en áreas como ingeniería y diseño, supervisión, gerencia de proyectos (supervisión e interventoría), operación y mantenimiento. La empresa maneja diseños

conceptuales, ingeniería básica extendida y diseños de detalle, posicionándose dentro del grupo de empresas colombianas que han logrado internacionalizar sus operaciones en el sector energético (Instituto Nacional de Contadores Públicos (INCP), 2017).

El contexto competitivo del sector exige que empresas como Summum Projects implementen las mejores prácticas internacionales para mantener su competitividad. La industria petrolera colombiana ha adoptado progresivamente estándares regulatorios denominados "mejor tecnología disponible" (MTD) y "mejor y más segura tecnología disponible" (MMSTD), considerados como los mejores y últimos estándares tecnológicos disponibles (Diaz, 2024). En este marco, la **documentación técnica estandarizada** se convierte en un elemento fundamental para demostrar el cumplimiento de estos estándares y mantener la competitividad sectorial.

1.1.3. Marco Normativo y Regulatorio Aplicable

Para garantizar la calidad y la coherencia en sus procesos documentales, Summum Projects utiliza dos procedimientos clave que se alinean con el marco normativo nacional e internacional:

CONTROL DE LA INFORMACIÓN DOCUMENTADA y ELABORACIÓN Y ACTUALIZACIÓN DE DOCUMENTOS NORMALIZADOS. Estos procedimientos establecen los lineamientos para la elaboración, codificación, revisión, actualización, aprobación, eliminación, distribución y control de la información relacionada con los sistemas de gestión integral.

El marco normativo aplicable incluye:

- **Ley 594 de 2000** del Congreso de Colombia, que establece que toda entidad debe acogerse a las normas de gestión documental y asumir la conservación y preservación de sus archivos (Colombia, 2000).
- **Norma ISO 9001:2015**, que proporciona un marco sólido para la gestión de proyectos de ingeniería, incluyendo planificación, ejecución y control de

actividades, con especial énfasis en el control de documentación técnica (Normalización, 2015).

- **Estándares API** (American Petroleum Institute), que representan más de 700 normas y recomendaciones que cubren todos los aspectos de la industria del petróleo y gas, desde equipos y maquinaria hasta prácticas operativas y seguridad (Zavarce, 2023).
- **Resoluciones de la ANH** (Agencia Nacional de Hidrocarburos), que establecen directrices para tecnologías de medición automática y monitoreo, requiriendo documentación técnica especializada (ANH, 2025).

1.1.4. Estructura del Sistema de Gestión Documental

Los documentos que hacen parte del sistema de gestión documental de Summum Projects se dividen en dos grandes grupos: **documentos corporativos** y **normalizados** (ver Tabla 1).

Tabla 1. Documentos corporativos y normalizados.

TIPO DE DOCUMENTOS	UNIDAD / ÁREA
DOCUMENTOS CORPORATIVOS (CORP)	TALENTO Y DESARROLLO ORGANIZACIONAL
	DESARROLLO DE NEGOCIOS
	FINANZAS
	LEGAL
	PLANEACIÓN ESTRATÉGICA
	PRESIDENCIA
	PROPUESTAS

TIPO DE DOCUMENTOS	UNIDAD / ÁREA
	TECNOLOGÍA E INFORMÁTICA
	ÉTICA Y CUMPLIMIENTO
DOCUMENTOS NORMALIZADOS (TEN)	PLANEACIÓN Y CONTROL DE GESTIÓN
	ASEGURAMIENTO Y CONTROL DE CALIDAD
	GESTIÓN DE INGENIERÍA
	INGENIERÍA ELÉCTRICA
	AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL
	INGENIERÍA DE PROCESOS
	INGENIERÍA MECÁNICA
	DISEÑO MECÁNICO
	INGENIERÍA CIVIL
	CONTROL DOCUMENTAL
	INGENIERÍA SEGURIDAD Y ESTUDIOS
	PROYECTOS
	ESTIMACIÓN DE COSTOS
	CONSTRUCCIÓN
	PROPUESTAS

TIPO DE DOCUMENTOS	UNIDAD / ÁREA
	PROCURA
	TALENTO Y DESARROLLO ORGANIZACIONAL
	CALIDAD
	SALUD, SEGURIDAD, AMBIENTE Y CALIDAD
	INNOVACIÓN
	GERENCIA DE FACILIDADES

Fuente: Elaboración propia

Los documentos normalizados se subdividen dentro de cada unidad o área en: políticas, directrices, manuales, procedimientos, instructivos, cursos, cálculos, guías de diseño, especificaciones, dibujos normativos, documentos técnicos, requisiciones y otros. Todos siguen una estructura única para procedimientos, definida según los lineamientos de la norma ISO 9001:2015:

1. Objeto.
2. Definiciones.
3. Responsabilidades.
4. Desarrollo.
5. Documentos de referencia.
6. Registros.
    a. Anexos.

1.1.5. Área de Automatización y Control: Contexto Técnico Especializado

El área de Automatización y Control de Summum Projects opera en un contexto técnico altamente especializado que requiere el manejo de tecnologías avanzadas y estándares internacionales específicos. La automatización industrial en instalaciones petroleras ha evolucionado significativamente, transitando de

controles neumáticos a sistemas digitales utilizando PLCs (Controladores Lógicos Programables), sistemas SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition), DCS (Distributed Control Systems) y tecnologías emergentes como IoT Industrial (IIoT) y OPC UA (Open Platform Communications Unified Architecture) (Vargas & Marín García , 2022) (Padilla Romero, Chamba Melo, Aguilera Flores, & Anguaya Isama, 2021).

Esta evolución tecnológica demanda una documentación técnica especializada que debe cumplir con múltiples estándares:

- Estándares IEC 62443: conjunto de estándares internacionales que proporcionan directrices para proteger sistemas de control industrial (ANH, 2025)
- Normas API específicas: como API RP 75 para desarrollo de programas de seguridad en operaciones, API Spec 7K para equipos de perforación, API RP 580 para gestión de integridad basada en riesgo (Zavarce, 2023)
- Normativas ANH: que requieren implementación de tecnologías de medición automática, monitoreo mediante sensores electrónicos y soluciones IIoT (ANH, 2025)

1.1.6. Análisis Cuantitativo del Problema Actual

Según la estructura definida, se hizo una comparación exhaustiva entre el modelo establecido y las 29 especificaciones técnicas que utiliza el área de Automatización y Control para sus proyectos (ver Tabla 2).

Tabla 2. Especificaciones Técnicas - Área de Automatización y Control.

Código	Título
TP-TEN-AYC-ESP-001.pdf	INTERPOSING RELAYS CABINET SPECIFICATION

Código	Título
TP-TEN-AYC-ESP-002.pdf	ESPECIFICACIÓN SISTEMA DE FUEGO Y GAS - ÁREAS DE PROCESOS
TP-TEN-AYC-ESP-003.pdf	ESPECIFICACIÓN DE SISTEMAS DE FUEGO Y GAS – ÁREA INTERNA DE EDIFICIOS
TP-TEN-AYC-ESP-004.pdf	INTRINSICALLY SAFE BARRIER SPECIFICATION
TP-TEN-AYC-ESP-005.pdf	ESPECIFICACIÓN DE BARRERAS DE SEGURIDAD INTRÍNSECA
TP-TEN-AYC-ESP-006.pdf	ESPECIFICACIÓN GENERAL DE INSTRUMENTACIÓN Y SISTEMAS DE CONTROL PARA EQUIPOS PAQUETE
TP-TEN-AYC-ESP-007.pdf	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE CONSTRUCCIÓN PARA INSTALACIONES DE INSTRUMENTACIÓN
TP-TEN-AYC-ESP-008.pdf	PLC SYSTEM SPECIFICATION
TP-TEN-AYC-ESP-009.pdf	EMERGENCY SHUT DOWN SYSTEM (ESD) SPECIFICATION
TP-TEN-AYC-ESP-010.pdf	DISTRIBUTED CONTROL SYSTEM (DCS) SPECIFICATION
TP-TEN-AYC-ESP-011.pdf	SCADA SYSTEM SPECIFICATION
TP-TEN-AYC-ESP-012.pdf	SAFETY RELIEF VALVES SPECIFICATION

Código	Título
TP-TEN-AYC-ESP-013.pdf	CONTROL VALVES AND REGULATORS SPECIFICATION
TP-TEN-AYC-ESP-014.pdf	SHUT-OFF VALVES SPECIFICATION
TP-TEN-AYC-ESP-015.pdf	MOTORIZED VALVES SPECIFICATION
TP-TEN-AYC-ESP-016.pdf	ESPECIFICACIÓN DE VÁLVULAS MOTORIZADAS
TP-TEN-AYC-ESP-017.pdf	ESPECIFICACIÓN DE VÁLVULAS DE CONTROL Y REGULADORES
TP-TEN-AYC-ESP-018.pdf	ESPECIFICACIÓN DE VÁLVULAS DE CORTE
TP-TEN-AYC-ESP-019.pdf	ESPECIFICACIÓN DE VÁLVULAS DE SEGURIDAD Y ALIVIO
TP-TEN-AYC-ESP-020.pdf	TECHNICAL SPECIFICATION VIBRATION MONITORING SYSTEM
TP-TEN-AYC-ESP-023.pdf	GENERAL INSTRUMENTS SPECIFICATION
TP-TEN-AYC-ESP-024.pdf	TYPICAL SPECIFICATION OF JUNCTION BOXES
TP-TEN-AYC-ESP-025.pdf	GENERAL SPECIFICATION FOR INSTRUMENTATION AND CONTROL SYSTEM OF PACKAGE TYPE EQUIPMENT
TP-TEN-AYC-ESP-026.pdf	ESPECIFICACIÓN SISTEMA DE CIRCUITO CERRADO DE TELEVISIÓN (CCTV)

Código	Título
TP-TEN-AYC-ESP-027.pdf	ESPECIFICACIÓN TÉCNICA SISTEMA DE CONTROL DE ACCESO
TP-TEN-AYC-ESP-028.pdf	ESPECIFICACIÓN DE CABLES PARA TELECOMUNICACIONES Y VIGILANCIA ELECTRÓNICA
TP-TEN-AYC-ESP-029.pdf	ESPECIFICACIÓN TÉCNICA TORRES DE COMUNICACIONES
TP-TEN-AYC-ESP-030.pdf	ESPECIFICACIÓN TÉCNICA SISTEMA DE DETECCIÓN DE PROXIMIDAD DE TORMENTAS
TP-TEN-AYC-ESP-031.pdf	ESPECIFICACIÓN TÉCNICA ANALIZADORES DE GASES DE PROCESO

Fuente: Elaboración Propia.

1.1.7. Hallazgos Críticos Identificados

Luego de la comparación sistemática realizada, se evidenciaron los siguientes hallazgos críticos que constituyen el núcleo del problema identificado:

1. Heterogeneidad Estructural Severa en la Documentación Técnica

Aunque los procedimientos internos establecen lineamientos claros para elaborar documentos normalizados, se observa una heterogeneidad crítica del 45 % que utiliza 3 formatos diferentes en la estructura, formato y contenido de las especificaciones técnicas del área de Automatización y Control. Esta falta de uniformidad dificulta la compatibilidad entre especificaciones, compromete la coherencia de la información técnica y disminuye significativamente la eficiencia del sistema de gestión documental.

La heterogeneidad estructural se manifiesta en:

- Inconsistencia en la aplicación de la estructura de 7 elementos establecida (Objeto, Definiciones, Responsabilidades, Desarrollo, Documentos de referencia, Registros, Anexos)
- Variabilidad en la profundidad técnica y nivel de detalle entre especificaciones similares
- Falta de coherencia en la terminología técnica utilizada
- Ausencia de criterios unificados para la inclusión de diagramas técnicos, tablas de especificaciones y referencias normativas

2. Incumplimiento Normativo Crítico

El análisis revela que un 38% de especificaciones omite cláusulas técnicas obligatorias establecidas en los procedimientos corporativos y normativas sectoriales. Este incumplimiento genera:

- Riesgo regulatorio: Potencial incumplimiento de normativas ANH y estándares API
- Riesgo operacional: Especificaciones incompletas que pueden generar errores en proyectos
- Riesgo reputacional: Documentación que no cumple con estándares profesionales esperados por clientes internacionales

3. Obsolescencia Tecnológica Documentada

Un 72% de documentos carece de secciones para tecnologías emergentes, específicamente:

- IoT Industrial (IIoT): Tecnologías de sensores inteligentes y conectividad
- OPC UA: Estándar de comunicación industrial para interoperabilidad
- Industry 4.0: Conceptos de digitalización y automatización avanzada

- Sistemas de Ciberseguridad Industrial: Estándares IEC 62443 para protección de sistemas de control

Esta carencia posiciona a la empresa en desventaja competitiva frente a organizaciones que han adoptado estas tecnologías emergentes, limitando su capacidad de participar en proyectos de alta complejidad tecnológica.

4. **Deficiencias Críticas en Gestión del Conocimiento**

Se identificó que 0% de especificaciones integra mecanismos de lecciones aprendidas, a pesar de que la sección 6 del procedimiento ELABORACIÓN Y ACTUALIZACIÓN DE DOCUMENTOS NORMALIZADOS establece lineamientos para gestión de registros. Esta limitación:

- Impide la conversión de información contenida en registros en conocimiento útil para mejora continua
- Elimina oportunidades de capitalizar experiencias previas en nuevos proyectos
- Reduce la capacidad de innovación y desarrollo técnico interno
- Limita el cumplimiento de requisitos de mejora continúa establecidos en ISO 9001:2015

5. Deterioro de Identidad Corporativa e Imagen Profesional

Las especificaciones técnicas presentan inconsistencias visuales críticas que erosionan la imagen profesional de Summum Projects:

- Referencias obsoletas: Uso del nombre anterior "TIGERCOMPANIES" en pies de página de documentos activos
- Logos desactualizados: Elementos gráficos que no corresponden a la identidad corporativa actual
- Falta de homogeneidad visual: Ausencia de criterios unificados para presentación gráfica

Estas inconsistencias transmiten falta de atención al detalle y sugieren que los documentos no han sido revisados ni actualizados en períodos prolongados, afectando la percepción de modernidad y fiabilidad de la empresa en mercados internacionales.

1.1.8. Impacto en la Competitividad Sectorial

La problemática identificada tiene implicaciones directas en la competitividad de Summum Projects dentro del sector de hidrocarburos, donde empresas líderes como Ecopetrol, Reficar, Cenit y otras multilatinas han implementado sistemas de gestión documental avanzados (Campetrol, 2024). El sector demanda:

- Eficiencia operacional: Reducción de tiempos en elaboración y revisión de especificaciones técnicas
- Cumplimiento normativo: Adherencia a estándares API, normativas ANH e ISO 9001:2015
- Innovación tecnológica: Capacidad de integrar tecnologías emergentes en documentación técnica
- Gestión del conocimiento: Sistemas que capturen y transfieran experiencias entre proyectos

1.1.9. Oportunidades de Benchmarking Sectorial

El análisis del contexto sectorial revela que empresas líderes han implementado exitosamente sistemas de gestión documental:

- Ecopetrol: Ha desarrollado sistemas integrales de gestión que le permiten mantener su liderazgo sectorial con ingresos operativos superiores a $143 billones (Campetrol, 2024).
- Empresas internacionales: Wood Group, Worley y Fluor Corporation han logrado reducciones del 35% en tiempos de elaboración documental, ahorros de $2.5M USD anuales y mejoras del 65% en satisfacción del cliente interno

respectivamente (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), 2019) (Zavarce, 2023)

1.1.10. Formulación del Problema Central

Las especificaciones técnicas del área de Automatización y Control carecen de un marco de referencia integral que defina las características técnicas mínimas, formato estandarizado y criterios de contenido obligatorio, lo cual genera:

1. Heterogeneidad crítica en la documentación técnica (45% de variabilidad de formatos)
2. Incumplimiento normativo significativo (38% de omisiones de cláusulas obligatorias)
3. Obsolescencia tecnológica documentada (72% sin cobertura de tecnologías emergentes)
4. Pérdida de eficiencia operacional y retrabajos
5. Deterioro de imagen corporativa y competitividad sectorial

Esta situación posiciona a Summum Projects en desventaja competitiva frente a empresas que han implementado sistemas de gestión documental estandarizados, limitando su capacidad de participar exitosamente en proyectos de alta complejidad técnica y compromete su posicionamiento como empresa multilatina líder en el sector de hidrocarburos.

¿Cuáles deben ser las características técnicas, criterios de estandarización y componentes metodológicos que debe incluir un modelo de operación por procesos para unificar, modernizar y optimizar las especificaciones técnicas del área de Automatización y Control en Summum Projects, asegurando el cumplimiento normativo, la integración de tecnologías emergentes y el fortalecimiento de la competitividad empresarial en el sector de hidrocarburos?

1.2. Análisis de involucrados - partes interesadas – Stakeholders

Dentro del análisis de involucrados – Stakeholders se identifican 9 participantes del proyecto en cada una de las etapas del problema planteado, 7 de ellos involucrados directamente en la disciplina de Automatización y Control, las especificaciones de su relación con los proyectos se describen en la tabla 3.

Tabla 3. Stakeholders del proyecto.

Stakeholders	Descripción
Jefe de sección	Supervisar y organizar al equipo técnico, asegurando que haya personal capacitado disponible para proyectos y propuestas. Garantizar la calidad en los diseños, la eficiencia en costos y soporte técnico adecuado, siguiendo las directrices del área de Ingeniería y cumpliendo con los estándares y políticas de la empresa.
Especialista de calidad	Coordinar y gestionar los recursos y actividades del área para garantizar que los proyectos cumplan con las metas de calidad y tiempo, respetando los estándares, políticas y procedimientos establecidos por la compañía.
Líder de disciplina (Senior)	Planificar, organizar y coordinar los recursos y actividades del área para ejecutar proyectos, asegurando el cumplimiento de metas de calidad y tiempo, además de

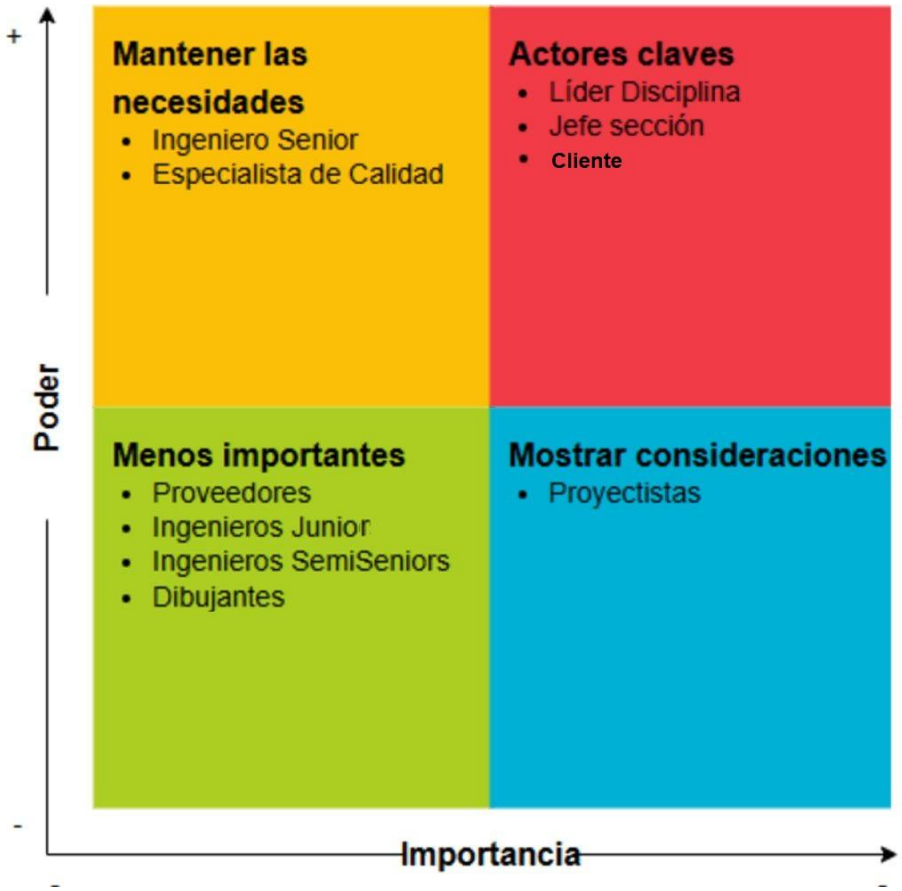
Stakeholders	Descripción
	respetar los estándares, políticas y procedimientos de la compañía.
Cliente	Persona u organización externa que adquiere productos o servicios de Summum Projects que define el alcance del proyecto que se ejecuta para que se lleve a cabo.
Ingeniero (Semi-senior)	Desarrollar y colaborar en diseños de ingeniería complejos, aprovechando su experiencia para cumplir con los requerimientos del cliente y los estándares de calidad de la organización, respetando las políticas y procedimientos establecidos.
Ingeniero (Junior)	Ejecutar tareas de diseño de ingeniería de mediana y alta complejidad según las indicaciones recibidas, asegurando que se cumplan los requerimientos del cliente y los estándares de calidad establecidos por la organización, siempre siguiendo las políticas y procedimientos definidos.
Dibujante	Crear y ajustar dibujos, trazados y formatos basados en especificaciones de distintas áreas, utilizando programas o técnicas de bosquejos para garantizar escalas y dimensiones correctas, en línea con los procedimientos estándar de la compañía y con los cálculos necesarios.

Stakeholders	Descripción
Proyectista	Revisar y analizar planos especializados de ingeniería y arquitectura usando software, proponiendo mejoras en diseños, mapas y gráficos para asegurar el progreso de los proyectos, respetando los lineamientos técnicos de la compañía o del cliente.
Proveedores	Es quien suministra recursos, materiales, servicios o conocimientos especializados necesarios para la ejecución de proyectos en los sectores energético e industrial, garantizando calidad y puntualidad.

Fuente: Elaboración propia (Summum Projects, 2024).

En la ilustración 1, se clasificaron los involucrados de acuerdo con el nivel de atención requerido durante el ciclo de vida de un proyecto de hidrocarburos. El proyecto se planea alrededor de los requerimientos de estos interesados y su participación es clave para alcanzar los objetivos.

Ilustración 1. Asociación de Stakeholders con la disciplina.

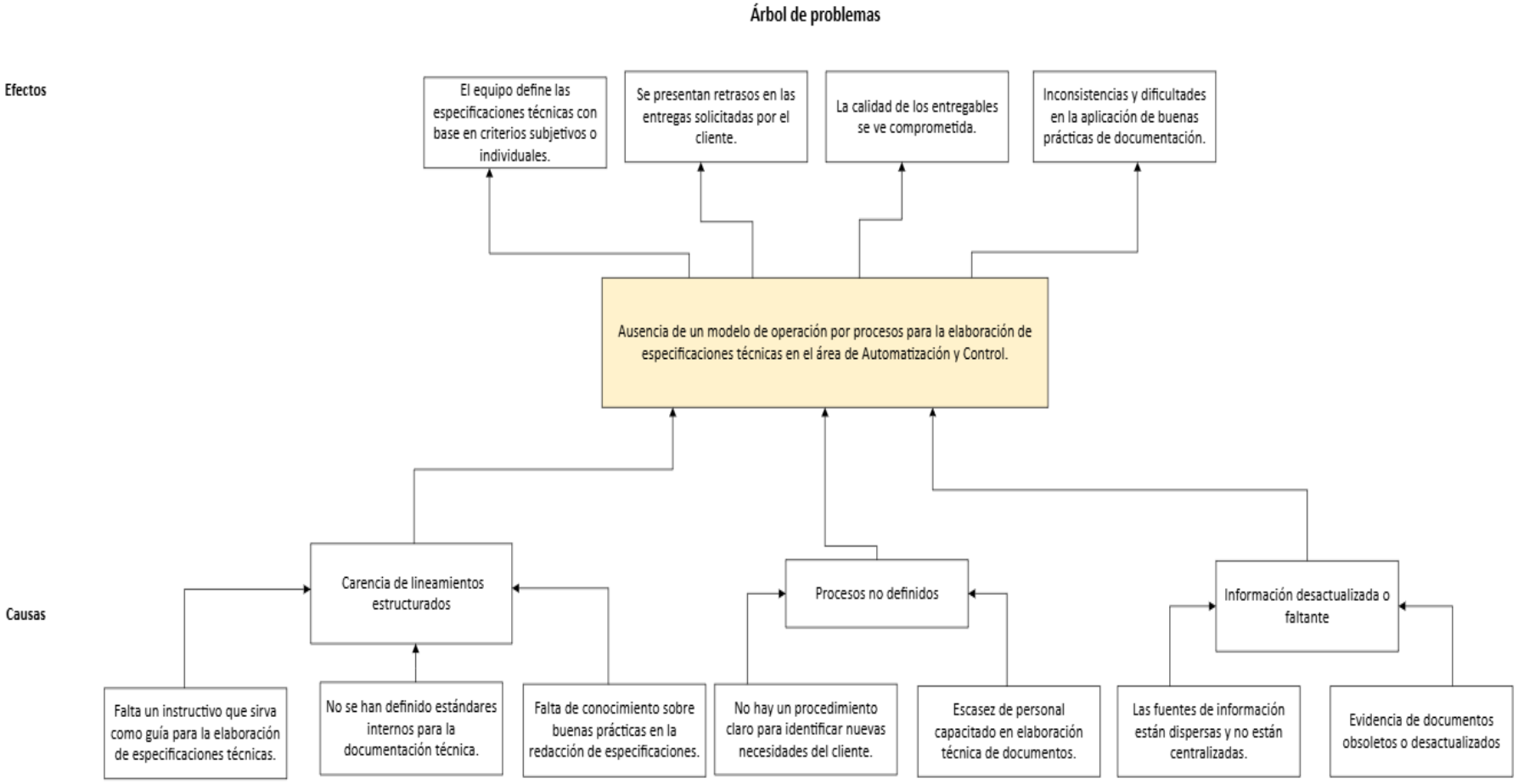


Fuente: Elaboración propia.

1.3. Análisis del problema (árbol del problema)

El árbol de problemas se construyó para identificar estructurada las causas y efectos del problema central: la ausencia de un modelo de operación para elaborar especificaciones técnicas en el área de Automatización y Control. Los cuales se presentan en la ilustración 2.

Ilustración 2. Árbol de problemas.



Fuente: Elaboración propia.

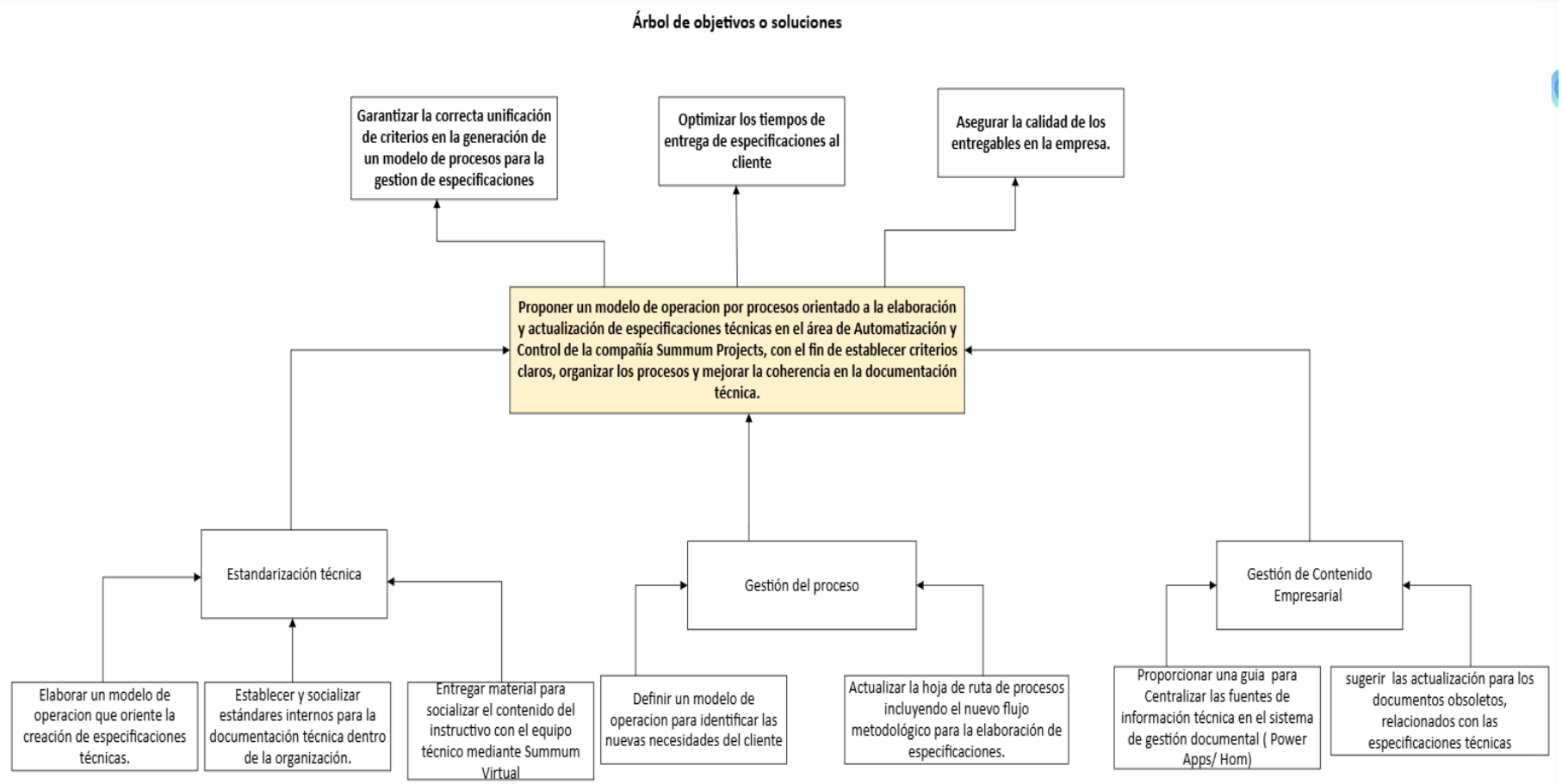
Este árbol de problemas evidencia la falta técnica en la gestión de contenido empresarial y cómo, la falta de documentos y procedimientos actualizados puede afectar la eficiencia en los proyectos, la percepción del cliente y la competitividad organizacional.

1.4. Análisis de objetivos o soluciones (árbol de objetivos o soluciones)

El árbol de objetivos se realizó a partir del árbol de problemas, cambiando los efectos por fines y las causas por entregables (metas alcanzables). Esto permite crear una ruta hacia la solución del problema, guiando el diseño del proyecto, la cual se presenta en la ilustración 3.

Esto permite entender y cuantificar lo que se quiere lograr, ya que nos permite plantear la forma de hacer realidad el proyecto, considerando los recursos, socializaciones, actualizaciones, divulgación y eliminación de documentación obsoleta.

Ilustración 3. Árbol de objetivos.



Fuente: Elaboración propia.

1.5. Análisis, selección de alternativas y selección de la alternativa apuesta

1.5.1. Análisis

Identificada la problemática, es posible identificar las acciones de los escenarios evidenciados con anterioridad en el árbol de soluciones planteado en la ilustración 3, de acuerdo con esto, surgen 3 alternativas de solución que se plantean a continuación:

Alternativa 1: Implementar un sistema de gestión documental digital (DMS)

Descripción: Adquisición e implementación de un software especializado para la gestión documental centralizada, brindado por una empresa externa con funcionalidades de trazabilidad, seguridad de la información, control de versiones y acceso por roles.

Ventajas:

- Trazabilidad de la organización.
- Manejo de la seguridad de la información.
- Facilidad en el acceso remoto a la documentación.
- Control y versiones de los diferentes documentos.
- Compatibilidad con procesos de mejora continua y auditorías.
- Ayuda en la búsqueda y recuperación de documentos eliminados.

Desventajas:

- Requiere inversión inicial considerable.
- Requiere de infraestructura tecnológica adecuada ya que puede tender a fallos técnicos y problemas de seguridad.
- Exposición del know how de la compañía.

- Se requiere la capacitación al personal y adaptación cultural.

Alternativa 2: Fortalecer los procedimientos actuales con un modelo de operación por procesos estandarización, manuales físicos/digitales y brindar una curva de aprendizaje al personal de cada unidad o área.

Descripción: Optimización de los procesos existentes mediante la creación y difusión del manual de un modelo de operación por procesos, el modelo de operación, los procedimientos, instructivo técnico y protocolo operativo. Adicionalmente, entregar el material necesario para la creación de un curso en la intranet para el personal de la compañía.

Ventajas:

- Bajo costo de implementación.
- Fácil de emplear en corto plazo.
- Promueve la cultura organizacional y el conocimiento interno.
- Facilita la compresión de roles y responsabilidad, generando transparencia.
- Genera versatilidad.

Desventajas:

- Menor trazabilidad y control que un sistema digital.
- Riesgo de desactualización de la información.
- Se requiere de recursos para desarrollar los manuales y establecer los procesos de estandarización.
- Sobrecarga en caso de información extensa y difícil de comprender.

Alternativa 3: Mejorar la unidad de gestión del conocimiento y documentación técnica.

Descripción: Incorporar nuevo personal para que apoye al equipo de conocimiento y documentación técnica responsable en estandarizar, custodiar y actualizar la documentación técnica, promoviendo las buenas prácticas y asegurando su aplicación en los proyectos.

Ventajas:

- Centralización de la información.
- Manejo documental y mejora la comunicación interna.
- Fomenta la transferencia de conocimientos.
- Alta adaptabilidad a los procesos de la empresa.
- Documentación técnica que cumpla con las regulaciones y estándares.

Desventajas:

- Requiere designar recursos humanos exclusivos.
- Requiere de un costo inicial
- Resistencia al cambio.
- Mantenimiento continuo.
- Sobrecarga de información si la información es extensa y difícil de comprender.
- Requiere de infraestructura tecnológica adecuada ya que puede tender a fallos técnicos.
- Requiere aprobación y respaldo de alta gerencia.
- Claridad en las funciones.

1.5.2. Selección de alternativa y selección de la alternativa apuesta

Para la selección de la alternativa de solución se definen unos criterios de selección evidenciados en la tabla 4.

Tabla 4. Criterios.

Criterios
Costo de implementación
Impacto en eficiencia
Facilidad de implementación
Aceptación de la organización
Continuidad de tiempo

Fuente: Elaboración propia.

Se asigna una ponderación según el impacto positivo de la siguiente manera: Bajo=1, Medio=2 y Alto=3, adicionalmente se le brinda un peso de 100% que es ponderado entre los criterios para decidir el grado de importancia, como se muestra en la tabla 5.

Tabla 5. Ponderación de alternativas.

Peso	Criterios	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
30%	Costo de Implementación	1	3	1
25%	Impacto en eficiencia	3	3	3
20%	Facilidad de Implementación	1	2	3
15%	Aceptación de la organización	2	3	2
10%	Continuidad de tiempo	2	2	3
100%	Total	1,75	2,7	2,25

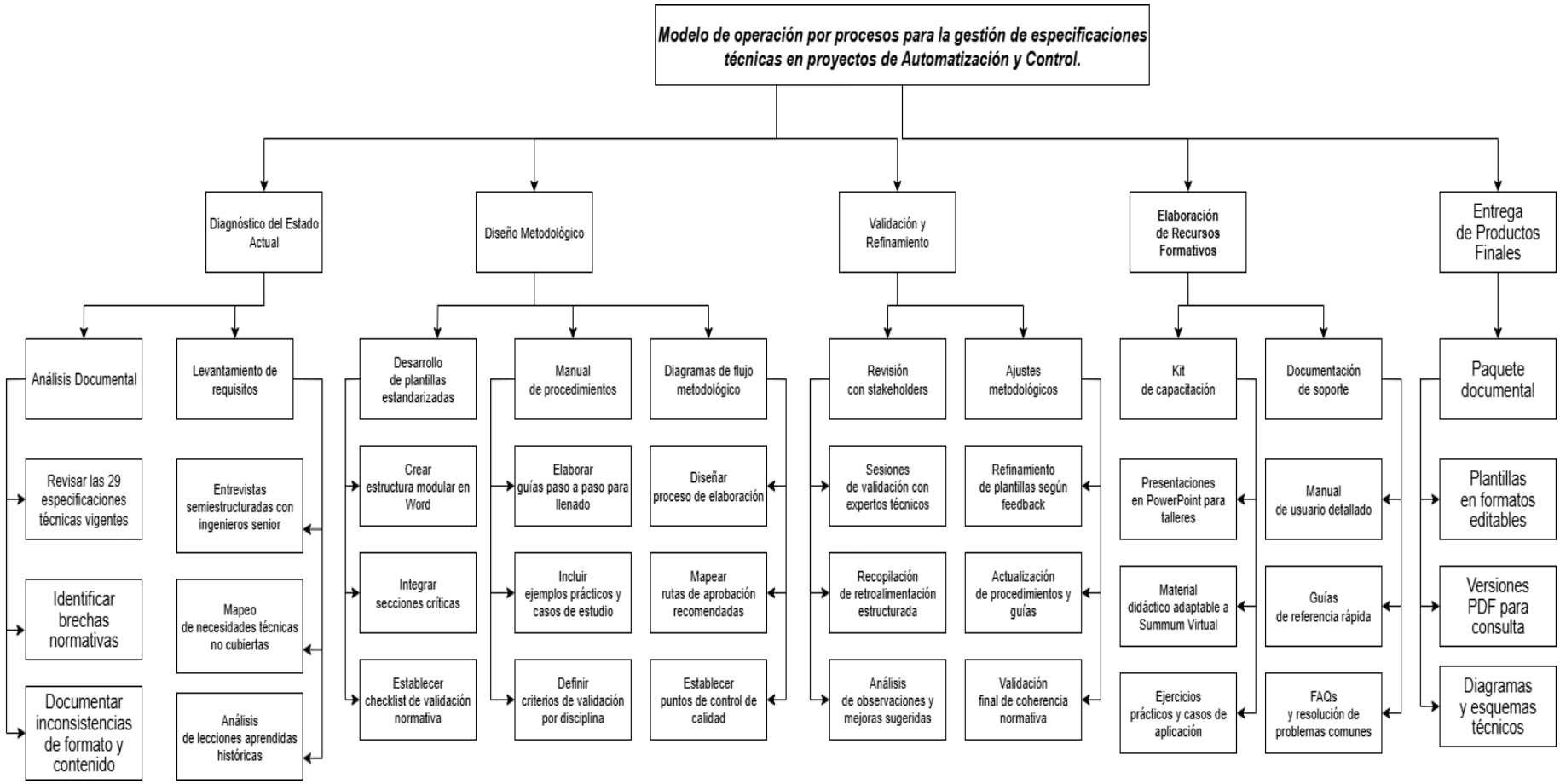
Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con el impacto positivo, la alternativa 2 es la mejor opción para la puesta en marcha.

1.6. Estructura analítica del proyecto

La estrategia del proyecto se generó tomando el diagrama de objetivos y estructurándolo de forma que permitió obtener la información que se muestra en la ilustración 4.

Ilustración 4. Estructura analítica del proyecto EDT.



Fuente: Elaboración propia

De esta estructura podemos analizar que las acciones del proyecto serán orientadas a la elaboración de un modelo de operación por procesos en especificaciones técnicas en el área de Automatización y Control con un enfoque de un manual práctico que oriente a las mismas. De esta manera se mejorará la gestión de los procedimientos, el acceso a la información y estandarizar las técnicas. Este un modelo de operación por procesos será la estrategia para la mejora en el manejo y fiabilidad de la información asociada a las diferentes labores de hidrocarburos.

1.7. Resumen narrativo del proyecto

En el ámbito de la ingeniería, la gestión documental eficiente es un pilar fundamental para garantizar la calidad y la trazabilidad de los proyectos. Este proyecto se centra en el área de Automatización y Control de Summum Projects, una empresa multilatina con una sólida trayectoria en los sectores de hidrocarburos e infraestructura, donde se ha identificado una valiosa oportunidad para optimizar los procesos de gestión documental.

En el análisis preliminar de los procesos y la documentación existente en Summum Projects, se ha identificado que, si bien la empresa cuenta con procedimientos generales para la gestión documental (como el TP-TEN-CAL-PRO-001), existe una oportunidad clara para desarrollar un modelo de operación más específico y adaptado a las particularidades del área de Automatización y Control. Este modelo de operación por procesos mitigará las inconsistencias observadas en la estructura, formato y contenido de las especificaciones técnicas, para mejorar la compatibilidad, la coherencia y la eficiencia en la gestión de la información.

El proyecto se enfocará en el diseño de una propuesta metodológica que incluya: (1) un modelo de operación por procesos técnicos que sirvan de guía para la elaboración de documentos en el área de Automatización y Control, complementado con un modelo de especificación técnica que sirva de ejemplo y referencia para la aplicación práctica de los procedimientos; (2) generar material necesario para la formación y adopción del nuevo modelo y estándares del equipo; y (3) un sistema de monitoreo y evaluación que permita medir la efectividad del modelo de operación por procesos y ajustes continuos.

Se espera que este proyecto siente las bases para contribuir de manera significativa a mejorar la gestión documental en el área de Automatización y Control de Summum Projects. Buscamos generar un impacto positivo en la documentación técnica, la agilidad en la comunicación entre áreas, la precisión en la toma de decisiones y la eficiencia en la gestión del conocimiento, y se adquieran valiosas habilidades y conocimientos en el desarrollo de soluciones prácticas para los desafíos reales de la compañía.

1.8. Indicadores

El seguimiento y la evaluación del proyecto se estructuran con base en los indicadores SMART (Específicos, Medibles, Alcanzables, Relevantes y con Tiempo definido) que permiten evidenciar el avance, medir el impacto del modelo y garantizar su aceptación por parte del equipo técnico. Los indicadores están agrupados en cuatro categorías clave: gestión/proceso, capacitación y adopción, documentación técnica y satisfacción/calidad.

1. Indicadores de Gestión / Proceso

En primer lugar, se definen los indicadores de gestión y procesos, que están orientados a medir el cumplimiento del cronograma y la eficiencia en los tiempos de ejecución de las actividades. La tabla 6 presenta las metas, formulas, indicadores y medios de verificación correspondientes.

Tabla 6. Indicadores de Gestión/Proceso.

Indicador	Fórmula / Unidad de Medida	Meta	Medios de Verificación
Porcentaje de avance en el diseño del modelo de operación por procesos	(Fases completadas / Total de fases del proyecto) × 100	≥ 90%	Cronograma de trabajo actualizado, actas de avance

Indicador	Fórmula / Unidad de Medida	Meta	Medios de Verificación
Tiempo promedio para la elaboración de una especificación técnica	Horas por documento (antes y después)	Reducción del 20%	Registro de tiempos de elaboración, entrevistas a ingenieros senior
Porcentaje de cumplimiento del cronograma	(# Actividades realizadas a tiempo / Total planificadas) × 100	≥ 85%	Plan de trabajo, Gantt, actas de control

Fuente: Elaboración propia.

2. Indicadores de Socialización y Adopción

Para evaluar la apropiación del nuevo modelo por parte del personal, se establecieron indicadores de socialización y adopción. Estos indicadores que son detallados en la tabla 7, permiten monitorear la cobertura de las capacitaciones y el nivel de comprensión alcanzado por el equipo.

Tabla 7. Indicadores de Socialización y Adopción.

Indicador	Fórmula / Unidad de Medida	Meta	Medios de Verificación
Porcentaje de personal socializado en el modelo de operación por procesos	(# Personas capacitadas / Total del equipo técnico) × 100	100%	Informe Summum virtual, certificados de participación
Índice de comprensión del modelo de operación por procesos	Evaluación post-socialización (encuesta escala 1-5)	≥ 4.0	Resultados de encuestas y pruebas aplicadas

Indicador	Fórmula / Unidad de Medida	Meta	Medios de Verificación
Número de sesiones de socialización realizadas	Conteo total de talleres o reuniones	≥ 3 sesiones	Actas, agendas, presentaciones compartidas

Fuente: Elaboración propia.

3. Indicadores de Documentación Técnica

La calidad de los entregables es un factor crítico del proyecto. Por ello, la tabla 8 describe los indicadores de documentación técnica, diseñados para medir la reducción de errores y el cumplimiento de los estándares en las especificaciones generadas.

Tabla 8. Indicadores de Documentación Técnica.

Indicador	Fórmula / Unidad de Medida	Meta	Medios de Verificación
Número de especificaciones elaboradas con el nuevo manual	Conteo absoluto	≥ 10 documentos	Base de datos documental, control de versiones
Porcentaje de documentos técnicos con errores detectados	(# Documentos con errores / Total revisados) × 100	≤ 10%	Fichas de revisión, informes de calidad
Porcentaje de cumplimiento de los estándares internos	(Documentos validados / Total a revisar) × 100	≥ 90%	Checklists técnicos, informes de validación

Fuente: Elaboración propia

4. Indicadores de Satisfacción / Calidad

Finalmente, se evalúa la percepción del cliente interno y el impacto en la calidad del servicio. En la tabla 9 se consolidan los indicadores de satisfacción y calidad, enfocados en la reducción de retrabajos y la valoración del usuario final.

Tabla 9. Indicadores de Satisfacción / Calidad.

Indicador	Fórmula / Unidad de Medida	Meta	Medios de Verificación
Satisfacción del cliente interno	Encuesta de percepción (escala 1-5)	≥ 4.0	Encuestas, entrevistas a usuarios clave
Reducción de retrabajos por errores en especificaciones	Comparación antes vs. después	Reducción ≥ 50%	Registro de retrabajos en actas de revisión técnica
Nivel de uso del sistema documental	Accesos o descargas mensuales	≥ 10 consultas/mes	Reportes del sistema documental interno

Fuente: Elaboración propia.

1.9. Medios de verificación

Los medios de verificación facilitan el seguimiento al cumplimiento de los indicadores del proyecto. En este contexto, se han establecido los siguientes medios, ordenados de acuerdo con las 4 categorías de indicadores:

- **Informe del sistema Summum virtual (Intranet)**
  - ✓ **Descripción:** Reportes generados desde Summum Virtual, la plataforma de capacitación interna de la compañía, donde se podrá ver el avance del equipo técnico en los cursos online para el nuevo modelo de operación por procesos.

- ✓ **Uso:** Verificación de la participación, avance y finalización de los módulos formativos virtuales por parte del equipo técnico.

- **Certificados de participación**

  - ✓ **Descripción:** Certificados emitidos automáticamente al finalizar los cursos virtuales en Summum.

  - ✓ **Uso:** Evidencia formal de socialización individual y cumplimiento del proceso formativo.

- **Resultados de encuestas y pruebas**

  - ✓ **Descripción:** Métodos aplicados al equipo técnico para medir la adopción del nuevo un modelo de operación por procesos.

  - ✓ **Uso:** Detectar el nivel de conocimiento, permitiendo tomar acciones de refuerzo.

- **Actas de reunión / Agendas / Presentaciones**

  - ✓ **Descripción:** Documentos que resumen los temas tratados, participantes y decisiones.

  - ✓ **Uso:** Evidencian el número de eventos realizados, y acuerdos generados en cada sección

- **Base de datos documental / Control de versiones**

  - ✓ **Descripción:** Registro donde se almacenan y versionan las especificaciones técnicas elaboradas bajo el nuevo modelo.

  - ✓ **Uso:** Facilita el seguimiento a los documentos generados.

- **Fichas de revisión / Informes de calidad**

  - ✓ **Descripción:** Formatos utilizados para evaluar la calidad técnica y presentación de cada especificación elaborada.

- ✓ **Uso:** Detectan errores técnicos o formales y permiten calcular el porcentaje de documentos no conformes.

- **Checklists técnicos / Informes de validación**
  - ✓ **Descripción:** Listas de verificación con los criterios que debe cumplir una especificación técnica para considerarse válida.
  - ✓ **Uso:** Garantizan el cumplimiento de estándares internos y la homogeneidad de los entregables.
- **Encuestas de satisfacción / Entrevistas**
  - ✓ **Descripción**: Instrumentos aplicados a usuarios internos para evaluar la utilidad, claridad y valor de las especificaciones recibidas.
  - ✓ **Uso:** Aportan información cualitativa sobre la percepción del cliente interno respecto a la mejora lograda con el modelo de operación por procesos.
- **Registros de retrabajos**
  - ✓ **Descripción:** Documentación de las observaciones o ajustes requeridos en especificaciones antes y después de implementar el nuevo modelo de operación por procesos.
  - ✓ **Uso:** medición de reducción de errores y retrabajos, mejorando la eficiencia del proceso.
- **Reportes del sistema documental interno**
  - ✓ **Descripción:** Logs de acceso o métricas del sistema que muestran cuántas veces se consultan o descargan las especificaciones técnicas.
  - ✓ **Uso:** Indican el nivel de uso real de los documentos y, por tanto, su utilidad práctica en la operación del equipo.

1.10. Monitoreo y evaluación

El objetivo del monitoreo y evaluación en este proyecto es llevar a cabo un seguimiento claro y ordenado del progreso de las actividades, asegurar el cumplimiento de los objetivos propuestos y permitir modificaciones cuando se requieran. Esto se fundamenta en los indicadores establecidos y en instrumentos que ya forman parte del hoy de la empresa, como Summum Virtual y el sistema de documentación interno de la compañía.

Objetivos del monitoreo y control

- Monitorear el progreso del proyecto, comparando lo previsto con lo que se está realizando, según el calendario y los productos a entregar.
- Analizar si el equipo técnico entiende y utiliza de manera adecuada el modelo de operación por procesos sugerido.
- Identificar desviaciones en la implementación del nuevo modelo de operación por procesos.
- Recoger evidencias que argumenten los logros del proyecto y su impacto.

1.10.1. Actividades de Monitoreo, Frecuencia y Responsables

El seguimiento del proyecto se realizará a través de acciones periódicas de control. La tabla 10 desglosa las actividades de monitoreo, estableciendo su frecuencia de ejecución y los responsables directos de su cumplimiento.

Tabla 10. Actividades de monitoreo, frecuencia y responsables.

Componente	Actividad de Monitoreo	Frecuencia	Responsable	Herramientas / Soporte
Diseño metodológico	Revisión de avance por fases	Semanal	Equipo de desarrollo del proyecto	Cronograma del proyecto (Excel / Gantt)
Cumplimiento del cronograma	Verificación de actividades realizadas vs. planificadas	Quincenal	Equipo de desarrollo del proyecto	Registro de avance en cronograma y actas
Participación en plataforma Summum Virtual	Verificación de finalización de módulos	Mensual	Jefe de Sección	Reportes de finalización y certificados
Comprensión de la metodología	Análisis de resultados de evaluaciones post-socialización	Una vez finalizado el módulo	Jefe de Sección	Encuestas / pruebas de Summum Virtual
Validación técnica de documentos	Aplicación de lista de verificación y "revisión de instrucciones de trabajo" y detección de errores	Por cada documento	Líder de disciplina	Fichas de revisión técnica / control de calidad
Cumplimiento de estándares internos	Comparación con checklists y validación técnica	Por entregable	Especialista de Calidad	Informes de validación y control de estándares
Uso del sistema documental	Análisis de frecuencia de acceso y consulta de documentos	Mensual	Jefe de Sección	Reportes del sistema documental interno

Fuente: Elaboración propia.

1.10.2. Actividades de Evaluación

De manera complementaria al monitoreo, se realizarán cortes evaluativos para medir el impacto de las soluciones implementadas. Las actividades específicas de evaluación se presentan en la tabla 11.

Tabla 11. Actividades de evaluación.

Tipo de Evaluación	Objetivo	Responsable	Herramienta / Evidencia
Evaluación intermedia	Verificar avance parcial, identificar obstáculos y proponer mejoras	Líder de Calidad y Jefe de Sección	Informe de avance / Reunión de revisión
Evaluación final	Analizar cumplimiento de indicadores y metas del proyecto	Líder de Disciplina y Jefe de Sección	Matriz de indicadores / Informe final
Lecciones aprendidas	Documentar aciertos, dificultades y mejoras para futuras versiones	Jefe de Sección	Acta de cierre / Documento de retroalimentación

Fuente: Elaboración propia

1.10.3. Medios de Verificación Asociados

Para dar soporte y evidencia a los indicadores planteados, se han definido fuentes de información confiables. La tabla 12 relaciona cada medio de verificación con su descripción y el responsable de su gestión.

Tabla 12. Medios de Verificación Asociados.

Medio de Verificación	Descripción	Responsable
Reportes Summum Virtual	Informes de participación, finalización de módulos, resultados de evaluaciones virtuales	**Jefe de Sección**
Encuestas de percepción	Formularios digitales aplicados al personal técnico para evaluar comprensión y satisfacción	**Líder de disciplina**
Sistema documental interno	Registros de accesos, descargas y uso de documentos técnicos actualizados	**Jefe de Sección**
Checklists de validación técnica	Listas de verificación aplicadas durante la revisión de especificaciones técnicas	**Especialista de Calidad**
Actas y cronograma de seguimiento	Evidencias del avance del proyecto y cumplimiento de entregables	**Equipo de desarrollo del proyecto**
Control de versiones	Registro documental de especificaciones técnicas generadas con el nuevo modelo de operación por procesos	**Especialista de Calidad**

Fuente: Elaboración propia

El Plan de Monitoreo y Evaluación se integra de forma transversal al desarrollo del proyecto, desde el inicio hasta el cierre. Las actividades de seguimiento están alineadas con el cronograma general y los entregables definidos, asegurando una trazabilidad continua. Se asignaron responsables por cada actividad en cada una de las fases del proyecto asegurando que el actor con mayor conocimiento controle cada fase, lo que asegura una mayor calidad en los resultados y la duración del proyecto en el tiempo.

OBJETIVOS

2.1. Objetivo principal

- Proponer un modelo de operación por procesos orientado a la elaboración y actualización de especificaciones técnicas en el área de Automatización y Control de la compañía Summum Projects, con el fin de establecer criterios claros, organizar los procesos y mejorar la coherencia en la documentación técnica.

2.2. Objetivos secundarios

- Analizar el estado actual de las especificaciones técnicas y los procedimientos existentes en el área de Automatización y Control, para identificar brechas de estandarización y oportunidades de mejora.

- Diseñar plantillas estandarizadas que incorporen los criterios de contenido obligatorio y las secciones mínimas definidas en el modelo de operaciones, que permita la unificación y actualización de las especificaciones técnicas, asegurando la coherencia y el cumplimiento normativo.

- Facilitar la adopción del nuevo modelo de operación por procesos para la elaboración y actualización de especificaciones técnicas por parte del equipo de Automatización y Control.

ANÁLISIS DEL MERCADO

3.1. Definición de objetivos del análisis de mercados por elemento

3.1.1. Análisis de oferta

Objetivo del análisis de la oferta

El presente capítulo aborda el estudio de mercado para la implementación del "Modelo de Operación por Procesos para la Gestión de Especificaciones Técnicas" en el área de Automatización y Control de Summum Projects. El objetivo es identificar las condiciones reales del mercado interno (equipo técnico) sobre los cuales se construirá la propuesta, fundamentando todo el análisis en información primaria y estratégica.

3.2. Definición del Producto

El producto ofertado corresponde a un modelo interno que estandariza la elaboración, revisión y actualización de especificaciones técnicas conforme a las mejores prácticas del sector Oil & Gas. Sus principales características son:

- Metodología estandarizada y plantillas normalizadas.
- Manual de implementación y sistema de capacitación.
- Herramientas de control de calidad y trazabilidad documental.
- Integración de tecnologías emergentes (IoT, OPC UA).

3.3. Identificación del Cliente Interno

El mercado objetivo es eminentemente interno, compuesto por:

- Usuarios directos: equipo de Automatización y Control (6 profesionales entre ingenieros seniors, juniors, proyectista, especialista de calidad y líder técnico).
- Usuarios indirectos: áreas de calidad, gerencia de proyectos, y clientes externos que reciben documentación mejorada.

3.4. Análisis DOFA

En la tabla 13 se describen las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas, con su contexto explicativo sobre cada uno de los ítems mencionados.

Tabla 13. Análisis DOFA.

Fortalezas	Oportunidades
Equipo técnico altamente especializado con experiencia comprobada en proyectos de hidrocarburos y automatización industrial.	Demanda creciente del mercado por documentación técnica estandarizada y trazable en el sector de hidrocarburos.
Infraestructura tecnológica robusta (Summum Virtual, Power Apps) que facilita la implementación y socialización de nuevos modelos de operaciones.	Exigencia normativa sectorial que impulsa la adopción de estándares.
Cultura organizacional orientada a la mejora continua y la implementación de buenas prácticas de ingeniería	Oportunidad de diferenciación competitiva frente a empresas del sector que no han estandarizado sus procesos documentales
Procedimientos base existentes (TP-TEN-CAL-PRO-001) que pueden ser fortalecidos y especializados	Posibilidad de escalamiento del modelo desarrollado a otras disciplinas técnicas de la empresa
Debilidades	**Amenazas**
Falta de un modelo de operación para especificaciones técnicas en el área de Automatización y Control.	Plazos ajustados en proyectos de Automatización y Control que dificultan la adopción completa del modelo.
Procesos documentales descentralizados, sin un flujo de trabajo unificado por procesos.	Competencia sectorial con empresas que han implementado sistemas de gestión documental más avanzados (Wood Group, Worley).

Posible resistencia al cambio ante nuevas metodologías por parte del personal técnico.	Evolución tecnológica acelerada en herramientas de documentación técnica que podría requerir actualizaciones constantes.
Limitaciones de tiempo para capacitación formal durante el ciclo de los proyectos.	Cambios regulatorios inesperados en normativas o estándares que podrían requerir ajustes al modelo de operación por procesos

Fuente: Elaboración propia

3.5. Estudio de mercado con información primaria

Para profundizar en el análisis de mercado, se diseñó y aplicó una encuesta al equipo técnico de Summum Projects directamente involucrado en la creación, revisión y uso de especificaciones técnicas. Este instrumento recogió percepciones, necesidades y disposición frente al modelo de operación por procesos propuesto.

Objetivo de la encuesta

Obtener información de primera mano sobre la calidad percibida de las especificaciones actuales, la experiencia del proceso documental, el grado de aceptación de una metodología estandarizada y la valoración de su impacto potencial.

Metodología de aplicación

- Población objetivo: cinco profesionales del área de Automatización y Control.
- Cobertura: 100% del equipo técnico conformado por los lideres de disciplina responsable de las especificaciones.
- Instrumento: formulario digital con preguntas cerradas y escalas Likert.
- Aplicación: vía correo interno, complementada con entrevistas breves.
- Plataforma: vía Forms.
- Duración aproximada por participante: 15 minutos.

Operacionalización de la Encuesta.

Se establecieron 4 dimensiones claves del estudio de mercado, con 5 preguntas por dimensión, que permiten identificar comportamientos, percepciones y brechas respecto a la documentación técnica en la empresa.

Demanda

Para estructurar la recolección de información sobre la dimensión de Demanda, se diseñó un conjunto de preguntas orientadas a estimar el volumen de necesidad actual, validar el crecimiento histórico de las especificaciones técnicas, cuantificar el esfuerzo invertido por documento, y evaluar la disposición del equipo hacia soluciones de mejora. La tabla 14 sintetiza estas preguntas, sus objetivos y las opciones de respuesta utilizadas.

Tabla 14. Encuesta demanda.

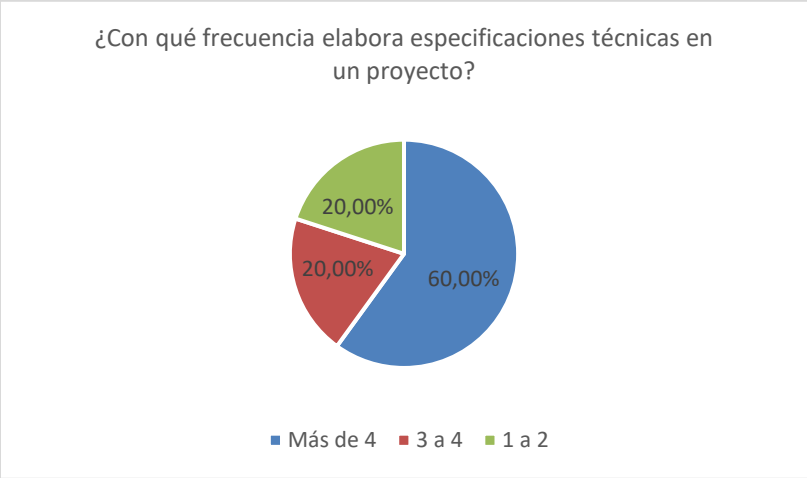
Pregunta	Objetivo específico	Tipo	Opciones de respuesta
¿Con qué frecuencia elaboras especificaciones técnicas en un proyecto?	Estimar el volumen de demanda individual	Cerrada – única	0 / 1 a 2 / 3 a 4 / Más de 4
¿Consideras que el número de especificaciones técnicas en los proyectos ha aumentado en los últimos años?	Confirmar crecimiento en la demanda histórica	Cerrada – única	Sí / No / No estoy seguro
¿Consideras necesaria la implementación de un modelo de operación por procesos unificado para elaborar especificaciones técnicas semillas?	Identificar percepción de necesidad	Cerrada – única	Sí / No / No lo he considerado

Pregunta	Objetivo específico	Tipo	Opciones de respuesta
¿Cuántas horas inviertes en promedio para elaborar una especificación técnica, desde la versión inicial hasta la aprobación final por parte del cliente?	Cuantificar esfuerzo por documento	Abierta numérica	_____ horas
¿Cuántas reemisiones por revisión o retroalimentación (posteriores a la Emisión 0) tiene normalmente un proyecto antes de obtener la aprobación definitiva del cliente?	Estimar el volumen de esfuerzo individual	Cerrada – única	Ninguna (se aprueba en la Emisión 0) / 1 reemisión / 2 reemisiones / 3 reemisiones / Más de 3
¿Estarías dispuesto a utilizar un recurso estandarizado que reduzca ese tiempo?	Evaluar disposición hacia soluciones que mejoren eficiencia	Cerrada – única	Sí / No / Dependería del formato

Fuente: Elaboración propia.

A la pregunta ¿Con qué frecuencia elabora especificaciones técnicas en un proyecto? Se evidencia en los ingenieros líderes se encuentra que el 60% trabaja 4 o más de estas especificaciones por proyecto, mientras que el 20% habló de 3 a 4 y el 20% restante hizo referencia a solo una o dos veces por proyecto como se evidencia en la ilustración 5. De estos resultados se puede referenciar que el 80% de los líderes tiene una necesidad representativa de especificaciones técnicas en sus labores diarias.

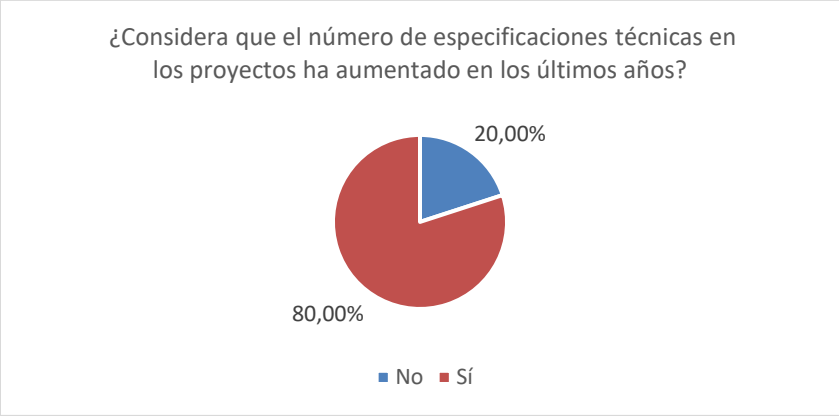
Ilustración 5.Demanda-Estimación del volumen de demanda individual.



Fuente: Elaboración propia.

Esta información además se complementa con las respuestas a la consulta sobre si consideran que el número de especificaciones técnicas en los proyectos ha aumentado en los últimos años, teniendo un 80% de respuestas positivas de acuerdo con la ilustración 6. Ante este panorama, se puede evidenciar que la tendencia está marcada por continuo aumento en estas especificaciones y los requerimientos en tiempos y dedicación que ello implica.

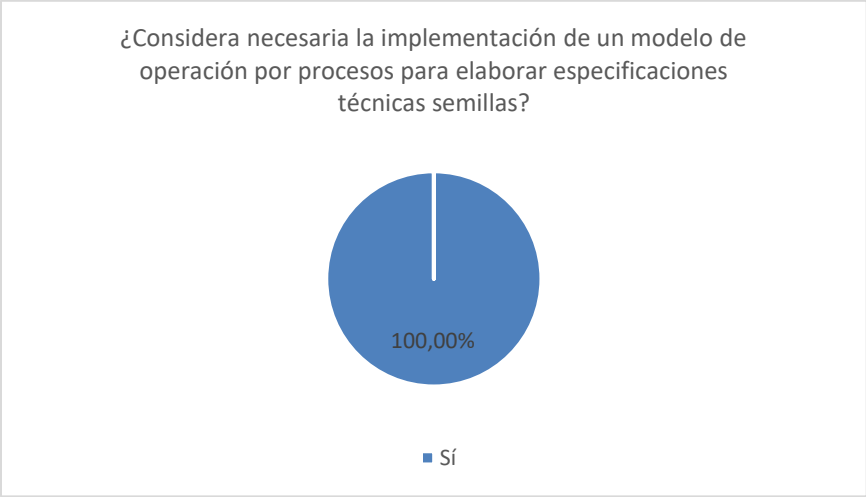
Ilustración 6. Demanda-Confirmar crecimiento en la demanda histórica.



Fuente: Elaboración propia.

Es así como se conecta la necesidad evidenciada y ante la pregunta de si: consideran necesaria la implementación de un modelo de operación por procesos para elaborar especificaciones técnicas semillas, de nuevo surge un 100% que permite reconocer que una herramienta que mejore las condiciones de trabajo en este aspecto sería de gran utilidad para el equipo basado en la ilustración 7.

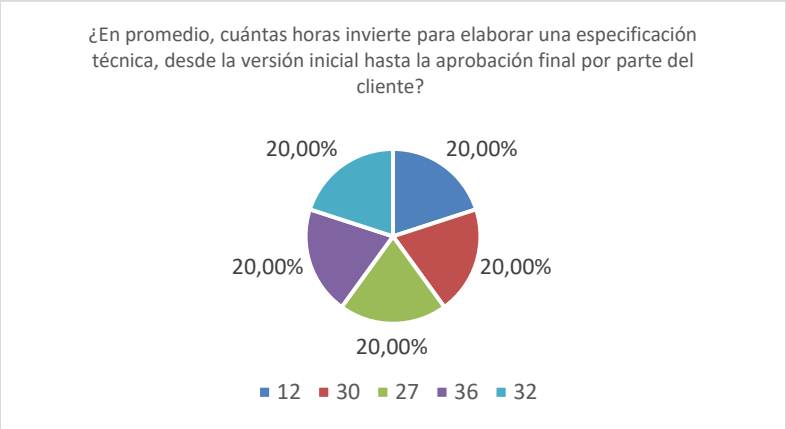
Ilustración 7. Demanda-Identificar percepción de necesidad.



Fuente: Elaboración propia.

En base a la ilustración 8, esta mejora de condiciones tendría un efecto inmediato en el trabajo del equipo, que actualmente gastan en promedio 27,4 horas de trabajo desde la versión inicial hasta la aprobación final del cliente.

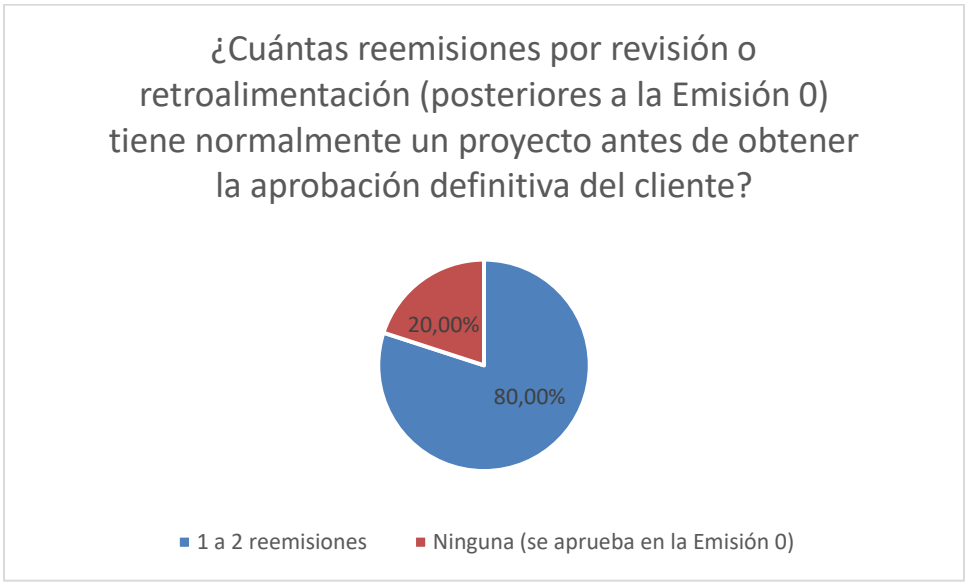
Ilustración 8. Demanda-Cuantificar esfuerzo por documento.



Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con la ilustración 9 este promedio de horas se relaciona con que el 80 % del equipo de líderes encuestados menciona que necesita de 1 a 2 reemisiones antes de obtener la aprobación definitiva del cliente, situación que no debería presentarse pues se entiende que la emisión 0 será la definitiva.

Ilustración 9. Demanda-Cuantificar esfuerzo por documento.



Fuente: Elaboración propia.

Ante este panorama, para la dimensión demanda se evidencia que tanto a nivel individual como histórico se ha presentado un aumento en los requerimientos relacionados con las especificaciones técnicas y que de parte del equipo existe un genuino interés por una solución que resuelva principalmente el tema de tiempos de ejecución.

Oferta

Con el propósito de evaluar la oferta actual de especificaciones técnicas, se diseñó un conjunto de preguntas orientadas a comprender cómo el equipo reutiliza documentos previos, qué tan homogéneos son los formatos existentes, cuáles son las herramientas más comúnmente usadas y cuál es la percepción sobre errores y falta de estandarización. La tabla 15 consolida estas preguntas, sus objetivos y las opciones de respuesta estructuradas para el análisis cualitativo.

Tabla 15. Encuesta Oferta.

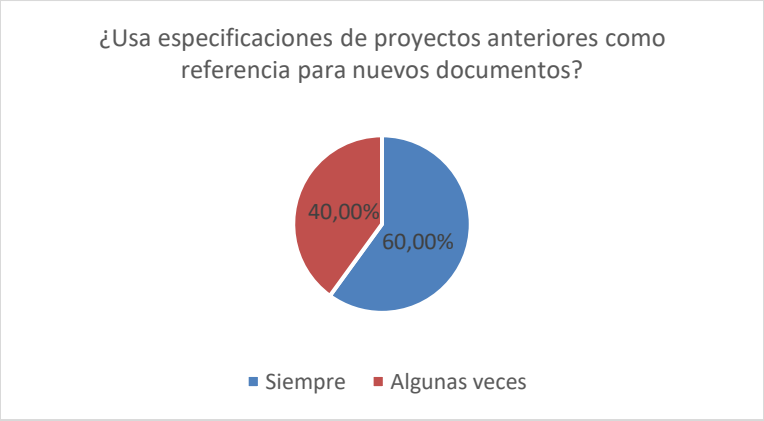
Pregunta	Objetivo específico	Tipo	Opciones de respuesta
¿Usas especificaciones de proyectos anteriores como referencia para nuevos documentos?	Identificar dependencia de referencias	Cerrada – única	Siempre / A veces / Nunca
¿Qué tan homogéneas consideras que son las especificaciones semilla actuales?	Medir percepción de consistencia	Escala 1–5	1 (Nada homogéneas) / 2 / 3 / 4 / 5 (Muy homogéneas)
¿Cuál es el formato más frecuente que usas para redactar especificaciones?	Identificar herramientas y prácticas actuales	Múltiple – única	Word / Libre / Plantilla antigua / Copia de otro documento / Otro: _____

Pregunta	Objetivo específico	Tipo	Opciones de respuesta
¿Qué tan común es encontrar errores técnicos o de formato en las especificaciones?	Evaluar calidad percibida de los documentos	Escala 1–5	1 (Nunca) / 2 / 3 / 4 / 5 (Muy frecuente)
¿Existe actualmente una plantilla oficial para elaborar especificaciones técnicas en tu área?	Verificar conocimiento sobre la existencia de un estándar	Cerrada – única	Sí / No / No lo sé

Fuente: Elaboración propia.

Con el fin de determinar la dependencia de referencias como punto de partida y basado en la ilustración 10, el 60% de los líderes mencionó que siempre usa especificaciones de proyectos anteriores como referencia para nuevos documentos y el 40% restante reconoció que algunas veces lo hace, permitiendo evidenciar una clara dependencia de contar con un modelo inicial, aun cuando este no esté estandarizado.

Ilustración 10. Oferta - Identificar dependencia de referencias.

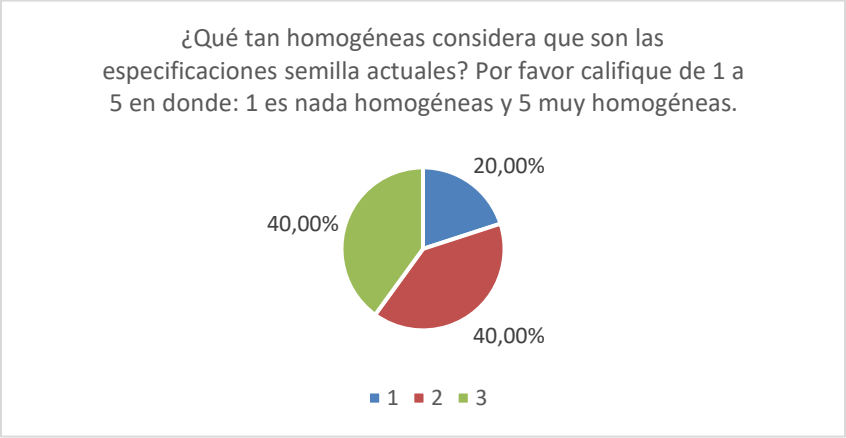


Fuente: Elaboración propia.

En base a la ilustración 11, se ve reflejado en la percepción reflejada sobre qué tan homogéneas considera que son las especificaciones semilla actuales en donde el 40% registra su percepción en un 3, punto intermedio entre nada homogéneas y muy

homogéneas, sin embargo, 40% lo identificó como un 2 y el 20% un 1, respuestas que se acercan mucho más hacia la falta de homogeneidad de los formatos existentes y demuestran la baja percepción de consistencia dentro del equipo.

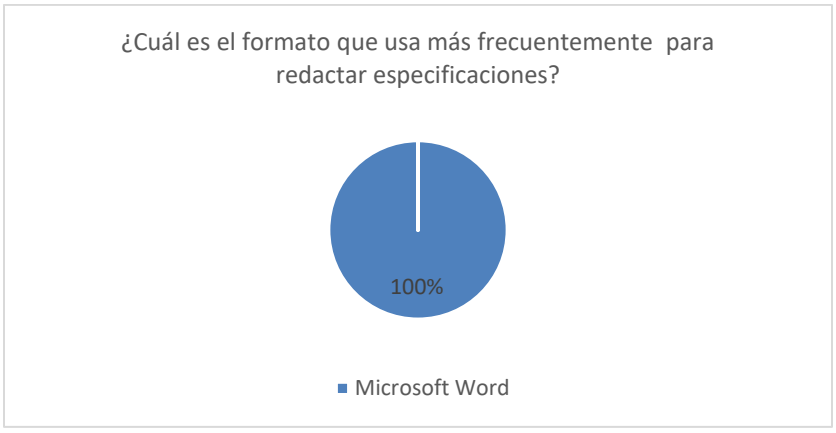
Ilustración 11. Demanda - Medir percepción de consistencia.



Fuente: Elaboración propia.

El 100% de los encuestados menciona que su herramienta de uso más frecuente para redactar especificaciones es Microsoft Word y que en el desarrollo de sus labores como se ve en la Ilustración 12.

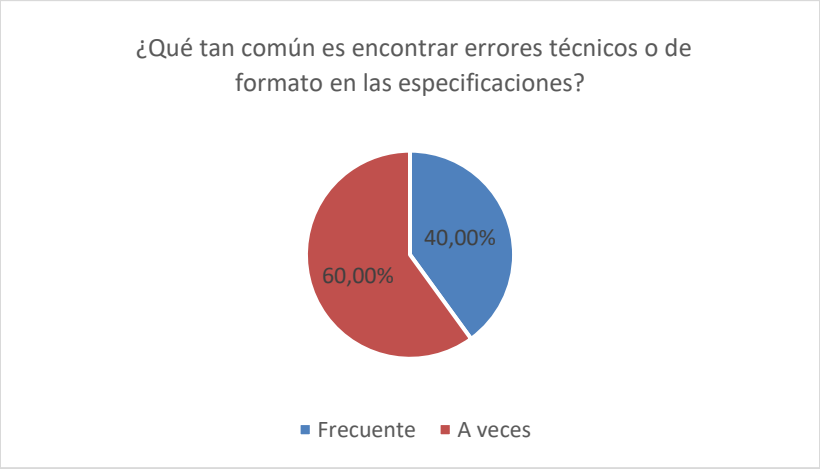
Ilustración 12. Demanda - Identificar herramientas y prácticas actuales.



Fuente: Elaboración propia.

En base a la ilustración 13, el 60% indica que hay errores técnicos o de formato en las especificaciones y el 40% restante registra que ocurre a veces. Como conclusión, se evidencia el uso de una herramienta tecnológica única con tendencia a presentar errores.

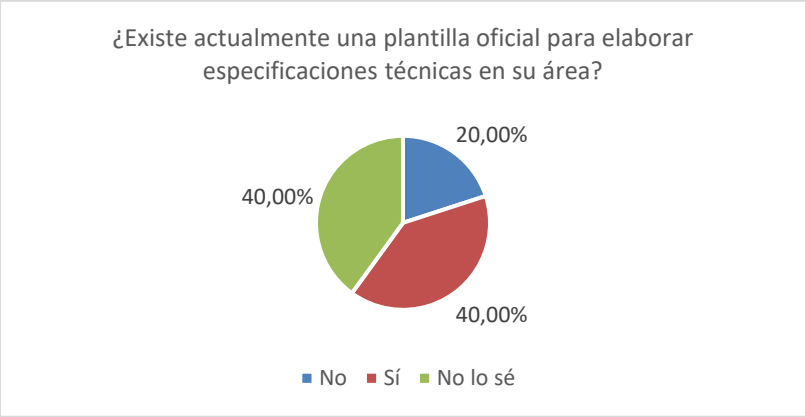
Ilustración 13. Demanda - Evaluar calidad percibida de los documentos.



Fuente: Elaboración propia.

Esta sección se cierra con la verificación del conocimiento sobre la existencia de un formato estándar actualmente (Ver Ilustración 14), para lo cual el 20% mencionó que sí existe, mientras que 20% negó su existencia y el 40% restante dijo no tener conocimiento al respecto.

Ilustración 14. Demanda - Verificar conocimiento sobre la existencia de un estándar.



Fuente: Elaboración propia.

Con estos resultados en este apartado, el público objetivo utiliza como base documentos anteriores de Microsoft Word que generalmente presentan errores y conllevan a reemisiones. Finalmente, los encuestados no tienen certeza sobre la existencia de formatos semilla.

Precio:

La dimensión 'precio' en el análisis de mercado interno se interpreta como el esfuerzo, tiempo y disposición que el equipo técnico está dispuesto a invertir en la adopción del nuevo modelo. Para evaluarlo, se formularon preguntas enfocadas en la viabilidad de invertir tiempo en capacitación, la apertura al cambio de procesos, los beneficios esperados y el esfuerzo que consideran asumible. La tabla 16 presenta estas preguntas, sus formatos de respuesta y los objetivos específicos detrás de cada interrogante.

Tabla 16. Encuesta precio.

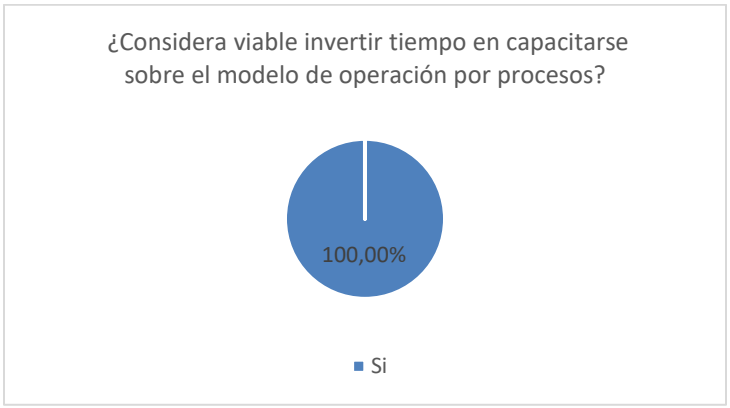
Pregunta	Objetivo específico	Tipo	Opciones de respuesta
¿Consideras viable invertir tiempo en capacitarte sobre el modelo de operación por procesos?	Medir disposición a formarse	Cerrada – única	Sí / No / Solo si es corto

Pregunta	Objetivo específico	Tipo	Opciones de respuesta
¿Estás dispuesto a seguir una estructura prediseñada si mejora tu eficiencia?	Medir apertura al cambio	Cerrada – única	Sí / No / Dependería de la complejidad
¿Qué beneficios te motivarían a usar un modelo de operación por procesos?	Identificar valor esperado	Múltiple – selección	Ahorro de tiempo / Menos errores / Validaciones más rápidas / Mejor presentación / Otro: _____
¿Cuánto esfuerzo estarías dispuesto a invertir inicialmente en aplicar el modelo?	Medir esfuerzo asumible	Escala 1–5	1 (Ninguno) / 2 / 3 / 4 / 5 (Alto)
¿Consideras que este recurso facilitaría tu trabajo diario?	Validar utilidad percibida	Cerrada – única	Sí / No / Dependería de su diseño

Fuente: Elaboración propia.

Esta sección de la encuesta inicia planteando la disposición del equipo para capacitarte sobre el modelo de operación por procesos, a partir de la Ilustración 15, la cual el 100% de los encuestados expresa su disposición reforzando su interés en la respuesta.

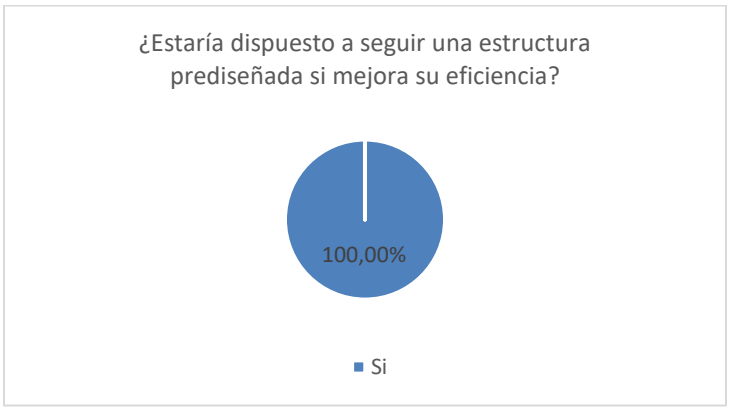
Ilustración 15. Precio - Medir disposición a formarse.



Fuente: Elaboración propia.

También la ilustración 16 nos indicia que del 100% está dispuesto a seguir una estructura prediseñada si mejora su eficiencia.

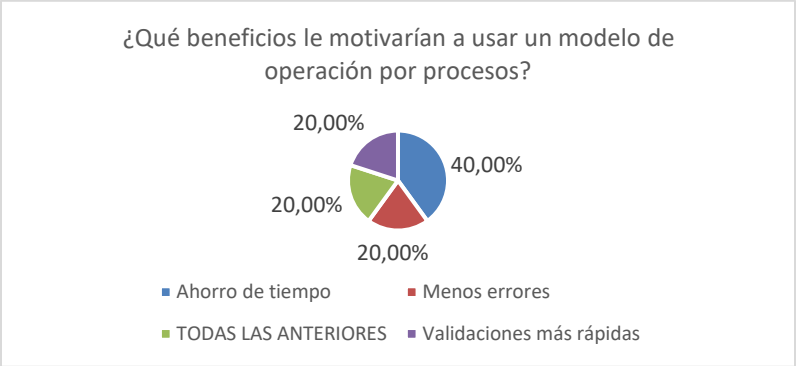
Ilustración 16. Precio - Medir apertura al cambio.



Fuente: Elaboración propia.

Además, basándose en la ilustración 17 hay un reconocimiento de los beneficios que identificarían los líderes de los procesos en esta implementación, 40 % posiciona el principal beneficio para ahorrar tiempos, mientras que un 20 % menciona que se beneficiaría desde menores errores, 20 % validaciones más rápidas, lo que también se relaciona con tiempos y, finalmente, un 20 % se refiere a que todos los beneficios aplicarían.

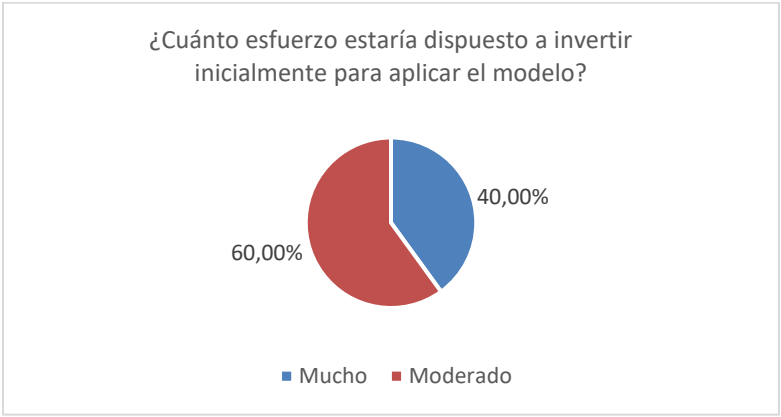
Ilustración 17. Precio - Identificar valor esperado.



Fuente: Elaboración propia.

Frente al interrogante de cuánto esfuerzo estaría dispuesto a invertir inicialmente para aplicar el modelo de la ilustración 18, el 60% de los encuestados menciona que sería un esfuerzo moderado, mientras que el 40% tendría una disposición de invertir mucho esfuerzo a este proceso.

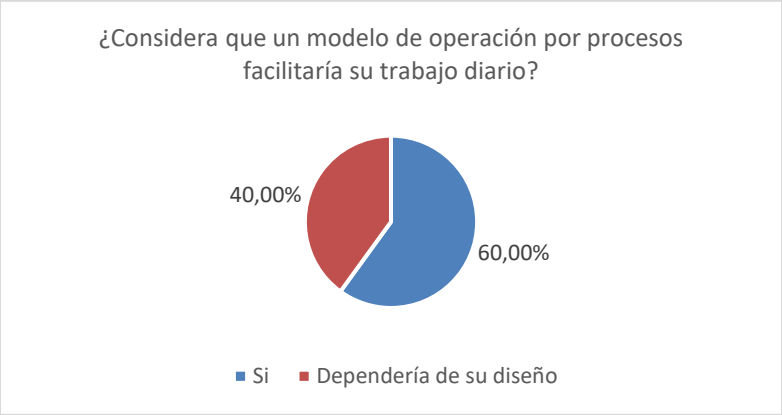
Ilustración 18. Precio - Medir esfuerzo asumible.



Fuente: Elaboración propia.

Basándose en la Ilustración 19, en consideración de que un modelo de operación por procesos facilitaría su trabajo diario, el 60% está convencido de que sí es una solución que aportaría, mientras que el 40% menciona que dependería del formato que se proyecte implementar.

Ilustración 19. Precio - Validar utilidad percibida.



Fuente: Elaboración propia.

De esta sección se puede concluir que el equipo muestra disposición y apertura a los cambios que se proyectaría gestionar y considera que obtendrá beneficios importante en términos de la inversión de tiempos y eficiencia en sus procesos, para lo cual tienen disposición abierta de dedicar mucho esfuerzo a su formación, pues habría un alto interés respecto de la posibilidad de facilitar su trabajo a través de un nuevo modelo de procesos.

Comercialización interna:

Para garantizar una adopción efectiva del modelo de operación por procesos, es fundamental conocer los canales y formatos de capacitación preferidos por el equipo, así como identificar potenciales 'embajadores' que lideren la implementación. Esta dimensión se enfoca en la estrategia de comercialización interna, evaluando preferencias de formación, niveles de claridad requeridos, canales de soporte y disposición a participar en un piloto. La tabla 17 detalla las preguntas formuladas, sus objetivos y las alternativas de respuesta ofrecidas.

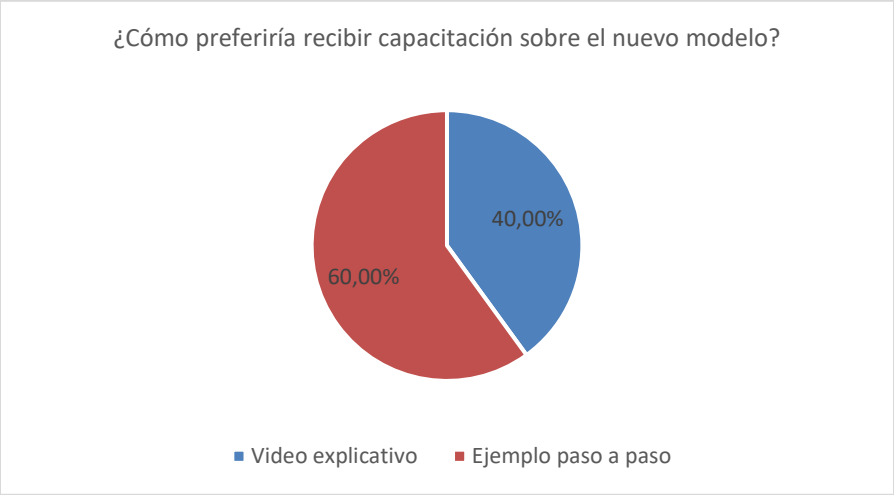
Tabla 17. Encuesta comercialización interna.

Pregunta	Objetivo específico	Tipo	Opciones de respuesta
¿Cómo preferirías recibir capacitación sobre el nuevo modelo?	Identificar canales de formación preferidos	Múltiple – selección	Taller presencial / Curso virtual / Manual descargable / Video corto
¿Qué formato te resulta más útil para aprender una herramienta nueva?	Identificar formato educativo preferido	Múltiple – selección	Infografía / Ejemplo paso a paso / Video explicativo / Guía PDF
¿Qué tan clara debe ser el modelo de operación por procesos para que la adoptes?	Evaluar tolerancia a la complejidad	Escala 1–5	1 (Nada clara) / 2 / 3 / 4 / 5 (Muy clara)
¿Qué canal usarías para resolver dudas sobre el uso del modelo?	Establecer medios de soporte preferidos	Múltiple – selección	Chat interno / Correo / Reunión técnica / Tiques en plataforma
¿Te interesaría ser parte del piloto de implementación?	Identificar potenciales embajadores	Cerrada – única	Sí / No / Necesitaría más información

Fuente: Elaboración propia.

Desde esta dimensión y basado en la ilustración 20, se inicia con el objetivo de identificar canales de formación preferidos, para lo que el 60 % de los encuestados prefiere un ejemplo paso a paso y el 40 % prefiere un video explicativo.

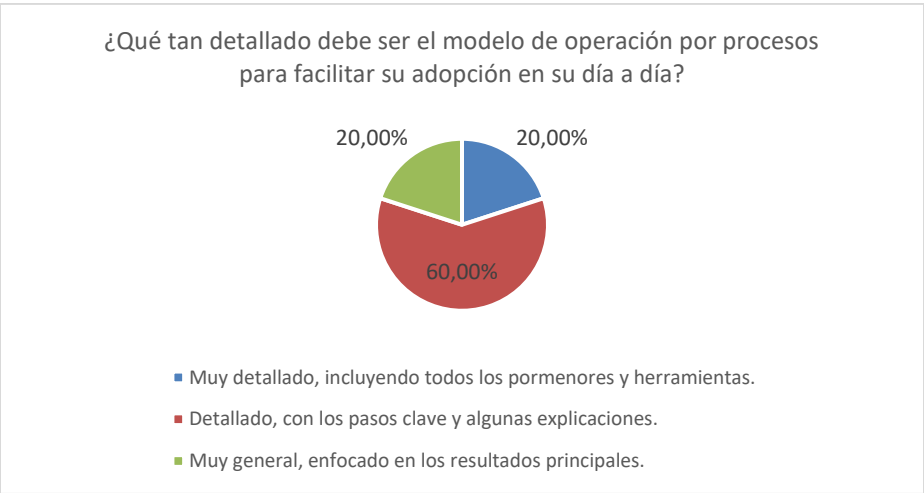
Ilustración 20. C. Interna - Identificar canales de formación preferidos.



Fuente: Elaboración propia.

Ahora, de acuerdo con la ilustración 21, si se trata de analizar qué tan detallado debe ser el modelo de operación por procesos para facilitar su adopción en su día a día, un 20% menciona que preferiría un nivel muy detallado, incluyendo todos los pormenores y herramientas. Un 20% se ubica en un nivel muy general, enfocado en los resultados principales. Y un 60% se ubica en un punto medio que sea detallado, con los pasos clave y algunas explicaciones.

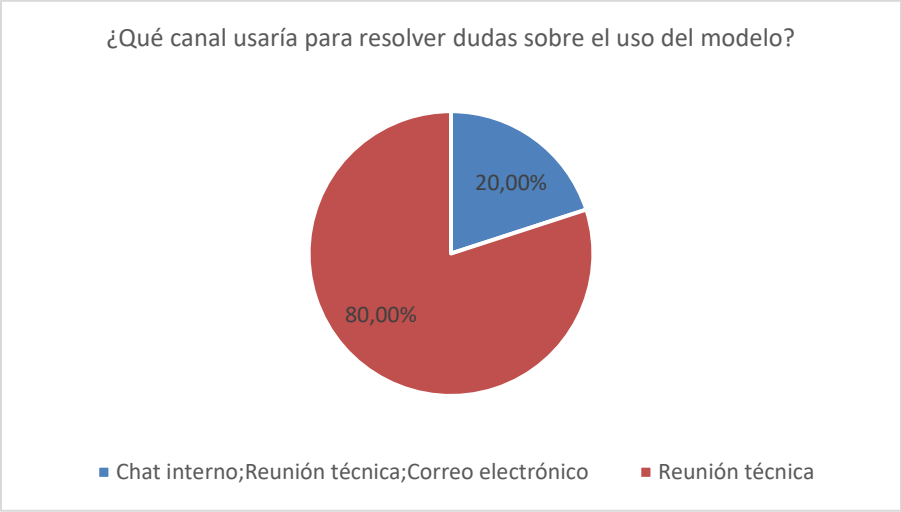
Ilustración 21. C. Interna - Evaluar tolerancia.



Fuente: Elaboración propia.

Presentándose diversidad en las respuesta, mientras que, al momento de establecer los medios de soporte preferidos, de acuerdo con las respuestas de la ilustración 22, el 80% refiere preferir reunión técnica y un 20% restante elige chat interno, correo electrónico y reunión técnica. Es decir, la reunión técnica sería el medio de preferencia para la población objetivo.

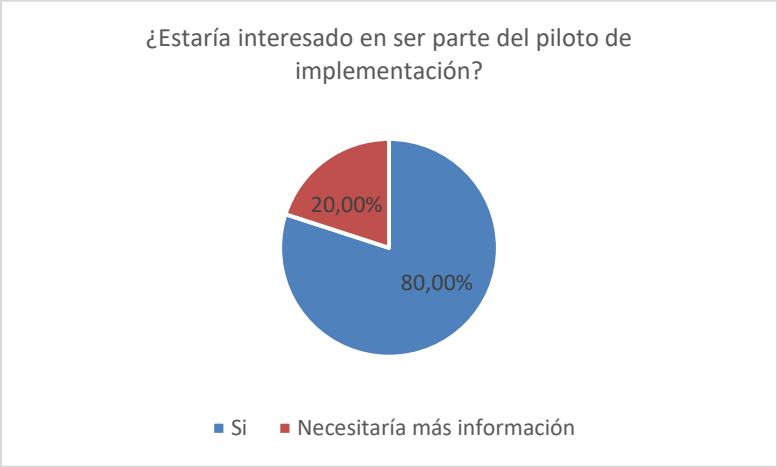
Ilustración 22. C. Interna - Establecer medios de soporte preferidos.



Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, dentro de esta dimensión se evaluó en base de la ilustración 23 si el equipo estuviera interesado en ser parte del piloto de implementación, para lo cual un 80% respondió de manera positiva y el 20% restante refirió que su respuesta dependería de tener más información al respecto, lo cual no descarta la posibilidad de participación.

Ilustración 23. C. Interna - Identificar potenciales embajadores.



Fuente: Elaboración propia.

En conclusión, hay un claro interés por acceder a un video explicativo o un ejemplo paso a paso que tenga un nivel detallado de precisiones y que se tenga la posibilidad de discutir los por menores de la formación en una reunión técnica. Un alto porcentaje de los encuestados se encuentra interesado en hacer parte de un piloto de implementación.

Conclusiones generales de la encuesta

Al consultar al equipo de líderes se encuentra un aumento histórico de requerimientos en especificaciones técnicas dentro de sus labores diarias y hay interés por tener un formato que facilite sus labores.

Los encuestados trabajan sus especificaciones técnicas en formato de Microsoft Word y hay certeza de que es común encontrar errores y necesidad de realizas reemisiones para la aprobación final del cliente. Además, no existe certeza sobre la existencia de un formato que facilite esta labor.

Ante este interés, se evidencia que el equipo tiene disposición para capacitarse y dedicar esfuerzo que resulte en la unificación de sus especificaciones semilla lo cual generará beneficios evidentes principalmente que existan posibilidades de mejora desde la implementación de un nuevo modelo por procesos

Finalmente, los líderes participarían de formaciones virtualizadas que permitan reuniones presenciales para resolver dudas. Queda evidenciado que existe interés por ser parte del proceso piloto que se plantea desde el presente proyecto.

PLANIFICACIÓN DEL PROYECTO

4.1 Metodología

Para estructurar el diseño y la actualización de las especificaciones técnicas en el área de Automatización y Control de Summum Projects, la metodología adopta un enfoque cualitativo y un alcance descriptivo a lo largo de todo el proyecto con enfoque al PMBOK y Gestión documenta ISO 9001, y se articula en tres fases. Cada fase está alineada con uno de los tres objetivos específicos y cuenta con técnicas y entregables claramente definidos, garantizando así la trazabilidad y aplicabilidad de todo el proceso.

4.1.1. Fase 1. Diagnóstico del estado actual (Objetivo 1)

En esta primera fase se analiza la situación actual de las especificaciones técnicas y de los procedimientos vigentes para identificar brechas de estandarización y oportunidades de mejora. Para ello combinamos dos técnicas: un análisis de registros documentales y bases de datos que calcula el porcentaje de inconsistencias de cada documento frente al patrón TP-TEN-CAL-PRO-001, referencia a normas desactualizadas ISA/API/ASME, encuestas con los seniors del área para recoger sus experiencias, opiniones y ejemplos prácticos. El resultado se compila en un “Informe de Diagnóstico de Brechas”, que incluye tanto la cuantificación de inconsistencias como un mapa de hallazgos cualitativos.

4.1.2. Fase 2. Diseño de plantillas estandarizadas (Objetivo 2)

Con base en las brechas identificadas en la fase 1, esta segunda fase se enfoca en el diseño de un modelo de operación por procesos que asegure coherencia y cumplimiento normativo. Aquí aplicamos un análisis de contenido cualitativo sobre las normas relevantes (ISO 9000, ISO 9001) y la documentación existente, codificando los requisitos críticos de cada sección de la especificación. A partir de ese análisis se construye un framework que compara el tipo de equipo y sección de

documento, y se documenta en un “Modelo de operación por procesos”. Que contiene la plantilla estándar de especificación, guías de llenado paso a paso, un checklist de validación normativa; estos documentos incorporan el ciclo PHVA (planificar-hacer-verificar-actuar) para impulsar la mejora continua de las plantillas y procesos asociados.

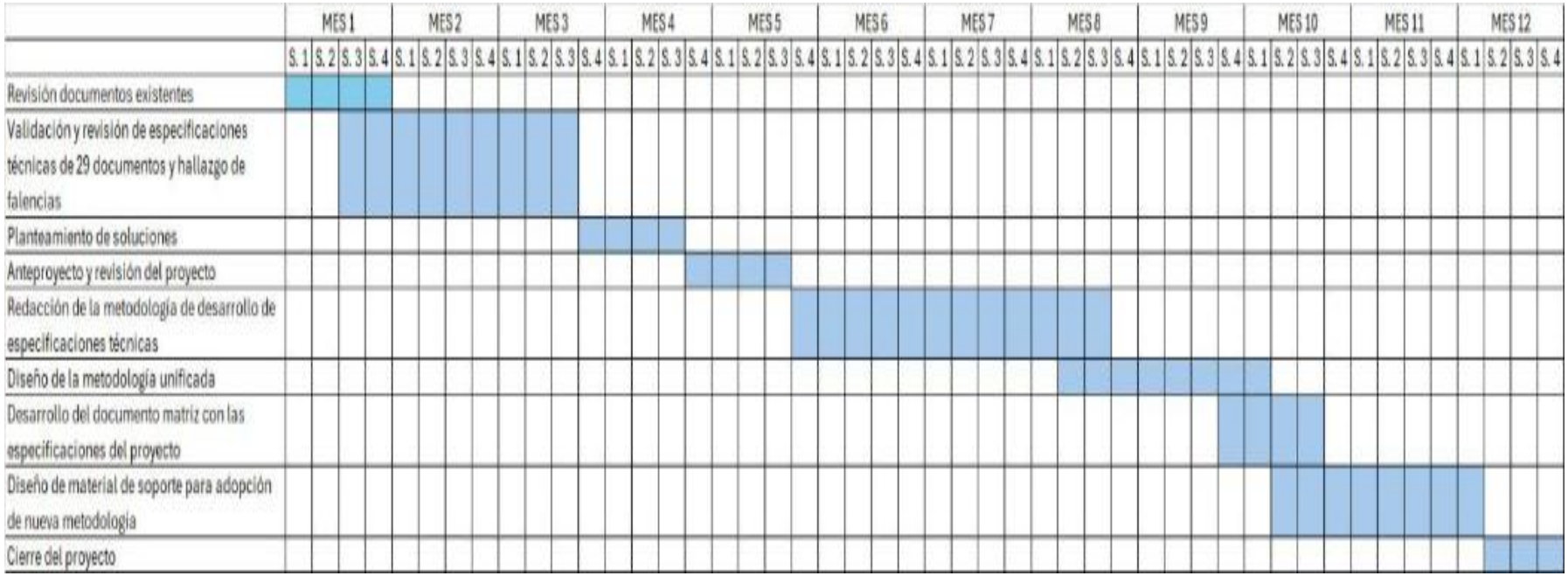
4.1.3. Fase 3. Soporte para la adopción de la nueva metodología. (Objetivo 3)

Finalmente, en esta tercera fase, correspondiente al Objetivo (Facilitar la adopción del nuevo modelo de operación por procesos para la elaboración y actualización de especificaciones técnicas por parte del equipo de Automatización y Control), preparamos y compilamos un conjunto de materiales didácticos diseñados para facilitar su comprensión y aplicación práctica. Para ello, elaboramos un manual de usuario detallado, con capturas de pantalla y ejemplos concretos de llenado de la plantilla; y un guion de taller con ejercicios prácticos y preguntas de validación que refuercen el aprendizaje. El entregable de esta fase es un kit formativo completo—manual, presentación y guion—que será puesto a disposición del personal de la empresa, quien lo adaptará y desplegará en Power Apps/HOM según sus propios procesos y ritmo de trabajo.

4.2. Cronograma general del proyecto

En la ilustración 24, se establece el cronograma del proyecto para identificar su avance y posibles restricciones de tiempo que se pudiese presentar durante el proceso.

Ilustración 24. Cronograma de actividades



Fuente: Elaboración propia.

4.3. Políticas de calidad

Nuestro compromiso es que toda especificación técnica elaborada sea clara, coherente y útil, de manera que facilite el trabajo de los equipos de ingeniería y la toma de decisiones de nuestros clientes.

Para lograrlo, adoptamos los siguientes principios:

- **Claridad y orden en la documentación:** Cada documento debe ser fácil de entender, seguir una estructura uniforme y contener la información necesaria sin ambigüedades.

- **Cumplimiento normativo y buenas prácticas:** Todas las especificaciones deben estar alineadas con estándares nacionales e internacionales vigentes (como ISO 9001:2015), además de integrar criterios modernos de gestión de proyectos y calidad.

- **Mejora continua:** Cada documento es una oportunidad para aprender. Por eso, promovemos la retroalimentación y la actualización permanente de nuestras plantillas, incorporando lecciones aprendidas y avances tecnológicos.

- **Responsabilidad compartida:** La calidad no depende de un área o de una persona, es un compromiso de todos los que participan en el ciclo de vida del proyecto: ingenieros, proyectistas, revisores, líderes y clientes internos.

- **Enfoque en el cliente:** Nuestras especificaciones buscan responder a las necesidades reales del cliente, garantizando seguridad, eficiencia y sostenibilidad en cada entrega.

4.4. Política Ambiental

Nuestro compromiso es prevenir y reducir esos impactos, promoviendo el uso eficiente de los recursos y cumpliendo con la normatividad ambiental vigente.
En las plantillas habrá un apartado para registrar cómo la especificación técnica tiene

en cuenta aspectos como el manejo de residuos, el control de emisiones o el diseño sostenible.

4.5. Política de seguridad y salud en el trabajo (SST)

La seguridad y el bienestar de las personas siempre estarán por encima de cualquier resultado. Cada proyecto debe garantizar condiciones seguras para trabajadores, contratistas y comunidades. Por eso, las plantillas contemplarán un espacio para documentar medidas de prevención, requisitos técnicos de seguridad y prácticas de autocuidado asociadas a la especificación.

4.6. Política de responsabilidad empresarial

La forma en que hacemos empresa también importa. Actuamos con ética, transparencia y respeto por los derechos humanos, buscando aportar valor a las comunidades y a nuestros aliados. Las plantillas incluirán, cuando corresponda, un campo para consignar acciones o criterios que refuercen este compromiso.

INGENIERÍA DEL PROYECTO

5.1. Diseño de producto

5.1.1. Caracterización

El producto de este proyecto consiste en un modelo de operación por procesos para la elaboración y actualización de especificaciones técnicas en área de Automatización y Control, desarrollada en herramientas ofimáticas (Word, Excel, PowerPoint, Visio, PDF) para su posterior adaptación por el equipo técnico de Summum Projects a la plataforma Power Apps/HOM. Este modelo de operación por procesos para la gestión se define por los siguientes atributos principales en la tabla 18:

Tabla 18. Caracterización y atributos del modelo de operación por procesos para especificaciones técnicas en Automatización y Control.

Atributo	Descripción	Norma / Fuente
Estructura unificada	Plantillas con secciones obligatorias	ISO 9001:2015 (cláusula 7.5), TP-TEN-CAL-PRO-001
Integración tecnológica	Compatibilidad estructural para futura migración a Power Apps/HOM; considera conectividad IoT y protocolos OPC UA.	ISA-88 (control batch), IEC 62443 (ciberseguridad industrial)
Material didáctico	Manual de usuario y guías interactivas para capacitación interna	Estándares SCORM 1.2

Atributo	Descripción	Norma / Fuente
Actualización dinámica	Protocolo semestral de revisión, integración de lecciones aprendidas y actualización normativa.	ISO/IEC 27001:2022
Innovación	Incorporación de checklists para tecnologías emergentes (IoT, OPC UA, edge computing) y criterios de interoperabilidad.	Elaboración propia según brechas identificadas y tendencias industriales

Fuente: Elaboración propia.

5.1.2. Matriz QFD

La matriz QFD vincula requisitos clave de los stakeholders con atributos técnicos del modelo de operación por procesos para la gestión, priorizando acciones según impacto y viabilidad que se definen en la tabla 19:

Tabla 19. Matriz QFD.

Requisito del Cliente	Peso	Atributo Técnico	Relación (☆)	Ponderación
Estandarización de especificaciones	9	Plantillas editables y validadas	3	27
Cumplimiento normativo y trazabilidad	8	Checklist normativo y campos de control de versión	2	16

Requisito del Cliente	Peso	Atributo Técnico	Relación (☆)	Ponderación
Facilidad de capacitación y adopción	7	Manuales y guías interactivas	3	21
Interoperabilidad con Power Apps/HOM	6	Formatos compatibles y estructurados	2	12

Fuente: Elaboración propia.

5.1.3. Fichas técnicas de Productos

A continuación, se presentan las fichas técnicas de los principales productos entregables del proyecto, especificando su formato, propósito, referencia normativa, observaciones relevantes para su uso y migración a la plataforma corporativa.

- **Ficha Técnica 1: Manual de Especificaciones** (ver tabla 20)

Tabla 20. Manual de Especificaciones.

Campo	Descripción
Código	MT-AYC-ESP-001
Nombre	Manual de Especificaciones
Contenido	5 capítulos (diagnóstico, diseño, validación, implementación, mejora continua)
Formato	PDF interactivo y Word editable, con enlaces a TP-TEN-HSEQ-PRO-001

Campo	Descripción
Validación	3 revisiones por comité técnico (≥85 % cumplimiento ISA 88)
Referencia normativa	TP-TEN-CAL-PRO-001, ISO 9001:2015, ISA-88

Fuente: Elaboración propia.

- **Ficha Técnica 2: Kit de Capacitación** (ver tabla 21)

Tabla 21. Kit de Capacitación.

Campo	Descripción
Plataforma / Soporte	Summum Virtual (SCORM 1.2), PowerPoint editable
Duración	12 h (4 módulos teórico-prácticos)
Entregables	Simulador de especificaciones técnicas en Power Apps, taller de casos prácticos (ejemplo: actualización de EST-AUT-015).
Formato	PowerPoint, PDF, Word
Referencia normativa	SCORM 1.2, ISO 9001:2015

Fuente: Elaboración propia.

5.1.4. Fichas técnicas de Materia Prima

De acuerdo con la tabla 22 identificamos los insumos, sus observaciones y especificación de acuerdo con la materia prima.

Tabla 22. Fichas técnicas de Materia Prima.

Insumo / Herramienta	Especificación / Formato	Justificación / Observación
Plantillas de especificaciones técnicas	Formato Word (.docx) y PDF	Estandarización, fácil edición y validación antes de migrar a Power Apps/HOM
Manual de usuario	Formato Word (.docx) y PDF	Permite revisión, impresión y adaptación por el área técnica
Guías y checklists	Excel (.xlsx) y PDF	Flexibilidad para ser usados como anexos o integrados a Power Apps
Plantilla encuestas	Microsoft Forms	Facilita recepción de los datos
Diagramas de proceso	Visio (.vsdx) o PowerPoint (.pptx)	Facilita visualización y posterior digitalización en la plataforma de la empresa
Presentaciones	PowerPoint (.pptx)	Apoyo en capacitaciones internas previas a la migración

Fuente: Elaboración propia.

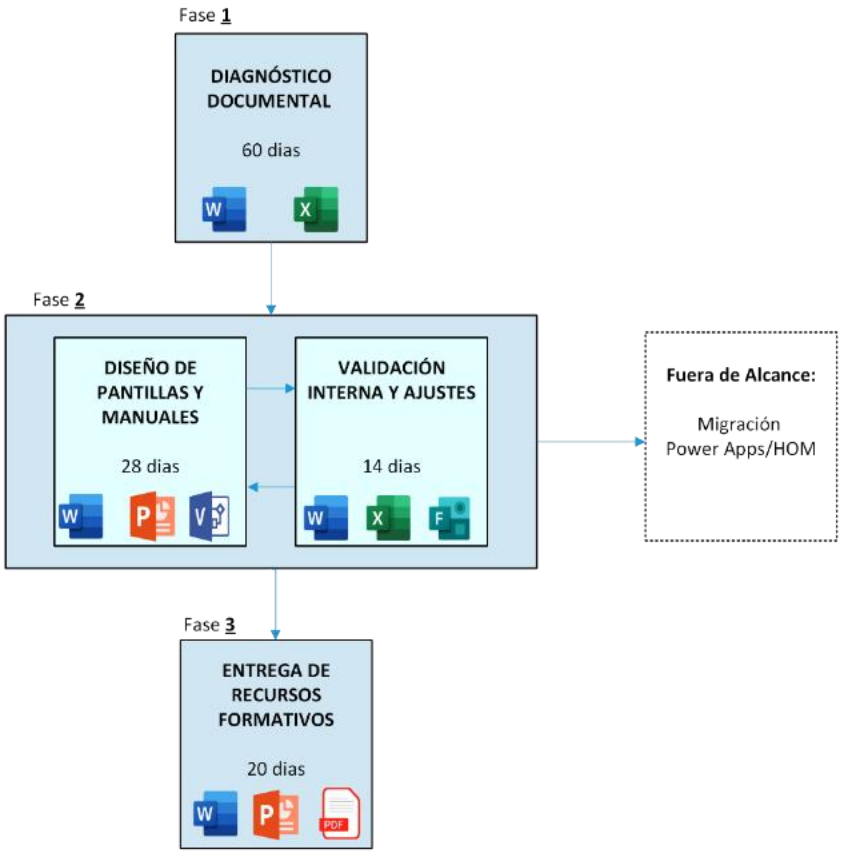
5.2. Diseño del proceso

5.2.1. Diagrama de proceso

El proceso inicia con la revisión y análisis de las especificaciones técnicas existentes, seguido del diseño y validación de nuevas plantillas, y manuales

utilizando herramientas ofimáticas (Word, Excel, PowerPoint, Visio). Los entregables se proporcionarán en formatos editables y PDF, para su revisión y posterior adaptación por el equipo interno de Summum Projects a la plataforma Power Apps/HOM como se visualiza en la ilustración 25.

Ilustración 25. Diagrama de proceso.



Fuente: Elaboración propia.

5.2.2. Definición del proceso

El proceso definido para el desarrollo del proyecto sigue tres fases principales:

1. Diagnóstico documental y levantamiento de brechas (Fase 1).
2. Diseño y validación del modelo de operación por procesos para la gestión y sus plantillas (Fase 2).

3. Elaboración y entrega de recursos formativos para la adopción (Fase 3).

Cada fase se desarrolla utilizando herramientas ofimáticas (Word, Excel, PowerPoint, Visio), y culmina con la entrega de materiales editables y PDF. La migración y despliegue en Power Apps/HOM será responsabilidad de Summum Projects.

5.2.3. Etapas del proceso

Para garantizar la ejecución ordenada del proyecto, se han definido etapas secuenciales, cada una con una duración estimada, herramientas específicas y una descripción clara de los entregables esperados. Esta estructura permite monitorear el avance, identificar cuellos de botella y ajustar recursos según sea necesario. La Tabla 23 desglosa estas etapas, su duración en días, la herramienta principal a utilizar y la descripción breve de cada una.

Tabla 23. Etapas del proceso.

Etapa	Duración estimada (días)	Herramienta principal	Descripción breve
Diagnóstico documental	60	Word, Excel	Análisis y sistematización de las 29 especificaciones técnicas vigentes y requisitos normativos.
Diseño del modelo de operación por procesos	28	Word, PowerPoint, Visio	Elaboración de formatos, manuales y diagramas en herramientas ofimáticas estándar.
Validación interna y ajustes	14	Word, Excel	Revisión y retroalimentación de los materiales por expertos y usuarios clave; ajustes según observaciones.

Etapa	Duración estimada (días)	Herramienta principal	Descripción breve
Entrega de recursos formativos	20	Word, PDF, PowerPoint, Visio	Preparación y entrega de los documentos en formatos editables y PDF para su posterior migración.
(Fuera de alcance) Migración y despliegue en Power Apps/HOM	—	Power Apps/HOM (Por Summum)	La adaptación y carga de los materiales en la plataforma será responsabilidad del área técnica de Summum Projects.

Fuente: Elaboración propia.

5.2.4. Ruta crítica

El análisis de la ruta crítica (Critical Path Method) y el diagrama PERT que se visualiza en la tabla 24, muestra que todas las etapas del proceso son secuenciales y forman el camino crítico. La duración total estimada es de 122 días, y cualquier retraso en una etapa afecta la fecha final del proyecto.

Tabla 24. Ruta crítica.

Etapa	Duración (días)	Inicio temprano	Fin temprano	Inicio tardío	Fin tardío	Holgura
Diagnóstico documental	60	0	60	0	60	0
Diseño del modelo de	28	60	88	60	88	0

Etapa	Duración (días)	Inicio temprano	Fin temprano	Inicio tardío	Fin tardío	Holgura
operación por procesos						
Validación con stakeholders y ajustes	14	88	102	88	102	0
Entrega de recursos formativos	20	102	122	102	122	0

Fuente: Elaboración propia.

- **Camino crítico:**

Diagnóstico documental → Diseño del modelo de operación por procesos → Validación interna y ajustes → Entrega de recursos formativos

5.2.5. Fichas técnicas de la maquinaria

Para llevar a cabo cada fase del proyecto se requieren herramientas ofimáticas específicas que garanticen compatibilidad, facilidad de edición y validación. Estas herramientas permiten que el área técnica de Summum Projects adapte y migre posteriormente los documentos a su sistema de gestión documental Power AppsHOM. Los requerimientos detallados de software se presentan a continuación en la tabla 25, donde se especifica cada software, su función principal en el proyecto y la versión mínima recomendada para garantizar interoperabilidad.

Tabla 25. Herramientas y software utilizados.

Herramienta/Software	Función	Especificación
Microsoft Word	Elaboración de plantillas y manuales	Versión 2016 o superior
Microsoft Excel	Listados, matrices QFD, checklists	Versión 2016 o superior
Microsoft PowerPoint	Presentaciones y guías visuales	Versión 2016 o superior
Microsoft Visio	Diagramas de proceso	Versión 2016 o superior
Adobe Acrobat	Generación de PDFs finales	Versión DC o superior

Fuente: Elaboración propia.

Nota: La migración de los formatos a Power Apps/HOM será realizado por el equipo técnico de la empresa, usando los entregables desarrollados en este proyecto como insumo.

5.2.6. Selección de tecnología

Se seleccionan herramientas ofimáticas por su compatibilidad universal, facilidad de edición y validación, y porque permiten que el área técnica de Summum Projects adapte y migre los documentos a su sistema de gestión documental (Power Apps/HOM) según sus propios procedimientos internos. No se incluye el desarrollo ni la configuración directa en Power Apps/HOM.

5.3. Diseño y dimensionamiento del sistema productivo

5.3.1. Pronóstico de ventas

El pronóstico de ventas es una herramienta clave para la planificación y optimización de recursos dentro de cualquier organización. En el contexto del presente proyecto de grado, el pronóstico se orienta a la estimación de la demanda futura de especificaciones técnicas que el área de Automatización y Control de *Summum Projects*. Dado que se trata de un servicio interno, la "venta" corresponde a la entrega de documentos técnicos a proyectos específicos dentro de la organización.

5.3.1.1. Metodología de pronostico

Para el desarrollo de este estudio, se ha seleccionado un enfoque metodológico que combina técnicas cuantitativas y cualitativas, específicamente regresión lineal y juicio de expertos. La elección de este enfoque responde a las siguientes condiciones:

- **Datos históricos limitados:** Se dispone de información de solo cuatro años (2021-2024), lo que restringe la aplicabilidad de modelos más complejos.
- **Tendencia creciente:** Se ha observado un crecimiento constante en la demanda, pasando de 17 a 27 especificaciones anuales, lo que sugiere la viabilidad de una proyección lineal.
- **Naturaleza del servicio:** La demanda está influenciada por factores internos organizacionales, lo que hace pertinente la complementación con técnicas cualitativas.

5.3.2. Aplicación de modelo de regresión Lineal

De acuerdo con el punto 3.1.2.3 Pronóstico de la demanda las proyecciones resultantes para el período 2025-2027 son las siguientes de la tabla 26:

Tabla 26. Aplicación de modelo.

Año	Pronóstico de especificaciones A&C
2025	30.0
2026	33.4
2027	36.8

Fuente: Elaboración propia.

5.3.3. Validación del modelo

La validación del modelo es un paso esencial para garantizar la precisión de las proyecciones. Se recomienda la implementación de indicadores de desempeño como el Error Medio Absoluto (MAD), que permite evaluar la desviación promedio entre los valores pronosticados y los valores reales. Además, la inclusión de un sistema de señal de rastreo facilitará la identificación de desviaciones significativas y la implementación de ajustes correctivos oportunos.

5.4. Cálculo de tiempo disponible de maquinaria y operarios

En el proyecto de documentación técnica de Summum Projects, el recurso principal no es la maquinaria física, sino el tiempo del personal técnico especializado. A diferencia de procesos industriales, aquí el trabajo se basa en tareas intelectuales como la elaboración, revisión y validación de documentos técnicos.

Por ello, la capacidad operativa se mide en horas efectivas de trabajo del equipo técnico, no en unidades producidas. Esta capacidad se calcula a partir de las horas disponibles según la dedicación al proyecto, ajustadas por factores como el ausentismo (5%) y las actividades administrativas (30%).

Para estimar correctamente esa capacidad, se utiliza la siguiente fórmula:

horas efectivas = (horas disponibles × % de dedicación) − (ausentismo + actividades no productivas)

Ejemplo: Un ingeniero senior con 160 horas mensuales y un 20% de dedicación al proyecto tendría:

$$(160 \times 20\%) - (5\% + 30\%) = 31.7 \text{ horas/mes efectivas}$$

Este enfoque permite planificar con mayor precisión el tiempo disponible del equipo y optimizar la gestión del proyecto que se visualiza en la tabla 27.

Tabla 27. Cálculo de Capacidad Disponible del Equipo Técnico.

Rol del Equipo	Horas Disponibles/Mes	% de Dedicación al Proyecto	Pérdidas por Ausentismo (5%)	Pérdidas por Actividades No Productivas (30%)	Horas Efectivas/Mes (Capacidad Disponible)
Ingeniero Senior	160	20%	8	112	31,7
Semi-senior	160	50%	8	48	79,7
Ingeniero Junior	**160**	**80%**	**8**	**48**	**127,7**

Fuente: Elaboración propia.

5.5. Cálculo de puestos de trabajo

El cálculo de los puestos de trabajo requeridos es fundamental para el dimensionamiento preciso del capital humano del proyecto, asegurando una dotación de personal adecuada y una distribución equitativa de la carga de trabajo. Para un modelo de operación por procesos intangible, los "puestos de trabajo" se refieren a los roles y compromisos de tiempo de los individuos, definidos por los perfiles de cargo de la sección 6.4.

El modelo de operación por procesos para este cálculo implica:

1. Desglosar el proyecto en tareas específicas (análisis, diseño, validación, documentación, capacitación, monitoreo).
2. Estimar las "horas efectivas" necesarias para cada actividad (calculadas en la sección 5.4).
3. Asignar estas actividades a los roles correspondientes.
4. Sumar el total de "horas efectivas" requeridas por cada rol para la duración del proyecto.
5. Calcular el número de "puestos de trabajo" equivalentes a tiempo completo (FTEs) dividiendo las horas totales requeridas por rol entre las horas efectivas por individuo al mes.

Este proceso garantiza una dotación de personal realista, evita la dependencia excesiva de individuos clave y facilita una programación precisa del proyecto.

5.6. Cálculo de materia prima requerida

El presente proyecto se fundamenta en la utilización de recursos intangibles, entendidos como la "materia prima" esencial para su desarrollo. Esos recursos son la investigación técnica, las bases de datos y el conocimiento especializado, soporte para elaborar las especificaciones técnicas y otros documentos digitales.

En términos de justificación, es importante resaltar la naturaleza del producto resultante. Las especificaciones técnicas se generan en formato digital, lo que implica que no se trata de productos físicos, sino de documentos electrónicos que encapsulan el conocimiento actualizado y normativas relevantes. Los insumos primordiales para desarrollar este producto incluyen normativas API/ASME, valoradas aproximadamente en 8,000 USD al año, licencias de software por 12,000 USD anuales aproximadamente y la inversión en capacitación técnica, de 25,000 USD al año aproximadamente. Estas

partidas presupuestales son esenciales para garantizar la calidad, la conformidad y la actualización continua de la información.

Asimismo, el proyecto contempla la creación y mantenimiento de un inventario de conocimiento que se actualice de manera constante. Este inventario no se basa en registros físicos, sino en la sistematización de estándares técnicos, la integración de lecciones aprendidas y la elaboración de plantillas estandarizadas, lo cual permite asegurar una adecuada gestión del saber y un elevado nivel de calidad en la documentación producida.

Por último, se destaca un impacto ambiental diferenciado gracias a la modalidad de producción de documentos digitales. La estrategia implementada favorece una reducción aproximada del 60% en el consumo de papel, al priorizar el uso de repositorios digitales. Esta política no solo contribuye a una operación más sostenible desde el punto de vista medioambiental, sino que también optimiza los procesos administrativos y operativos asociados al proyecto.

5.7. Diseño de instalaciones

El diseño de espacios de trabajo y el soporte tecnológico son cruciales para optimizar el entorno donde el modelo de operación por procesos se desarrolla y se utiliza, impactando directamente en el flujo de información, la colaboración y la eficiencia operativa. Aunque tradicionalmente se aplica a plantas físicas, los principios de "Distribución en Planta" y "Planificación Sistemática de la Distribución (SLP)" se adaptan para configurar la "fábrica digital" del proyecto.

Los aspectos clave de la distribución se reinterpretan:

- **Flujo de Materiales:** Se convierte en la optimización del flujo de información digital (Power Apps/HOM, Summum Virtual) y los canales de comunicación.
- **Movimiento de Personas:** Se enfoca en el diseño de espacios físicos y virtuales que faciliten la colaboración.

- **Ergonomía del Puesto de Trabajo:** Considera tanto las estaciones físicas como las interfaces digitales.
- **Demarcaciones de Planta:** Se traducen en controles de acceso digital y permisos para la seguridad de los datos.

La aplicación de SLP implica identificar áreas clave (ej., equipo de Automatización y Control, revisión de Calidad, almacenamiento digital), establecer su proximidad lógica y buscar soluciones para los requisitos de espacio digital y físico, lo que conduce a ganancias tangibles de eficiencia.

5.8. Macrolocalización

La macrolocalización del proyecto se redefine para enfocarse en la "integración organizacional y el diseño de espacios colaborativos", elementos cruciales para el óptimo funcionamiento en entornos laborales digitalizados y orientados a la innovación. Este enfoque se aleja de los factores geográficos tradicionales, priorizando el acceso al talento, una infraestructura digital robusta y una colaboración interdepartamental fluida.

El modelo de Macrolocalización adaptado se fundamenta en la evaluación de diversos factores clave que determinan la capacidad de un entorno para el desarrollo de actividades organizacionales. Para ilustrar este enfoque a continuación en ver la tabla 28, que presenta el siguiente ejemplo aplicado a Bogotá, la ubicación de Summum Projects:

Tabla 28. Criterios de Macrolocalización Adaptados y su Justificación

Criterio Adaptado	Ponderación	Evaluación (Bogotá)	Justificación para el Proyecto
Acceso a talento técnico	25%	8/10	Esencial para el desarrollo y adopción del modelo de operación por procesos por ingenieros y especialistas.

Criterio Adaptado	Ponderación	Evaluación (Bogotá)	Justificación para el Proyecto
Infraestructura digital	20%	9/10	Fundamental para el soporte de Power Apps/HOM, Summum Virtual y la digitalización de documentos.
Sinergia con departamentos	15%	7/10	Facilita la colaboración interdepartamental y la integración del modelo de operación por procesos en los flujos de trabajo existentes.

Fuente: Elaboración Propia.

Integrando estas ponderaciones, Bogotá obtuvo una calificación global de 7.75 sobre 10. Este resultado evidencia una optimización en el acceso a profesionales certificados y una sólida utilización de las plataformas digitales existentes, como es el caso de Summum Virtual. En síntesis, esta redefinición conceptual resalta la importancia de considerar dimensiones organizacionales y tecnológicas en la evaluación de la macrolocalización, enfatizando la necesidad de crear entornos colaborativos que potencien la competitividad y la eficiencia en los proyectos.

5.9. Microlocalización

La microlocalización corresponde al análisis del espacio físico y organizativo específico dentro de la empresa donde se ejecutará el proyecto que se pueden ver a continuación en la tabla 29, que se enfoca en identificar los recursos humanos, tecnológicos y operativos disponibles para su implementación.

Tabla 29. Criterios microlocalización.

Variable	Descripción
Ubicación operativa	Oficinas de Summum Projects, sede administrativa Bogotá

Variable	Descripción
Departamento responsable	Dirección Técnica / Departamento de Automatización y Control
Áreas involucradas	Ingeniería, Proyectos, Calidad, Gestión Documental, Tecnología
Plataformas disponibles	Power Apps (control documental), SharePoint (repositorio), Summum Virtual (formación)
Infraestructura tecnológica	Red interna, acceso a Microsoft 365, estaciones de trabajo con software de diseño y edición
Equipo implementador	6 profesionales: ingenieros senior y junior, proyectistas, especialista de calidad y líder técnico
Espacios funcionales	Estaciones de trabajo, salas de reuniones técnicas, servidores documentales

Fuente: Elaboración propia

El proyecto no requiere instalaciones adicionales, ya que todos los recursos necesarios están disponibles dentro de la infraestructura existente de la empresa.

El equipo técnico cuenta con experiencia en el manejo de especificaciones y plataformas de control documental. Las áreas técnicas, de calidad y tecnología están articuladas en procesos colaborativos, lo cual favorece una implementación transversal del modelo. Además, la empresa ya cuenta con una cultura orientada a la mejora continua, lo que facilita la adopción de nuevos procedimientos estandarizados.

5.10. Análisis de impacto ambiental

El objetivo de esta sección es analizar el impacto ambiental de este proyecto de un modelo de operación por procesos para especificaciones técnicas, con un impacto ambiental positivo, ya que se enfoca en la digitalización y optimización de procesos documentales. Donde se divide en los siguientes impactos:

- **Impactos Positivos:**
  - Reducción del consumo de papel: Se estima una disminución del 60% en el uso de papel para documentación técnica.
  - Digitalización de procesos: Eliminación de archivos físicos redundantes y optimización del espacio de almacenamiento.
  - Eficiencia energética: Reducción de desplazamientos por documentación centralizada digitalmente.
  - Minimización de residuos: Menor generación de documentos obsoletos impresos.
- **Impactos Neutros o Menores:**
  - Consumo energético de TI: Incremento marginal por uso de servidores y equipos informáticos
  - Residuos electrónicos: Eventual reemplazo de equipos informáticos siguiendo ciclos normales

De acuerdo con los impactos surgen también medias de mitigaciones y potenciación:

- **Estrategias de Sostenibilidad:**
  - Implementación de políticas de impresión responsable (solo cuando sea estrictamente necesario)
  - Uso de energías renovables en la infraestructura tecnológica

- Programa de reciclaje de equipos electrónicos al final de su vida útil
- Capacitación del personal en prácticas ambientalmente responsables

- **Indicadores Ambientales:**
  - Reducción porcentual del consumo de papel mensual
  - Consumo energético por especificación técnica elaborada
  - Porcentaje de documentos gestionados digitalmente vs. físicamente

ESTUDIO ADMINISTRATIVO

6.1. Misión

Desarrollar e implementar un modelo de operación por procesos integral y estandarizado para la elaboración de especificaciones técnicas en el área de Automatización y Control de Summum Projects, garantizando la coherencia, calidad y eficiencia en la documentación técnica, mediante la aplicación de mejores prácticas, tecnologías digitales y un enfoque de mejora continua que fortalezca la competitividad y confiabilidad de la empresa en los sectores de hidrocarburos e infraestructura.

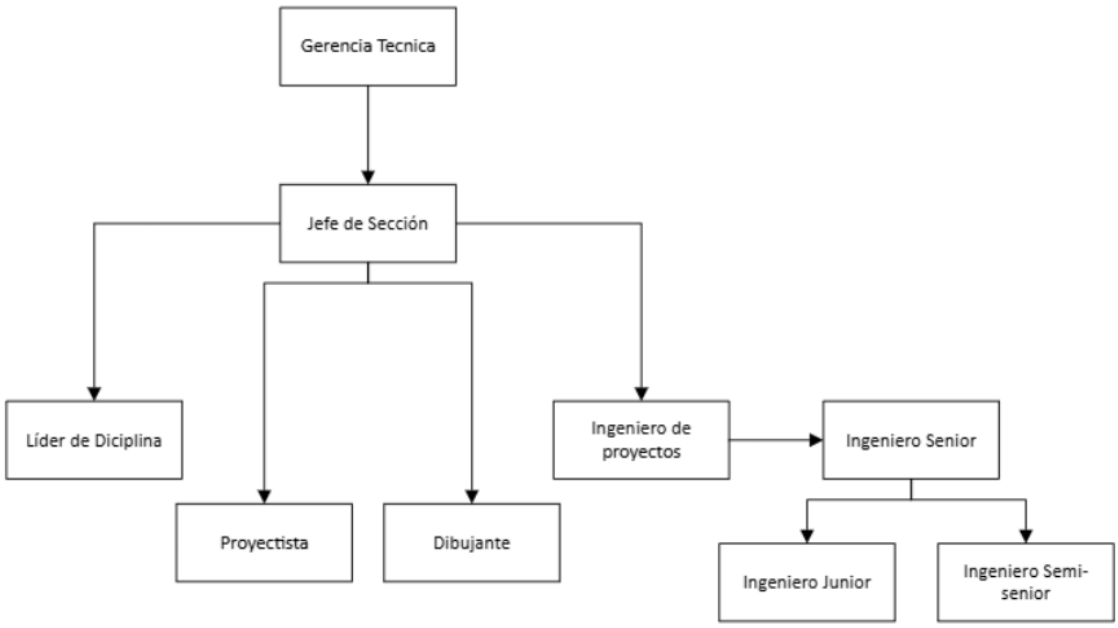
6.2. Visión

Ser reconocidos como el referente metodológico para la elaboración de especificaciones técnicas en automatización y control dentro de Summum Projects para el año 2027, estableciendo un modelo replicable y escalable que contribuya a la excelencia operacional de la empresa, la satisfacción de los clientes y el desarrollo profesional del equipo técnico, posicionando a la organización como líder en innovación documental y gestión del conocimiento técnico en el sector energético e industrial.

6.3. Estructura Organizacional

La estructura organizacional del proyecto se integra con la estructura existente de Summum Projects, creando una unidad especializada dentro del área de Automatización y Control de acuerdo con la ilustración 26:

Ilustración 26. Organigrama Summum Projects.



Fuente: Elaboración propia

6.4. Perfiles de Cargo

- **Jefe de Sección de Automatización y Control**

Formación Académica:

- Ingeniería Eléctrica, Electrónica o Automatización.
- Especialización en Gestión de Proyectos o áreas afines.

- Mínimo 10 años de experiencia en automatización industrial.

Competencias Técnicas:

- Dominio de sistemas de control industrial (PLC, DCS, SCADA).
- Conocimiento de normativas técnicas internacionales (IEC, API, NEMA).
- Experiencia en gestión de equipos técnicos multidisciplinarios.
- Manejo de herramientas de gestión de proyectos.

Competencias Blandas:

- Liderazgo y toma de decisiones.
- Comunicación efectiva con stakeholders.
- Pensamiento estratégico y visión sistémica.
- Orientación a resultados y mejora continua.

➢ **Líder de Disciplina (Ingeniero Senior)**

Formación Académica:

- Ingeniería Eléctrica, Electrónica o Automatización.
- Especialización técnica deseable.
- Mínimo 8 años de experiencia en automatización y control.

Competencias Técnicas:

- Expertos en diseño de sistemas de automatización.
- Conocimiento profundo de instrumentación industrial.

- Experiencia en elaboración de especificaciones técnicas.
- Manejo de software especializado (CAD, simulación).

Competencias Blandas:

- Capacidad de mentoría y transferencia de conocimiento.
- Trabajo en equipo y colaboración interdisciplinaria.
- Atención al detalle y pensamiento analítico.
- Adaptabilidad y gestión del cambio.

➢ **Especialista de Calidad**

Formación Académica:

- Ingeniería Industrial, Eléctrica o áreas afines.
- Certificaciones en sistemas de gestión de calidad (ISO 9001).
- Mínimo 5 años de experiencia en control de calidad técnica.

Competencias Técnicas:

- Conocimiento de modelo de operación por procesos para la mejora continua.
- Experiencia en auditorías técnicas y de proceso.
- Manejo de herramientas estadísticas de control de calidad.
- Conocimiento de normativas de documentación técnica.

Competencias Blandas:

- Objetividad e imparcialidad en evaluaciones.

- Comunicación asertiva para retroalimentación.
- Orientación al detalle y precisión.
- Capacidad de análisis y síntesis.
- Ingeniero Semi-senior

Formación Académica:

- Ingeniería Eléctrica, Electrónica, Automatización o Mecatrónica.
- Mínimo 4 años de experiencia en proyectos de automatización.

Competencias Técnicas:

- Conocimiento sólido de sistemas de control e instrumentación.
- Experiencia en especificación de equipos industriales.
- Manejo de herramientas de diseño técnico.
- Conocimiento de estándares y códigos técnicos.

Competencias Blandas:

- Capacidad de trabajar bajo presión y cumplir con los plazos.
- Proactividad en la identificación de mejoras.
- Comunicación técnica efectiva.
- Disposición para el aprendizaje continuo.

- **Ingeniero Junior**

Formación Académica:

- Ingeniería Eléctrica, Electrónica, Automatización o Mecatrónica.

- Recién graduado hasta 2 años de experiencia.

Competencias Técnicas:

- Fundamentos sólidos en automatización y control.
- Conocimiento básico de instrumentación industrial.
- Manejo de herramientas informáticas básicas.
- Disposición para aprender estándares técnicos.

Competencias Blandas:

- Actitud de aprendizaje y crecimiento profesional.
- Trabajo en equipo y receptividad a feedback.
- Organización y gestión del tiempo personal.
- Comunicación clara y documentación precisa.

➢ **Proyectista**

Formación Académica:

- Tecnología en áreas afines a la ingeniería.
- Mínimo 2 años de experiencia en proyectos técnicos.

Competencias Técnicas:

- Manejo avanzado de herramientas CAD.
- Conocimiento de estándares de dibujo técnico.
- Experiencia en documentación técnica.
- Manejo de plataformas de gestión documental.

Competencias Blandas:

- Atención al detalle y precisión en el trabajo.
- Capacidad de interpretar especificaciones técnicas.
- Organización y manejo de múltiples tareas.
- Colaboración efectiva con equipos técnicos.

ESTUDIO ECONÓMICO – FINANCIERO

Este capítulo presenta la evaluación económico-financiera integral del proyecto "Modelo de operación por procesos para la gestión de especificaciones técnicas en proyectos de Automatización y Control. Caso de aplicación en Summum Projects", desarrollado bajo la metodología del marco lógico y siguiendo las mejores prácticas establecidas en los cursos de Gerencia Financiera Aplicada y Evaluación de Proyectos.

7.1. Naturaleza Económica del Proyecto

El presente proyecto constituye una iniciativa de mejora operativa interna que no genera ingresos directos por ventas o servicios externos. Los beneficios económicos se derivan de ahorros operativos cuantificables producto de la estandarización de procesos, reducción de tiempos de elaboración y disminución de retrabajos en la documentación técnica.

Esta metodología de evaluación mediante la monetización de beneficios operativos es estándar reconocido para proyectos de optimización de procesos según la literatura especializada en evaluación financiera de proyectos. Los ahorros en costos operativos generan valor económico equivalente al de ingresos directos, ya que liberan recursos que la empresa puede destinar a actividades productivas adicionales.

7.2. Estructura de inversión del Proyecto

La inversión total requerida para el proyecto asciende a $56.090.537,33 COP, distribuida estratégicamente en cinco categorías principales coherentes que se visualizan en la tabla 30 con el alcance definido en la identificación del proyecto:

Tabla 30. Estructura de inversión del proyecto.

Categoría	Monto (COP)	% del Total
Recursos Humanos	$ 44.015.537.33	78.5%
Infraestructura y Tecnología	$ 3.500.000	6.2%
Materiales y Suministros	$ 2.400.000	4.3%
Capacitación y Socialización	$ 2.300.000	4.1%
Contingencias (10%)	$ 3.875.000	6.9%
TOTAL	**$ 56.090.537,33**	**100%**

Fuente: Elaboración propia.

7.2.1. Recursos Humanos

El componente de Recursos Humanos representa la mayor inversión del proyecto, con un presupuesto total de $44.015.537 COP. Este monto refleja la naturaleza intensiva en conocimiento de la iniciativa y ha sido calculado bajo la modalidad de costo real empresa, asegurando la cobertura total de las obligaciones laborales.

En la Tabla 31 se relacionan los perfiles profesionales requeridos, su porcentaje de dedicación al proyecto y la asignación salarial base. Es importante notar que el presupuesto total incluye el factor prestacional detallado (ver Tabla 32), garantizando la continuidad operativa y la formalización del equipo.

Tabla 31. Recursos Humanos.

Rol	Dedicación	Duración	Salario Base
Líder de Disciplina Senior	50%	4 meses	$ 3.500.000
Ingeniero Junior	**80%**	**4 meses**	**$ 2.000.000**
Ingeniero Semi-senior	50%	4 meses	$ 2.800.000
Líder Técnico	**20%**	**4 meses**	**$ 3.500.000**
Proyectista	40%	4 meses	$ 2.200.000
Especialista de Calidad	**30%**	**4 meses**	**$ 2.400.000**

Fuente: Elaboración propia.

Los salarios están basados en el mercado colombiano actual para el sector de hidrocarburos, donde los ingenieros especializados en automatización y control tienen remuneraciones superiores al promedio nacional. La estructura de dedicaciones permite mantener continuidad operativa en otros proyectos simultáneos.

Para garantizar la viabilidad financiera y el cumplimiento estricto de la normativa laboral colombiana, la estructuración del presupuesto de recursos humanos trasciende la asignación de salarios básicos. Se ha calculado el costo real empresa, integrando la totalidad de la carga prestacional obligatoria que asume la organización.

La Tabla 32 presenta el desglose de la nómina para el equipo del proyecto. En esta se detallan, además del salario básico, los costos asociados a seguridad social (aportes a salud, pensión y riesgos laborales ARL), los aportes parafiscales (SENA, ICBF y Cajas de Compensación) y las provisiones para prestaciones sociales (primas, cesantías, intereses y vacaciones). Este nivel de detalle asegura que el presupuesto de $44.015.537 COP cubre todas las obligaciones legales y evita subestimaciones en el flujo de caja.

Tabla 32. Desglose de nómina.

		Líder	Líder Técnico (Sup.)	Ingeniero Semi-Senior	Especialista de Calidad	Proyectista	Ingeniero Junior
SALARIO MÍNIMO		$ 1.423.500,00	$ 1.423.500,00	$ 1.423.500,00	$ 1.423.500,00	$ 1.423.500,00	$ 1.423.500,00
AUX TRANSPORTE		$ 200.000,00	$ 200.000,00	$ 200.000,00	$ 200.000,00	$ 200.000,00	$ 200.000,00
DURACIÓN DEL PROYECTO		4 meses	4 meses	4 meses	4 meses	MAYO	JUNIO
SALARIO BÁSICO		$ 3.500.000,00	$ 3.500.000,00	$ 2.800.000,00	$ 2.400.000,00	$ 2.200.000,00	$ 2.000.000,00
AUXILIO		0	0	$ 200.000,00	$ 200.000,00	$ 200.000,00	$ 200.000,00
HORA ORDINARIA		**$ 15.217,39**	**$ 15.217,39**	**$ 12.173,91**	**$ 10.434,78**	**$ 9.565,22**	**$ 8.695,65**
25%	HE DIURNA	$ 19.021,74	$ 19.021,74	$ 15.217,39	$ 13.043,48	$ 11.956,52	$ 10.869,57
35%	RECARGO NOCTURNO	$ 20.543,48	$ 20.543,48	$ 16.434,78	$ 14.086,96	$ 12.913,04	$ 11.739,13
75%	HE NOCTURNA	$ 26.630,43	$ 26.630,43	$ 21.304,35	$ 18.260,87	$ 16.739,13	$ 15.217,39
100%	HE DOMINICAL FESTIVA	$ 30.434,78	$ 30.434,78	$ 24.347,83	$ 20.869,57	$ 19.130,43	$ 17.391,30
150%	HE NOCTURNA DOMINICAL FESTIVA	$ 38.043,48	$ 38.043,48	$ 30.434,78	$ 26.086,96	$ 23.913,04	$ 21.739,13
TOTAL RECARGOS Y HORAS EXTRA							
HE DIURNA	0	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -
RECARGO NOCTURNO	0	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -
HE NOCTURNA	0	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -
HE DOMINICAL FESTIVA	0	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -
HE NOCTURNA DOMINICAL FESTIVA	0	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -
TOTAL RECARGOS Y HORAS EXTRA		$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -
FACTORES SALARIALES	Sueldo básico	$ 7.000.000,00	$ 2.800.000,00	$ 5.600.000,00	$ 2.880.000,00	$ 3.520.000,00	$ 6.400.000,00
	Auxilio de transporte	$ -	$ -	$ 400.000,00	$ 240.000,00	$ 320.000,00	$ 640.000,00
	Horas extras	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -
	Comisiones	$ -					
	Viáticos						
BASES PARA LIQUIDAR	Total devengado	$ 7.000.000,00	$ 2.800.000,00	$ 6.000.000,00	$ 3.120.000,00	$ 3.840.000,00	$ 7.040.000,00
	Total devengado sin auxilio de transporte	$ 7.000.000,00	$ 2.800.000,00	$ 5.600.000,00	$ 2.880.000,00	$ 3.520.000,00	$ 6.400.000,00
SALUD	EMPLEADO	$ 280.000,00	$ 112.000,00	$ 224.000,00	$ 115.200,00	$ 140.800,00	$ 256.000,00
	EMPLEADOR	$ 595.000,00	$ 238.000,00	$ 476.000,00	$ 244.800,00	$ 299.200,00	$ 544.000,00
PENSIÓN	EMPLEADO	$ 280.000,00	$ 112.000,00	$ 224.000,00	$ 115.200,00	$ 140.800,00	$ 256.000,00
	EMPLEADOR	$ 840.000,00	$ 336.000,00	$ 672.000,00	$ 345.600,00	$ 422.400,00	$ 768.000,00
FONDO DE SOLIDARIDAD PENSIONAL	EMPLEADO	0	0	0	0	0	0
RIESGOS	1	$ 36.540,00	$ 14.616,00	$ 29.232,00	$ 15.033,60	$ 18.374,40	$ 33.408,00
PARAFISCALES	SENA	$ 140.000,00	$ 56.000,00	$ 112.000,00	$ 57.600,00	$ 70.400,00	$ 128.000,00
	ICBF	$ 210.000,00	$ 84.000,00	$ 168.000,00	$ 86.400,00	$ 105.600,00	$ 192.000,00
	CC	$ 280.000,00	$ 112.000,00	$ 224.000,00	$ 115.200,00	$ 140.800,00	$ 256.000,00
	PRIMA	$ 583.333,33	$ 233.333,33	$ 500.000,00	$ 260.000,00	$ 320.000,00	$ 586.666,67
	CESANTÍAS	$ 583.333,33	$ 233.333,33	$ 500.000,00	$ 260.000,00	$ 320.000,00	$ 586.666,67
	INTERÉS CESANTÍAS	$ 5.833,33	$ 28.000,00	$ 60.000,00	$ 31.200,00	$ 38.400,00	$ 70.400,00
	VACACIONES	$ 145.833,33	$ 145.833,33	$ 116.666,67	$ 100.000,00	$ 91.666,67	$ 83.333,33
COSTO MENSUAL TOTAL EMPLEADO		$ 10.419.873,33	$ 4.281.116,00	$ 8.857.898,67	$ 4.635.833,60	$ 5.666.841,07	$ 10.288.474,67
COSTO DE SU NÓMINA MES		$ 9.101.540,00	$ 3.640.616,00	$ 7.681.232,00	$ 3.984.633,60	$ 4.896.774,40	$ 8.961.408,00
NÚMERO DE EMPLEADOS		1	1	1	1	1	1
TOTAL MENSUAL A NÓMINA SALARIOS		$ 9.101.540,00	$ 3.640.616,00	$ 7.681.232,00	$ 3.984.633,60	$ 4.896.774,40	$ 8.961.408,00

Resumen pago de salarios							
	1	2	3	4	5	5	TOTAL
SALARIOS	$ 9.101.540,00	$ 3.640.616,00	$ 7.681.232,00	$ 3.984.633,60	$ 4.896.774,40	$ 8.961.408,00	
PRIMA	$ 583.333,33	$ 233.333,33	$ 500.000,00	$ 260.000,00	$ 320.000,00	$ 586.666,67	
CESANTÍAS	$ 583.333,33	$ 233.333,33	$ 500.000,00	$ 260.000,00	$ 320.000,00	$ 586.666,67	
INTERESES	$ 23.333,33	$ 9.333,33	$ 20.000,00	$ 10.400,00	$ 12.800,00	$ 23.466,67	
VACACIONES	$ 145.833,33	$ 145.833,33	$ 116.666,67	$ 100.000,00	$ 91.666,67	$ 83.333,33	
SUMA	**$ 10.437.373,33**	**$ 4.262.449,33**	**$ 8.817.898,67**	**$ 4.615.033,60**	**$ 5.641.241,07**	**$ 10.241.541,33**	**$ 44.015.537,33**

Fuente: Elaboración Propia

7.2.2. Infraestructura y Tecnología

Se tiene destinado $3.500.000 COP a la habilitación tecnológica necesaria:

- Licencias Microsoft Office 365 para equipo de trabajo completo.
- Mantenimiento especializado y optimización de Power Apps/HOM.
- Desarrollo de contenidos técnicos especializados en Summum Virtual.
- Configuración de integraciones entre plataformas.

Nota importante: Esta categoría no incluye equipos de cómputo nuevos, ya que se aprovecha la infraestructura tecnológica existente de Summum Projects, optimizando la inversión.

7.2.3. Materiales y Suministros

Para los insumos técnicos especializados con base en la estructura de inversión del proyecto se tiene $2.400.000 COP y se distribuyen en:

- Acceso a normativas internacionales API, ASME, ISA y ANSI/NFPA
- Materiales de documentación técnica especializada
- Suscripciones a bases de datos técnicas
- Material de oficina para documentación formal

7.2.4. Capacitación y Socialización

Las actividades formativas son $2.300.000 COP para el equipo técnico:

- Sesiones de capacitación presencial en el procedimiento estandarizado
- Desarrollo de material didáctico especializado
- Talleres prácticos de aplicación del procedimiento
- Actividades de socialización con stakeholders

7.2.5. Contingencias

Se cuenta con una reserva de gestión de $3.875.000 COP para imprevistos, representando el 6.9% de la inversión base, porcentaje conservador dentro del rango recomendado para proyectos de mejora de procesos (5-10%).

7.3. Proyección de Beneficios Económicos

7.3.1. Metodología de cuantificación de Beneficios

Los beneficios del proyecto se fundamentan en cinco categorías cuantificables validadas mediante el análisis técnico del proceso actual vs. propuesto:

7.3.1.1. Reducción del tiempo de elaboración

De acuerdo se puede estimar una reducción del tiempo laboral del 21% que se dividen en:

- Beneficio anual potencial: $4.994.351,988 COP.
- Situación actual: 27,4 horas promedio por especificación Situación.
- propuesta: 21,4 horas por especificación (reducción de 6 horas).
- Volumen anual: 30 especificaciones aproximadamente.
- Ahorro total: 180 horas/año × 30.379,27$ COP/hora = $5.468.268,6 COP.

La tarifa horaria se calcula considerando el costo promedio ponderado del equipo técnico involucrado en elaboración de especificaciones con un aproximado de $4.860.683,86 /mes COP.

7.3.1.2. Reducción de retrabajo

Beneficio potencial anual de $2.734.134,3 COP con una reducción del 50% en retrabajo.

- Situación actual: 15% de especificaciones requieren retrabajo significativo, que esto nos da 4.5 especiaciones con retrabajo.

$$4{,}5 = 30\ Especificaciones * 15\%$$

- Horas de retrabajo: 10 horas promedio por especificación.
- Situación propuesta: 7.5% con procedimiento estandarizado

$$2{,}25 = 30\ Especificaciones * 7.5\%$$

- Ahorro: 2.25 especificaciones × 10 horas × $30.379,27/hora × (4 iteraciones) = $2.734.134,3 COP

7.3.2. Curva de adopción y materialización de beneficios

De acuerdo con la naturaleza del cambio organizacional del proyecto, se proyecta una curva de adopción gradual realista en base a la tabla 33:

Tabla 33. Curva de adopción gradual.

Año	% Adopción	Beneficios Anuales (COP)	Justificación
0	0%	-$ 47.075.000	Inversión inicial
1	40%	$ 13.200.000	Fase de implementación y capacitación inicial
2	70%	$ 23.100.000	Adopción creciente y consolidación del procedimiento
3	90%	$ 29.700.000	Maduración del sistema y ajustes finos

Año	% Adopción	Beneficios Anuales (COP)	Justificación
4	100%	$ 33.000.000	Operación plena y optimizada
5	100%	$ 33.000.000	Operación estabilizada con mejora continua

Fuente: Elaboración propia.

En base a esta proyección conservadora refleja:

- Curva de aprendizaje del equipo técnico.
- Resistencia al cambio inherente a nuevos procesos.
- Período de ajuste y refinamiento del procedimiento.
- Validación progresiva de beneficios esperados.

Con beneficios proyectados en 5 años de $132.000.000 COP.

7.3.3. Flujo de caja proyectado

Para determinar la viabilidad del proyecto, se estructuró el flujo de caja proyectado a 5 años, integrando la estructura de inversión, los beneficios operativos por optimización de tiempos y los costos financieros. La formulación del flujo se fundamenta en los siguientes supuestos macroeconómicos y operativos clave:

- Horizonte de evaluación: 5 años.
- Tasa de Impuesto de Renta: 34% sobre la utilidad operativa.
- Tasa de Descuento (WACC): 9.26%, calculada con base en la estructura de capital mixta (Deuda/Patrimonio).
- Adopción: Se asume una curva de materialización de beneficios gradual: 40% (Año 1), 70% (Año 2), 90% (Año 3) y 100% (Años 4 y 5).

A continuación, la Tabla 34 consolida el flujo de caja neto y presenta, al pie de esta, los indicadores de rentabilidad resultantes (VPN, TIR, B/C), permitiendo una lectura integral de la bondad financiera del proyecto.

Tabla 34. Estructura de financiación.

Año	**0**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
Ingresos						
Beneficios Operativos	$ 0	$ 13.200.000	$ 23.100.000	$ 29.700.000	$ 33.000.000	$ 33.000.000
Aportes Internos (Equity)	$ 23.537.500	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0
Crédito Bancario Desembolso	$ 26.100.000	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0

Crédito Fomento Desembolso	$ 6.453.037	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0
TOTAL INGRESOS	**$ 56.090.537**	**$ 13.200.000**	**$ 23.100.000**	**$ 29.700.000**	**$ 33.000.000**	**$ 33.000.000**
Egresos						
Recursos Humanos	$ 44.015.537	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0
Infraestructura TI	$ 3.500.000	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0
Materiales	$ 2.400.000	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0
Capacitación	$ 2.300.000	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0
Contingencias	$ 3.875.000	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0
Cuotas Crédito Comercial (18,5%)	$ 0	$ 12.100.265	$ 12.100.265	$ 12.100.265	$ 0	$ 0
Cuotas Crédito Fomento	$ 0	$ 2.422.206	$ 2.422.206	$ 2.422.206	$ 2.422.206	$ 0
Costos Operativos (10% beneficios)	$ 0	$ 1.320.000	$ 2.310.000	$ 2.970.000	$ 3.300.000	$ 3.300.000
TOTAL EGRESOS	**$ 56.090.537**	**$ 15.842.471**	**$ 16.832.471**	**$ 17.492.471**	**$ 5.722.206**	**$ 3.300.000**
		$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0
Flujo de caja Antes de impuestos	**$ 0**	**-$ 2.642.471**	**$ 6.267.529**	**$ 12.207.529**	**$ 27.277.794**	**$ 29.700.000**

Impuesto Renta (34% sobre utilidad)	$ 0	-$ 898.440	$ 2.130.960	$ 4.150.560	$ 9.274.450	$ 10.098.000
Flujo de caja neto	**$ 0**	**-$ 1.744.031**	**$ 4.136.569**	**$ 8.056.969**	**$ 18.003.344**	**$ 19.602.000**
Flujo acumulado	**$ 0**	**-$ 2.642.471**	**$ 3.625.059**	**$ 15.832.588**	**$ 43.110.383**	**$ 72.810.383**
INDICADORES DE VIABILIDAD	**Valor**	**Criterio**	**Resultado**			
Tasa de Descuento (WACC)	**9.26%**	**-**	**-**			
Valor Presente Neto (VPN)	**$ 34.947.412**	**> 0**	**VIABLE**			
Tasa Interna de Retorno (TIR)	**31.33%**	**> WACC**	**VIABLE**			
Relación Beneficio/Costo (B/C)	**1.62**	**> 1**	**VIABLE**			
Período de Recuperación (Payback)	**4.6 Años**	**< 5 Años**	**VIABLE**			

Fuente: Elaboración propia.

El flujo de caja muestra recuperación de la inversión entre el año 4 y 5, con un punto de inflexión donde los beneficios acumulados superan la inversión inicial.

7.4. Fuentes de financiación y estructura de capital

7.4.1. Estructura de financiación

La inversión de $56.090.537 COP se financia mediante una estructura equilibrada y conservadora (tabla 35):

Tabla 35. Estructura de financiación.

Fuente	Monto (COP)	%	Tasa	Plazo
Recursos Propios (Equity)	$ 23.537.500	50.0%	7.5% (costo de oportunidad)	N/A
Crédito Bancario Comercial	$ 26.100.000	36.3%	18.5% anual	36 meses
Crédito de Fomento (Bancóldex)	$ 6.453.030	13.7%	12.0% anual	48 meses
TOTAL	**$ 56.090.537**	100%		

Fuente: Elaboración propia.

Justificación de la estructura:

- Ratio Deuda/Equity de 1.0 mantiene equilibrio financiero
- Diversificación de fuentes reduce riesgo de concentración
- Aprovechamiento de líneas de fomento empresarial disponibles
- Preservación de capacidad de endeudamiento para otros proyectos

7.4.2. Costo promedio ponderado de capital (WACC)

El WACC considerando el escudo fiscal del 34% de impuesto de renta en Colombia:

$$WACC = W_e \cdot K_e + W_{d1} \cdot K_{d1} \cdot (1 - T) + W_{d2} \cdot K_{d2} \cdot (1 - T)$$

Donde:

- $W_e = 0.50$, $K_e = 7.5\%$ (costo del equity)
- $W_{d1} = 0.363$, $K_{d1} = 18.5\%$ (deuda bancaria)
- $W_{d2} = 0.137$, $K_{d2} = 12.0\%$ (deuda fomento)
- $T = 0.32$ (tasa impositiva)

$$WACC = 0.50 \cdot 7.5\% + 0.363 \cdot 18.5\% \cdot 0.66 + 0.137 \cdot 12.0\% \cdot 0.66 = 9.26\%$$

Representa el costo de capital del proyecto con 9.26%, utilizando como tasa de descuento para la evaluación financiera.

7.4.3. Ratios de apalancamiento

- Ratio Deuda/Equity: 1.00 (nivel moderado, no agresivo)
- Ratio Deuda/Activos: 50.0% (estructura balanceada)
- Grado de Apalancamiento Financiero: 2.00x
- Cobertura de Intereses proyectada (Año 1): 4.2x (saludable)

7.5. Evaluación financiera -Indicadores de rentabilidad

7.5.1. Valor presente neto (VPN)

Utilizando una tasa de descuento conservadora del 12% que es superior al WACC de 9.26%:

$$VPN = \sum_{t=0}^{5} \frac{FC_t}{(1+0.12)^t}$$

$$VPN = -56.090.537 + 13.200.00 * (1.12)^{-1} + 23.100.00 * (1.12)^{-2} + 29.700.00 * (1.12)^{-3} + 33.000.00 * (1.12)^{-4} + 33.000.00 * (1.12)^{-5}$$

VPN = $34.947.412 COP

$$Valor\ adicional\ por\ peso\ invertido = \frac{VPN}{Inversión\ inicial}$$

$$\frac{34.947.412}{56.090.537} = 0,\mathbf{62}$$

El VPN altamente positivo indica que el proyecto genera valor económico significativo superior al costo de capital. Cada peso invertido genera $0.62 adicionales en términos de valor presente

7.5.2. Tasa interna de retorno (TIR)

$$\sum_{t=0}^{5} \frac{FC_t}{(1+TIR)^t} = 0$$

$$0 = -56.090.537 + \frac{13.200.000}{(1+TIR)^1} + \frac{23.100.000}{(1+TIR)^2} + \frac{29.700.000}{(1+TIR)^3} + \frac{33.000.000}{(1+TIR)^4} + \frac{33.000.000}{(1+TIR)^5}$$

Resolviendo numéricamente mediante método iterativo, se determinó que la TIR es de 31,33%

TIR = 31,33%

La TIR supera ampliamente el costo del capital (9.26%), confirmando la viabilidad económica robusta del proyecto. Esta tasa indica que el proyecto podría soportar costos de financiación hasta del 31.33% y aún es viable, proporcionando un margen de seguridad significativo.

7.5.3. Costo anual uniforme equivalente (CAUE)

$$CAUE = VPN \cdot \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1}$$

$$CAUE = 34.947.412 * \frac{0.0926(1+0.0926)^5}{(1+0.0926)^5 - 1}$$

CAUE = $9.045.406,66 COP

El CAUE representa el **beneficio anual equivalente** que genera el proyecto a lo largo de su vida útil. Este valor facilita la comparación con otros proyectos de diferentes horizontes temporales.

7.5.4. Relación beneficio/costo

$$\frac{B}{C} = \frac{\sum_{t=1}^{5} \frac{Beneficios_t}{(1+0.12)^t}}{\frac{Inversión_0}{(1+0.12)^0}}$$

$$\frac{\frac{13.200.000}{(1+0.12)^1} + \frac{23.100.000}{(1+0.12)^2} + \frac{29.700.000}{(1+0.12)^3} + \frac{33.000.000}{(1+0.12)^4} + \frac{33.000.000}{(1+0.12)^5}}{47.075.000}$$

Relación B/C = 1,62

Por cada peso invertido, el proyecto genera $1,62 pesos de beneficio en términos presentes. Este indicador supera ampliamente el umbral de viabilidad (B/C > 1.0).

7.5.5. Período de recuperación (Payback)

El análisis del período de recuperación de acuerdo con la tabla 35, indica en cuánto tiempo se recuperará la inversión inicial mediante los flujos de caja positivos generados por el proyecto:

$$\boldsymbol{Payback = 4 + \frac{43110383}{72810383}}$$
$$\boldsymbol{= 4.6\ años\ (aprox.)}$$

Período de Recuperación = 4.6 años

La inversión se recupera des de la mitad del horizonte de evaluación, permitiendo que los últimos 2 años generen beneficios netos completos. Este período es razonable para proyectos de mejora de procesos en el sector.

7.5.6. Resumen de indicadores financieros

La tabla 36 consolida los cinco indicadores financieros clave calculados con sus criterios de aceptación correspondientes. Esta síntesis permite una evaluación integral y comparativa de la viabilidad económica del proyecto, ofreciendo una perspectiva ejecutiva de su rentabilidad y capacidad de generación de valor:

Tabla 36. Resumen de indicadores financieros.

Indicador	Valor	Criterio de Aceptación	Resultado
VPN (12%)	$34.947.412 COP	VPN > 0	☑ Altamente Positivo
TIR	31.33%	TIR > WACC (9.27%)	☑ Supera ampliamente
CAUE	$9.045.409,66 COP	CAUE > 0	☑ Positivo
B/C	1.62	B/C > 1.0	☑ Muy favorable
Payback	4,6 años	< 5 años	☑ Aceptable

Fuente: Elaboración propia

Conclusión preliminar: Todos los indicadores financieros confirman la viabilidad del proyecto.

7.6. Análisis de sensibilidad y riesgos

7.6.1. Análisis de escenarios de adopción

El principal riesgo del proyecto radica en el nivel de adopción efectiva del procedimiento estandarizado por parte del equipo técnico. La tabla 37 evalúa cinco escenarios probabilísticos de implementación, mostrando cómo el proyecto

mantiene la viabilidad financiera incluso bajo condiciones de adopción conservadora con un el VPN calculado con WACC del 9.26%:

Tabla 37. Análisis de escenarios de adopción.

Escenario	Probabilidad	% Adopción	Beneficios Anuales (Año 5)	VPN Resultante (COP)	TIR Resultante
Muy Conservador	10%	60%	$ 19.800.000	$4.601.428,70	15%
Conservador	20%	70%	$ 23.100.000	$ 14.716.756	21%
Base	40%	90%	$ 29.700.000	$34.947.412	31%
Optimista	20%	100%	$ 33.000.000	$ 45.062.739	36%
Muy Optimista	10%	110%	$ 36.300.000	$ 55.178.067	41%

Fuente: elaboración propia.

Análisis: incluso en el escenario muy conservador con solo 60% de adopción, el proyecto mantiene VPN positivo de $4.6M y TIR del 15%, bajo al costo de capital. Esto demuestra robustez financiera significativa ante variabilidad en la adopción. La probabilidad ponderada de 70% para escenarios base u optimista refuerza la confianza en la viabilidad del proyecto.

7.6.2. Análisis de sensibilidad multivariable

El análisis de robustez financiera evalúa cómo variaciones en las principales variables afectan el VPN base de 34.947.412 millones COP. La tabla 38 presenta el impacto de desviaciones del -20% a +20% en beneficios anuales, inversión inicial y tasa de descuento WACC, identificando la elasticidad de cada variable:

Tabla 38. Análisis de sensibilidad multivariable.

Variable	-20%	-10%	Base	10%	20%
Beneficios anuales	$ 16.739.822,20	$ 25.843.617,10	$ 34.947.412,00	$ 44.051.206,90	$ 53.155.001,80
Inversión inicial	$ 46.165.519,40	$ 40.556.465,70	$ 34.947.412,00	$ 29.338.358,30	$ 23.729.304,60
Tasa de descuento (WACC)	$ 41.480.376,57	$ 38.130.022,49	$ 34.947.412,04	$ 31.922.014,82	$ 29.044.081,40

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación por variable:

1. Beneficios anuales (Variable más sensible):

   - Reducción del 20% → VPN = $16.7M (aún positivo)
   - Aumento del 20% → VPN = $53.1M.
   - Elasticidad: 2.06 (Alta sensibilidad directa)

2. Inversión inicial (Sensibilidad moderada-alta):

   - Aumento del 20% (53.1M) → VPN = $34.9M (proyecto sigue viable)
   - Im Reducción del 20% = $46.1M
   - Elasticidad: -1.6
   - Implicación: La reserva de contingencia del 8.2% ($3.875.000) es adecuada para absorber sobrecostos.

3. Tasa de descuento - WACC (Sensibilidad baja-moderada):

   - Aumento del 20% → VPN = $29.0M
   - Reducción del 20% → VPN = $41.1M
   - Elasticidad: -0.93
   - Implicación: Proyecto robusto ante variaciones en el costo de capital y estructura financiera.

7.6.3. Punto de equilibrio operativo

El análisis de punto de equilibrio determina el volumen mínimo de especificaciones técnicas que deben procesarse anualmente para cubrir los costos del proyecto:

Parámetros del Análisis:

- Beneficio promedio por especificación: $1.100.000 COP (basado en $33M ÷ 30 especificaciones)
- Costo variable unitario: $330.000 COP (30% del beneficio)
- Margen de contribución unitario: $770.000 COP
- Costos fijos anuales: $6.730.864 COP (cargo de capital = Inversión × 12%)

$$PE = \frac{\textbf{Costos fijos anuales}}{\textbf{Margen de contribución unitario}} = \frac{\mathbf{6.730.864}}{\mathbf{770.000}}$$
$$= \mathbf{8.7\ especificaciones/año}$$

Resultados:

- Punto de equilibrio: 8.7 especificaciones mejoradas por año
- Volumen proyectado: 30 especificaciones/año
- Margen de seguridad: +71% = [(30 - 8.7) ÷ 30 × 100]
- Factor de seguridad: 3.4x (el volumen proyectado es 3.4 veces el punto de equilibrio)

Interpretación: El proyecto requiere procesar únicamente 8.7 especificaciones anuales para alcanzar el punto de equilibrio, mientras que el volumen proyectado es de 30 especificaciones. Este amplio margen de seguridad del 71% proporciona robustez operativa significativa y permite que el proyecto absorba reducciones sustanciales en el volumen sin comprometer su viabilidad financiera.

7.6.4. Matriz de riesgos financieros

La identificación y evaluación de riesgos es crítica para garantizar la sostenibilidad del proyecto. La tabla 39 mapea los riesgos financieros principales con su

probabilidad, impacto potencial en VPN, exposición esperada y estrategias de mitigación específicas. La exposición total ponderada se reduce del 12.7% mediante mitigación activa:

Tabla 39. Matriz de riesgos financieros

Riesgo	Probabilidad	Impacto VPN (COP)	Valor Esperado (COP)	Estrategias de Mitigación	Efectividad
Baja adopción del procedimiento	Media (30%)	-$ 8.000.000	-$ 2.400.000	Capacitación intensiva personalizada, sistema de incentivos por uso, mentorías técnicas	50%
Resistencia al cambio organizacional	Media (25%)	-$ 5.000.000	-$ 1.250.000	Gestión del cambio estructurada, liderazgo visible, comunicación continua, quick-wins	60%
Sobrecostos en implementación	Baja (20%)	-$ 4.000.000	-$ 800.000	Reserva de contingencia 8.2%, control semanal de costos, metodología ágil	75%

Riesgo	Probabilidad	Impacto VPN (COP)	Valor Esperado (COP)	Estrategias de Mitigación	Efectividad
Beneficios sobreestimados	Baja (15%)	-$ 10.000.000	-$ 1.500.000	Medición continua de KPIs, ajustes iterativos, benchmarking sectorial, validación piloto	50%
Rotación de personal capacitado	Baja (20%)	-$ 3.000.000	-$ 600.000	Documentación robusta, plan de sucesión, retención de talento, transferencia de conocimiento	67%

Fuente: Elaboración propia.

Análisis Consolidado de Riesgos:

- Exposición al riesgo ponderada (sin mitigación): -$6.550.000 COP en términos de VPN esperado.
- Exposición residual (con mitigación): -$2.850.000 COP
- Reducción de exposición: 56.5%
- VPN ajustado por riesgo: $32.099.412 COP ($34.947.412 - $2.848.000)

Interpretación: La exposición al riesgo ponderada de -$6.55M representa el 18.7% del VPN base, indicando un nivel de riesgo controlable. Las estrategias de mitigación implementadas reducen esta exposición en 56.5%, llevando el impacto residual a -$2.85M (8.1% del VPN base). El proyecto mantiene VPN positivo robusto de $48.6M incluso después de ajustar por todos los riesgos identificados.

Riesgos críticos prioritarios:

1. Baja adopción (impacto esperado -$2.8M): Requiere plan de gestión del cambio agresivo
2. Beneficios sobreestimados (impacto esperado -$1.5M): Necesita validación empírica continua
3. Resistencia al cambio (impacto esperado -$1.25M): Demanda liderazgo visible y sostenido

En síntesis, el análisis integral de la matriz de riesgos financieros evidencia que el proyecto presenta un nivel de exposición manejable y adecuadamente mitigado. Aunque los riesgos identificados podrían afectar negativamente el Valor Presente Neto, su probabilidad y magnitud están dentro de rangos controlables, especialmente considerando que la exposición ponderada inicial de –$6.55 millones (18.7% del VPN base) se reduce significativamente hasta –$2.85 millones tras aplicar las estrategias de mitigación propuestas. Esta disminución equivalente al 56.5% demuestra la efectividad de las acciones preventivas, particularmente en la gestión del cambio, la validación continua de beneficios y la implementación de mecanismos de capacitación y seguimiento operativo. En consecuencia, se concluye que el proyecto es financieramente sostenible y que las medidas de mitigación establecidas proporcionan un marco robusto para garantizar su correcta ejecución y permanencia en el tiempo.

CONCLUSIONES

- El proyecto establece una base sólida para transformar la gestión documental en automatización y control, consolidando procesos eficientes y homogéneos que repercuten favorablemente en la calidad técnica y operativa de la organización y del sector industrial.

- Los resultados generados beneficiarán directamente al personal técnico y administrativo de la empresa, mientras que su estructura y enfoque replicable permiten el aprovechamiento indirecto por parte de otras empresas, investigadores y estudiantes del sector, ampliando su alcance más allá del caso puntual.

- La incorporación de estándares internacionales y buenas prácticas convierte el modelo propuesto en una referencia para la modernización de la ingeniería en Colombia, fortaleciendo la competitividad y visibilidad del talento local.

- La sistematización de la experiencia y la documentación desarrollada en el proyecto facilita espacios de formación para nuevos investigadores, incentivando el aprendizaje práctico, la curiosidad y la apropiación de metodologías de innovación en ingeniería.

- Finalmente, el proyecto contribuye al fortalecimiento de la investigación nacional, al proporcionar insumos y ejemplos aplicados que pueden inspirar futuras investigaciones, promover la transferencia de conocimiento y fomentar la mejora continua en gestión de proyectos técnicos.

RECOMENDACIONES

- Priorizar la gestión del cambio a través de estrategias activas de comunicación, liderazgo visible y participación continua de los equipos técnicos, asegurando la adopción efectiva del nuevo modelo y superando posibles resistencias internas.

- Implementar procesos periódicos de capacitación y socialización, utilizando materiales didácticos específicos, talleres prácticos y plataformas virtuales de formación para fortalecer las competencias de los usuarios y mantener actualizada la base de conocimiento organizacional.

- Realizar monitoreo y evaluación continua de indicadores clave (KPIs) y resultados, ajustando el modelo mediante ciclos iterativos y recurriendo a benchmarking sectorial y validaciones piloto, a fin de garantizar que los procesos implementados respondan a los cambios tecnológicos y de mercado.

- Favorecer la sistematización y documentación de lecciones aprendidas en cada ciclo de uso, promoviendo la transferencia de conocimiento dentro y fuera de la organización y potenciando la replicabilidad del modelo en otros contextos empresariales.

- Invitar a otros actores académicos y empresariales a utilizar y adaptar los resultados, apoyando la formación de nuevos investigadores mediante la publicación de guías, estudios de caso y materiales abiertos para incrementar el impacto positivo en la investigación aplicada y la práctica profesional en Colombia.

REFERENCIAS

Centro de formación técnica para Industriales. (14 de abril de 2025). Obtenido de Cursosaula21: https://www.cursosaula21.com/que-es-un-sistema-scada/#:~:text=5.2.,plantas%20industriales%20de%20gran%20escala.

La República. (14 de abril de 2025). Obtenido de lareplublica.co: https://www.larepublica.co/economia/escandalo-de-petrotiger-por-soborno-salpica-a-la-direccion-de-probogota-2218291

RS. (20 de febrero de 2023). RS. Obtenido de El blog de RS: https://es.rs-online.com/web/content/blog-rs/ideas-consejos/guia-plc

Summun Projects. (13 de abril de 2025). Obtenido de Sobre nosotros: https://summumcorp.com/sobre-nosotros/

Congreso de Colombia. (2000). Ley 594 de 2000. Diario Oficial No. 44.134

Acevedo, V. M. (25 de marzo de 2025). Aeromaquinados. Obtenido de Historia de la Industrialización en Colombia: https://aeromaquinados.com/historia-de-la-industrializacion-en-colombia/

Digital, L. e. (17 de mayo de 2025). La Era digital. Obtenido de Historia de la gestión documental en Colombia: https://laeradigital.blog/2024/02/05/historia-gestion-documental-colombia/

Domínguez, C. M. (1 de noviembre de 2022). Universidad de Antioquia. Obtenido de Implementación de un sistema SCADA para la optimización de la gestión de mantenimiento y producción, aplicado a la planta de productos autoadhesivos C.I. ARclad S.A de Rionegro (Antioquia): https://bibliotecadigital.udea.edu.co/server/api/core/bitstreams/78cf3bf1-523f-4a6a-84f7-c8bce1f740c8/content

Kent. (17 de mayo de 2025). Nuestros servicios: Kent. Obtenido de kentplc: https://kentplc.com/es/nuestros-servicios

Molina, L. (17 de mayo de 2025). Ingeniería Asistida por Computador. Obtenido de Cómo Power Apps Mejora la Documentación Empresarial: Seguridad y Colaboración: https://iac.com.co/power-apps-para-la-documentacion-empresarial/

SERINGTEC. (17 de mayo de 2025). Nosotros: SERINGTEC. Obtenido de SERINGTEC.S.A.S: https://seringtec.com/nosotros/

Summum projects. (17 de mayo de 2025). Sobre Nosotros: Summum Projects. Obtenido de Summum Projects: https://summumcorp.com/sobre-nosotros/

Wood. (17 de noviembre de 2023). Wood triplica su plantilla en Colombia y fortalece su centro global de ingeniería. Obtenido de Woodplc: https://www.woodplc.com/news/latest-press-releases/2023/wood-triples-headcount-in-colombia-strengthening-global-engineering-centre

Worley Colombia. (1 de diciembre de 2024). Worley. Obtenido de Worley Overview: https://campetrol.org/directorio/wp-content/uploads/2025/01/4.-Overview-Colombia.pdf

Acosta Wandurraga, E.Z., & Rodríguez, J.A. (2020). Elaboración de una guía metodológica de gerencia de proyectos para la planeación, seguimiento y control de proyectos de líneas de transmisión y subestaciones eléctricas. Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito.

Agencia Nacional de Hidrocarburos – ANH. (2024). Resolución para el uso de tecnologías de medición y monitoreo de los volúmenes de producción de hidrocarburos. Bogotá, Colombia.

American Petroleum Institute. (2011). API Specification Q2: Quality Management System for Service Supply Organizations for the Petroleum, Petrochemical, and Natural Gas Industries. API Publishing Services.

Barguil Revollo, P.A., Cubillos Guzmán, A.M., Echeverry Gómez, L.F., & Hernández Aldana, D.J. (2025). Diagnóstico y diseño de procesos para la gestión del área de proyectos de C&B Arquitectos. Universidad El Bosque.

Calipso Technologies. (2024). 3 casos de éxito en donde la gestión de documentación mejora la relación con proveedores y clientes. Calipso.

Centro de formación técnica para Industriales. (2025, abril 14). ¿Qué es un sistema SCADA? Cursosaula21. https://www.cursosaula21.com/que-es-un-sistema-scada/

Congreso de Colombia. (2000). Ley 594 de 2000. Diario Oficial No. 44 134.

Digital, L. e. (2025, mayo 17). Historia de la gestión documental en Colombia. La Era Digital. https://laeradigital.blog/2024/02/05/historia-gestion-documental-colombia/

Domínguez, C.M. (2022, noviembre 1). Implementación de un sistema SCADA para la optimización de la gestión de mantenimiento y producción, aplicado a la planta de productos autoadhesivos C.I. ARclad S.A de Rionegro (Antioquia). Universidad de Antioquia. https://bibliotecadigital.udea.edu.co/server/api/core/bitstreams/78cf3bf1-523f-4a6a-84f7-c8bce1f740c8/content

Ecopetrol, Reficar y Cenit, las empresas que lideraron en el campo de hidrocarburos. (2024). La República.

Galvis Creciente, J., Castañeda Orjuela, M., & Ortiz Ruiz, E.E. (2024). Propuesta de un modelo integrado de gestión de proyectos basado en estándares internacionales en Anditel S.A.S. Universidad EAN.

Hernández, P. E. (2021). Diseño de un sistema de gestión documental para INGEMAR CONSTRUCCIONES S.A.S. Universidad del Norte.

Kent. (2025, mayo 17). Nuestros servicios. Kent. https://kentplc.com/es/nuestros-servicios

La competitividad del sector de hidrocarburos en las diferentes regiones de Colombia. (2016). PNUD. https://www.undp.org/sites/g/files/zskgke326/files/migration/co/undp-co-La-competitividad-del-sector-de-hidrocarburos-en-las-diferentes-regiones-de-Colombia-2016.pdf

Mateus Díaz, J. (2024). Mejores prácticas internacionales para la industria petrolera: adopción de MMSTD y MTD. Universidad Externado de Colombia.

Molina, L. (2025, mayo 17). Cómo Power Apps mejora la documentación empresarial: seguridad y colaboración. IAC. https://iac.com.co/power-apps-para-la-documentacion-empresarial/

Padilla Romero, A.D., et al. (2021). Sistemas de automatización en unidades LACT para la medición dinámica de hidrocarburos. Alpha Publicaciones.

Rama Judicial de Colombia. (2025). Marco de Referencia de Gestión Documental (MRGD). https://actosadministrativos.ramajudicial.gov.co/GetFile.ashx?url=~%2FApp_Data%2FUpload%2FPCSJA25-12272+MARCO+DE+REFERENCIA+DE+GESTIÓN+DOCUMENTAL+Anexo+1.pdf

Rodríguez Bareño, R., & Sepúlveda Ruiz, R.M. (2025). Modelo de operación por procesos para la gestión de especificaciones técnicas en proyectos de Automatización y Control: caso Summum Projects. Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

RS. (2023, febrero 20). Guía PLC. El blog de RS. https://es.rs-online.com/web/content/blog-rs/ideas-consejos/guia-plc

Seringtec. (2025, mayo 17). Nosotros. SERINGTEC.S.A.S. https://seringtec.com/nosotros/

Soft & DI Colombia. (2025). Casos de éxito en gestión documental para sector privado. Soft & DI.

Universidad Distrital Francisco José de Caldas. (2022). Diagnóstico del desarrollo del proceso de organización documental en el archivo de gestión de la Facultad de Ciencias y Educación.

Universidad El Bosque. (2025). Diagnóstico y diseño de procesos para la gestión del área de proyectos de C&B Arquitectos.

Universidad EAN. (2024). Modelo integrado para la gerencia de proyectos basado en estándares internacionales para Construcciones al Día S.A.S.

Universidad EAN. (2024). Propuesta de un modelo integrado de gestión de proyectos basado en estándares internacionales en Anditel S.A.S.

Universidad Externado de Colombia. (2024). Mejores prácticas internacionales para la industria petrolera.

Universidad Internacional de La Rioja. (2021). API Q2 – Estándar de calidad para Oil and Gas. Dialnet.

Universidad Tecnológica de Bolívar. (2025). Especialización en Automatización y Control de Procesos Industriales.

Velandia Medina, J.A., Cubaque Porras, L.D., & Rincón González, C.H. (2024). Modelo integrado para la gerencia de proyectos basado en estándares internacionales para Construcciones al Día S.A.S. Universidad EAN.

Wood Group triplica plantilla en Colombia. (2023). Wood plc. https://www.woodplc.com/news/latest-press-releases/2023/wood-triples-headcount-in-colombia-strengthening-global-engineering-centre

Worley. (2024). Worley Overview. Ocensa. https://campetrol.org/directorio/wp-content/uploads/2025/01/4.-Overview-Colombia.pdf

ANEXOS

- ANEXO_1_Informe_de_Diagnóstico_de_Brechas.doc
- ANEXO_2_Evaluacion_Especificaciones_Tecnicas_AYC.pdf
- ANEXO_3_Evaluacion_Especificaciones_Tecnicas_AYC.xlsx
- ANEXO_4_DISEÑO_DE_PLANTILLAS_ESTANDARIZADAS.doc
- ANEXO_5_Checklist.xlsx
- ANEXO_6_Plantilla_estandar_de_especificacion.doc
- ANEXO_7_Guías_de_llenado_paso_a_paso_de_Plantilla.doc
- ANEXO_8_Guion_Taller.doc
- ANEXO_9_Manual_Usuario.doc