

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL
DE INGENIERÍA DE SISTEMAS**



**“IMPACTO DE LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE
INFORMACIÓN EN LA GESTIÓN DEL PROCESO DE LAVADO DE
PRENDAS EN UNA EMPRESA DE LA CIUDAD DE LIMA”**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO DE SISTEMAS**

AUTOR

Bach. Franki Eli Briones Prieto

ASESOR

Dr. Ing. Manuel Malpica Rodríguez

Ingeniero de Sistemas

CAJAMARCA – PERÚ

SETIEMBRE 2025

CONSTANCIA DE INFORME DE ORIGINALIDAD

- FACULTAD DE INGENIERÍA -

- Investigador:** Franki Eli Briones Prieto
DNI: 48387395
Escuela Profesional: Ingeniería de Sistemas
- Asesor:** Ing. Manuel Enrique Malpica Rodríguez
Facultad: Ingeniería
- Grado académico o título profesional**
 Bachiller Título profesional Segunda especialidad
 Maestro Doctor
- Tipo de Investigación:**
 Tesis Trabajo de investigación Trabajo de suficiencia profesional
 Trabajo académico
- Título de Trabajo de Investigación:**
Impacto de la implementación de un sistema de información en la gestión del proceso de lavado de prendas en una empresa de la ciudad de Lima
- Fecha de evaluación:** 27 de octubre de 2025
- Software antiplagio:** TURNITIN URKUND (OURIGINAL) (*)
- Porcentaje de Informe de Similitud:** 9%
- Código Documento:** 518647564
- Resultado de la Evaluación de Similitud:**
 APROBADO PARA LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES O DESAPROBADO

Fecha Emisión: 28 de octubre de 2025



FIRMA DEL ASESOR
Ing. Manuel Enrique Malpica Rodríguez
DNI: 26707158



Firmado digitalmente por:
BAZAN DIAZ Laura Sofia
FAU 20148258801 soft
Motivo: En señal de
conformidad
Fecha: 28/10/2025 10:31:18-0500

UNIDAD DE INVESTIGACIÓN FI



Universidad Nacional de Cajamarca

"Norte de la Universidad Peruana"

Fundada por Ley 14015 del 13 de Febrero de 1962

FACULTAD DE INGENIERÍA

Teléf. N° 365976 Anexo N° 1129-1130



ACTA DE SUSTENTACIÓN PÚBLICA DE TESIS.

TITULO : *IMPACTO DE LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN EN LA GESTIÓN DEL PROCESO DE LAVADO DE PRENDAS EN UNA EMPRESA DE LA CIUDAD DE LIMA*

ASESOR : *Dr. Ing. Manuel Enrique Malpica Rodríguez.*

En la ciudad de Cajamarca, dando cumplimiento a lo dispuesto por el Oficio Múltiple N° 0737-2025-PUB-SA-FI-UNC, de fecha 04 de noviembre de 2025, de la Secretaría Académica de la Facultad de Ingeniería, a los **siete días del mes de noviembre de 2025**, siendo las doce horas con quince minutos (12:15 p.m.) en la Sala de Audiovisuales (Edificio 4K) de la Escuela Profesional de Ingeniería de Sistemas, de la Facultad de Ingeniería se reunieron los Señores Miembros del Jurado Evaluador:

Presidente : Dr. Ing. Manuel Roberto Azahuanche Oliva.
Vocal : Dra. Ing. Amalia Delicia del Sagrario Fernández Vargas.
Secretario : Dr. Ing. Jaime Amador Meza Huamán.

Para proceder a escuchar y evaluar la sustentación pública de la tesis titulada: *IMPACTO DE LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN EN LA GESTIÓN DEL PROCESO DE LAVADO DE PRENDAS EN UNA EMPRESA DE LA CIUDAD DE LIMA*, presentado por el Bachiller en Ingeniería de Sistemas **FRANKI ELI BRIONES PRIETO**, asesorado por el Dr. Ing. Manuel Enrique Malpica Rodríguez, para la obtención del Título Profesional

Los Señores Miembros del Jurado replicaron al sustentante debatieron entre sí en forma libre y reservada y lo evaluaron de la siguiente manera:

EVALUACIÓN PRIVADA :*8.0*..... PTS.
EVALUACIÓN PÚBLICA :*12.0*..... PTS.
EVALUACIÓN FINAL :*19.0*..... PTS *Diecinueve*..... (En letras)

En consecuencia, se lo declara*aprobada*..... con el calificativo de*19 (diecinueve)*..... acto seguido, el presidente del jurado hizo saber el resultado de la sustentación, levantándose la presente a las*13.15 p.m.*..... horas del mismo día, con lo cual se dio por terminado el acto, para constancia se firmó por quintuplicado.

Dr. Ing. Manuel Roberto Azahuanche Oliva.
Presidente

Dra. Ing. Amalia Delicia del Sagrario Fernández Vargas.
Vocal

Dr. Ing. Jaime Amador Meza Huamán.
Secretario

Dr. Ing. Manuel Enrique Malpica Rodríguez.
Asesor

COPYRIGHT © 2025
FRANKI ELI BRIONES PRIETO
Todos los Derechos Reservados ®

AGRADECIMIENTO

A Dios, que siempre ha guiado mis propósitos, y permitido en su infinita sabiduría concebir este proyecto, y por haberme brindado la vida para alcanzar esta meta.

A mi madre, por ser el pilar fundamental de mi formación académica y personal, cuyo amor incondicional, sacrificios y constante apoyo han hecho posible este logro. Su ejemplo de perseverancia y dedicación ha sido mi mayor inspiración a lo largo de este desafiante camino.

A mi esposa e hija, por su paciencia y comprensión durante los largos años de investigación, por brindarme el espacio y el tiempo necesarios para dedicarme plenamente a este proyecto académico. Ustedes han sido no solo mi refugio y fortaleza en los momentos difíciles, sino también la inspiración que alimentó mi alma y el motor que impulsó mi determinación para alcanzar esta meta.

Expreso mi más profundo y especial agradecimiento al Dr. Ing. Manuel Enrique Malpica Rodríguez, quien más allá de cumplir su rol como asesor de esta investigación, se convirtió mentor. Su orientación académica, paciencia y compromiso incondicional en la revisión y mejora de este trabajo fueron fundamentales para llevarlo a buen término.

DEDICATORIA

A mi querida abuelita, quien con su amor incondicional y sabiduría infinita fue mi compañía fiel durante todos mis años universitarios. Sus palabras de aliento, sus oraciones silenciosas y su fe inquebrantable en mis sueños fueron la fuerza que impulsó cada paso de este camino académico. Aunque ahora Dios la tiene en sus brazos y su presencia física ya no me acompaña, sé que desde el cielo celebra conmigo este logro.

A la Universidad Nacional de Cajamarca y a la Escuela de Ingeniería de Sistemas, por brindarme la oportunidad de desarrollar mis estudios y proporcionarme el marco institucional necesario para llevar a cabo esta investigación.

A todos aquellos que, de manera directa o indirecta, contribuyeron con su apoyo, sugerencias o aliento durante este largo proceso de investigación doctoral.

CONTENIDO

RESUMEN.....	xi
ABSTRACT	xii
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	4
2.1 Antecedentes teóricos de la investigación	4
2.2 Bases teóricas	8
2.2.1 Sistema de información.....	8
2.2.2 Gestión de procesos.....	18
2.2.3 Definición de términos básicos	20
CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	23
2.1 Procedimiento.....	24
2.1.1 Fase de inicio.....	27
2.1.2 Fase de planificación.....	34
2.1.3 Fase de ejecución.....	43
3.1.2 Fase de seguimiento y control.....	91
3.1.3 Fase de cierre.....	98
3.2 Tratamiento y análisis de datos y presentación de resultados.	113
3.2.1 Tratamiento y análisis de datos	113
3.2.2 Presentación de resultados.....	131
CAPÍTULO IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	143
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	147
5.1 Conclusiones.....	147
5.2 Recomendaciones	149
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	150
ANEXOS.....	158
Anexo 1: Matriz de consistencia	158
Anexo 2: Operacionalización de variables	159
Anexo 3: Ficha de cotejo ponderada – Calidad del sistema de información	160
Anexo 4: Ficha de observación de procesos – Calidad del proceso.....	163
Anexo 5: Ficha de observación de procesos – Automatización.....	165
Anexo 6: Ficha de observación - Tiempo de operación.....	170
Anexo 7: Cuestionario - Satisfacción del operario.....	172
Anexo 8: Validación de instrumentos	173
Anexo 9: Análisis de Fiabilidad del Cuestionario de Satisfacción	178
Anexo 10: Determinación el número de observaciones en estudio de tiempos	179
Anexo 11: Requerimientos operativos identificados	180
Anexo 12: Informe de análisis comparativo y evaluación de costos para el SI	181
Anexo 13: Evidencias de la estructura de N capas y Patrón MVVM	186

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla I: clasificación de un sistema de información.	9
Tabla II: Cuadro comparativo - Metodologías Tradicionales VS Metodologías Ágiles.....	10
Tabla III: Principios Scrumban.	11
Tabla IV: Columnas esenciales de tablero Scrumban.....	12
Tabla V: Métricas de desempeño.	13
Tabla VI: Comparativa: Scrum vs. Scrumban en Contexto Unipersonal.	13
Tabla VII:Diagrama Aplicado a la investigación.....	25
Tabla VIII: Diagrama: Aplicación del Diseño pre-experimental a la investigación.....	25
Tabla IX: Stakeholders por Proceso del Servicio de Lavandería.	33
Tabla X: Product Backlog - Épica: Módulo Procesos – Sprint 01.....	38
Tabla XI. Product Backlog - Épica: Componentes Internos – Sprint 02.	39
Tabla XII: Product Backlog - Épica: Módulo Clientes – Sprint 03.	39
Tabla XIII: Product Backlog - Épica: Módulo Analítica – Sprint 04.	40
Tabla XIV: Historias de Usuario - Sprint 0.....	54
Tabla XV: Métricas del Sprint 0.	56
Tabla XVI: Historias de Usuario – Sprint 1.....	57
Tabla XVII: Métricas del Sprint 1.....	58
Tabla XVIII: HU-S1-01: Registrar recojo de prendas 59	59
Tabla XIX: HU-S1-02: Registrar clasificación de prendas (tipo, tejido, suciedad).....	61
Tabla XX: HU-S1-03: Registrar lavado de prendas clasificadas.	63
Tabla XXI: HU-S1-04: Registrar lavado de prendas clasificadas.....	65
Tabla XXII: HU-S1-05: Registrar entrega de prendas.....	68
Tabla XXIII: Historias de Usuario – Sprint 2.	71
Tabla XXIV: Métricas del Sprint 2.	72
Tabla XXV: HU-S2-01: panel de gestión de usuarios.	72
Tabla XXVI: HU-S2-02: Panel de gestión de personal interno.	75
Tabla XXVII: HU-S2-03: Panel de gestión de máquinas.	77
Tabla XXVIII: HU-S2-04: Panel de gestión de vehículos.	79
Tabla XXIX: HU-S2-05: Panel de gestión de inventario.....	82
Tabla XXX: Historias de Usuario – Sprint 3.	84
Tabla XXXI: Métricas del Sprint 3.	86
Tabla XXXII: Historias de Usuario – Sprint 4.....	88
Tabla XXXIII: Métricas del Sprint 4.	90
Tabla XXXIV: Resultados acumulados de la dimensión calidad del proceso.	114
Tabla XXXV: Resultados generales de la prueba T - Calidad del proceso.	117
Tabla XXXVI: Resultados acumulados de la dimensión tiempo de operación.	117
Tabla XXXVII: Resultados generales de la prueba T – Tiempos de operación.	123
Tabla XXXVIII: Resumen acumulado Dimensión Automatización.....	123
Tabla XXXIX: Resultados generales de la prueba T - Niveles de Automatización 126	126

Tabla XL: Dimensión satisfacción del operario.....	127
Tabla XLI: Resultados generales de la prueba T - Satisfacción del operario	130
Tabla XLII: Comparación de indicadores de calidad del proceso (Pre-test vs Post-test)	143
Tabla XLIII: Comparación de tiempos de operación por actividad (en minutos).....	143
Tabla XLIV: Distribución de tareas por nivel de automatización.....	144
Tabla XLV: Niveles de satisfacción del operario (escala 1-25 puntos).....	145
Tabla XLVI: Matriz de consistencia	158
Tabla XLVII: Operacionalización de variables.....	159
Tabla XLVIII: Ficha de cotejo ponderada.	160
Tabla XLIX: Ficha de registro de observación de procesos.	163
Tabla L: Ficha de cotejo de procesos.	165
Tabla LI: Ficha de observación tiempo de operación.	170
Tabla LII: Cuestionario satisfacción del operario.	172

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1 Sistema de Información.	8
Fig. 2:Elementos principales de la metodología Scrumban.	14
Fig. 3: Estándar ISO/IEC 25010.	16
Fig. 4: Organigrama de la empresa.	24
Fig. 5: Fases y pasos de la metodología Scrumban para la investigación	27
Fig. 6: Diseño del proceso antes del SI - Subproceso: Recepción de prendas	28
Fig. 7: Diseño del proceso antes del SI - Subproceso: Clasificación de prendas	29
Fig. 8: Diseño del proceso antes del SI - Subproceso: Lavado de prendas.	30
Fig. 9: Diseño del proceso antes del SI - Subproceso: Empaquetado de prendas.	30
Fig. 10: Diseño del proceso antes del SI - Subproceso: Entrega de prendas.	31
Fig. 11: Diseño del proceso antes del SI - Subproceso: Liquidación de prendas	32
Fig. 12: Configuración inicial de Firebase y servicios.	35
Fig. 13: Tablero Kanban personalizado	37
Fig. 14: Diagrama de Gantt - Épicas del Proyecto de desarrollo de software.	41
Fig. 15: Resumen del proyecto de desarrollo - Jira.	42
Fig. 16: Arquitectura del sistema de información.	44
Fig. 17: Diagrama de estructura del sistema.	47
Fig. 18: Diagrama de base de datos NoSQL - Colecciones.	50
Fig. 19: Diagrama de interfaces frontend – Angular	53
Fig. 20: Proceso de recojo de prendas	60
Fig. 21: Panel histórico del registro de recojo.	60
Fig. 22: Detalle del registro de recojo de prendas.	60
Fig. 23: Guía de remisión - Proceso de recojo.	61
Fig. 24: Componente del Proceso de clasificación	62
Fig. 25: Componente del Proceso de clasificación - Clasificación exitosa de una prenda.	63
Fig. 26: Proceso de lavado de prendas - Configuración	64
Fig. 27: Elección de prendas a lavar - Proceso de lavado.	64
Fig. 28: Proceso de hermanado de prendas.	66
Fig. 29: Registro histórico de hermanados.	66
Fig. 30: Detalle de prendas hermanadas.	67
Fig. 31: Guía de remisión de hermanado.	67
Fig. 32: Proceso de entrega de prendas.	68
Fig. 33: Confirmación de entrega.	69
Fig. 34: Histórico de registros de entrega.	69
Fig. 35: Detalle de prendas entregadas.	69
Fig. 36: Guía de remisión al finalizar entrega de prendas.	70
Fig. 37: Componente Panel de usuarios.	73
Fig. 38: Componente Panel de usuarios - Todos los usuarios.	73
Fig. 39: Componente Panel de usuarios - Detalle.	74
Fig. 40: Componente Panel de usuarios - Editar usuario.	74
Fig. 41: Componente Panel de usuarios - Eliminar usuario.	74
Fig. 42: Firebase Authentication - Usuarios	75
Fig. 43: Panel de personal - Nuevo registro de personal.	76
Fig. 44: Panel de personal - Edición de un registro.	76

Fig. 45: Panel de personal - Malla del personal activo	76
Fig. 46: Panel de personal - Eliminación de registro	77
Fig. 47: Panel de máquinas - Gestión por sede.	78
Fig. 48: Panel de máquinas - Filtro de tipo.	78
Fig. 49: Panel de máquinas - Filtro de estado.	79
Fig. 50: Panel de máquinas - Filtro de estado crítico.	79
Fig. 51: Panel de vehículos	80
Fig. 52: Panel de vehículos - Agregar vehículo.	80
Fig. 53: Panel de vehículos - Editar vehículo.	81
Fig. 54: Panel de vehículos - Finalizar ruta.	81
Fig. 55: Panel de vehículos - Inicializar ruta.	81
Fig. 56: Panel de inventario de insumos - Sede y categoría.	83
Fig. 57: Panel de inventario de insumos - Sede, categoría y tipo.	83
Fig. 58: Panel de inventario de insumos - Sede, categoría, tipo y estado.	83
Fig. 59: Modulo Clientes - Componente padrón de clientes.	85
Fig. 60: Modulo Clientes - Componente panel de personal de los clientes.	85
Fig. 61: Modulo Clientes - Componente panel de prendas del personal de los clientes.	86
Fig. 62: Modulo Clientes - Componente Dashboard.	89
Fig. 63: Modulo Clientes - Componente Reportes.	89
Fig. 64: Modulo Clientes - Componente Liquidación.	89
Fig. 65: Modulo Clientes - Componente Interfaz de Base de Datos.	90
Fig. 66: Evolución en la gestión de las historias de usuario - SILS0001FB-1	92
Fig. 67: Distribución de historias de usuario por estado en el tablero Kanban del Sprint 0 del proyecto - SILS0001FB-1	92
Fig. 68: Evolución en la gestión de las historias de usuario - SILS0001FB-2	93
Fig. 69: Distribución de historias de usuario por estado en el tablero Kanban del Sprint 1 del proyecto SILS0001FB-2.	93
Fig. 70: Evolución en la gestión de las historias de usuario - SILS0001FB-3	94
Fig. 71: Distribución de historias de usuario por estado en el tablero Kanban del Sprint 2 del proyecto SILS0001FB-3.	95
Fig. 72 Evolución en la gestión de las historias de usuario - SILS0001FB-4.	96
Fig. 73: Distribución de historias de usuario por estado en el tablero Kanban del Sprint 3 del proyecto SILS0001FB-4	96
Fig. 74: Evolución en la gestión de las historias de usuario - SILS0001FB-5.	97
Fig. 75: Distribución de historias de usuario por estado en el tablero Kanban del Sprint 4 del proyecto SILS0001FB-5.	97
Fig. 76: Implementación de Playwright framework de pruebas de extremo a extremo.	98
Fig. 77: Los resultados de la ejecución de estas pruebas - Login de Usuario – Parte 1.	101
Fig. 78: Los resultados de la ejecución de estas pruebas - Login de Usuario – Parte 2.	101
Fig. 79: Reporte de ejecución de pruebas automatizadas del perfil de usuario.	104
Fig. 80: Despliegue continuo del sistema.	105
Fig. 81: Configuración de Hosting.	106
Fig. 82: Diagrama de Componentes - Sistema de Información para Lavandería.	108
Fig. 83: Propuesta Estándar - Subproceso: Recepción de prendas.	109
Fig. 84: Propuesta Estándar - Subproceso: Clasificación de prendas	110
Fig. 85: Propuesta Estándar - Subproceso: Lavado de prendas.	110
Fig. 86: Propuesta Estándar - Subproceso: Empaquetado de prendas.	111
Fig. 87: Propuesta Estándar - Subproceso: Entrega de prendas.	112

Fig. 88: Propuesta Estándar - Subproceso: Liquidación de prendas	112
Fig. 89: Gráficos Q-Q Plot de Normalidad	114
Fig. 90: Gráficos Q-Q Plot de Normalidad	114
Fig. 91: Gráficos Q-Q Plot de Normalidad	115
Fig. 92: Gráficos Q-Q Plot de Normalidad	115
Fig. 93: Gráficos Q-Q Plot de Normalidad	115
Fig. 94: Gráficos Q-Q Plot de Normalidad	115
Fig. 95: Prueba T Student - Calidad del proceso.	116
Fig. 96: Gráficos Q-Q Plot de Normalidad	Tiempo de Registro Pre-test. 118
Fig. 97: Gráficos Q-Q Plot de Normalidad	Tiempo de Registro Post-test. 118
Fig. 98: Gráficos Q-Q Plot de Normalidad	Tiempo de Clasificación Pre-test. 118
Fig. 99: Gráficos Q-Q Plot de Normalidad	Tiempo de Clasificación Post-test. 118
Fig. 100: Gráficos Q-Q Plot de Normalidad	Tiempo de Lavado Pre-test. 119
Fig. 101: Gráficos Q-Q Plot de Normalidad	Tiempo de Lavado Post-test. 119
Fig. 102: Gráficos Q-Q Plot de Normalidad	Tiempo de Hermanado Pre-test. 119
Fig. 103: Gráficos Q-Q Plot de Normalidad	Tiempo de Hermanado Post-test. 119
Fig. 104: Gráficos Q-Q Plot de Normalidad	Tiempo de Entrega Pre-test. 120
Fig. 105: Gráficos Q-Q Plot de Normalidad	Tiempo de Entrega Post-test. 120
Fig. 106: Gráficos Q-Q Plot de Normalidad	120
Fig. 107: Gráficos Q-Q Plot de Normalidad	Tiempo de Generación de Guías de Remisión Post-test. 120
Fig. 108: Gráficos Q-Q Plot de Normalidad	121
Fig. 109: Gráficos Q-Q Plot de Normalidad	121
Fig. 110: Prueba T Student – Tiempo de ejecución.	122
Fig. 111: Gráficos Q-Q Plot de Normalidad	Tareas Automatizadas Pre-test. 124
Fig. 112: Gráficos Q-Q Plot de Normalidad	Tareas Automatizadas Post-test. 124
Fig. 113: Gráficos Q-Q Plot de Normalidad	124
Fig. 114: Gráficos Q-Q Plot de Normalidad	124
Fig. 115: Gráficos Q-Q Plot de Normalidad	125
Fig. 116: Gráficos Q-Q Plot de Normalidad	125
Fig. 117: Prueba T Student - Niveles de Automatización	126
Fig. 118: Gráficos Q-Q Plot de Normalidad Satisfacción con la Fiabilidad Pre-test	127
Fig. 119: Gráficos Q-Q Plot de Normalidad	127
Fig. 120: Gráficos Q-Q Plot de Normalidad	128
Fig. 121: Gráficos Q-Q Plot de Normalidad	128
Fig. 122: Gráficos Q-Q Plot de Normalidad	128
Fig. 123: Gráficos Q-Q Plot de Normalidad	128
Fig. 124: Resultados generales de la prueba T - Satisfacción del operario	129
Fig. 125: Dimensión: Calidad del Software – Parte 1.	132
Fig. 126: Dimensión: Calidad del Software – Parte 2.	133
Fig. 127: Grado de fiabilidad en las etapas del proceso	134
Fig. 128: Grado de consistencia en las etapas del proceso	135
Fig. 129: Reducción del grado de errores en las etapas del proceso	135
Fig. 130: T tiempo de atención de registro de flete de prendas	136
Fig. 131: Tiempo de atención de clasificación de flete de prendas	137
Fig. 132: Tiempo de atención de lavado de carrito de prendas	137
Fig. 133: Tiempo de atención de hermanado de flete de prendas	138
Fig. 134: Tiempo de atención de entrega de flete de prendas	138

Fig. 135:Tiempo de generación de guías de remisión	139
Fig. 136: Tiempo de liquidaciones y reportes	139
Fig. 137: Dimensión de automatización – Variable dependiente	140
Fig. 138: Nivel de satisfacción con las actividades de los procesos de lavandería	141
Fig. 139: Nivel de satisfacción con la información generada en los procesos	141
Fig. 140: Nivel de satisfacción con los tiempos de ejecución en los procesos	142
Fig. 141: Satisfacción del operario - Resultado general	142
Fig. 142: Ficha de cotejo – VI Calidad del sistema de información.	173
Fig. 143: Ficha de observación – VD Calidad del proceso.	174
Fig. 144: Ficha de observación – VD Automatización.	175
Fig. 145: Ficha de observación – VD Tiempo de operación.	176
Fig. 146: Cuestionario – VD Satisfacción del operario.	177
Fig. 147: Interpretación del Alfa de Cronbach	178
Fig. 148: Análisis de fiabilidad del Cuestionario de Satisfacción del Operario	178
Fig. 149: Capa de servicios – Firebase	186
Fig. 150: Capa de servicios - Functions Firebase.	187
Fig. 151: Capa de datos - Firestore Database – Colección SEDES-COMPANY_CLIENTE	187
Fig. 152: Capa de datos - Firestore Database – Colección AREAS- COMPANY_CLIENTE	188
Fig. 153: Capa de datos - Firestore Database – Colección AREAS- COMPANY_CLIENTE	188
Fig. 154: Capa de datos - Firestore Database – Colección GARMENTS-COMPANY_CLIENTE	189
Fig. 155: Capa de datos - Firestore Database – Colección PROPIETARIO-COMPANY_CLIENTE	189
Fig. 156: Capa de datos - Firestore Database – Colección AREAS- LAVANDERIA	190
Fig. 157: Capa de datos - Firestore Database – Colección CENTRO_COSTOS-LAVANDERIA	190
Fig. 158: Capa de datos - Firestore Database – Colección MAQUINAS- LAVANDERIA	191
Fig. 159: Capa de datos - Firestore Database – Colección SERVICIOS- LAVANDERIA	191
Fig. 160: Capa de datos - Firestore Database – Colección STAFF- LAVANDERIA	192
Fig. 161: Capa de datos – Métricas facturables	192
Fig. 162: Capa de presentación - Angular config	193
Fig. 163: PATRON MVVM – [MODEL] - CompanyClient.dto - Interface	194
Fig. 164: PATRON MVVM – [MODEL] ProcesoPrenda.dto - Interface	195
Fig. 165: PATRON MVVM – [MODEL] Lavanderia.dto - Interface	196
Fig. 166: PATRON MVVM – [WIEW] Clothing.html - Component	197
Fig. 167: PATRON MVVM – [WIEW] Inicio.html - Component	198
Fig. 168: PATRON MVVM – [WIEW-MODEL] Clothing.ts - Component	199
Fig. 169: PATRON MVVM – [WIEW-MODEL] Clothing.ts – Component (Función de carga de prendas)	200

RESUMEN

La gestión de procesos en lavanderías industriales presenta limitaciones debido a la dependencia de métodos tradicionales y herramientas básicas, lo que restringe el monitoreo en tiempo real y genera elevados índices de error. En este contexto, la presente investigación tuvo como objetivo evaluar el impacto de la implementación de un sistema de información web en la gestión del proceso de lavado de prendas en una empresa de Lima, Perú. Se empleó un diseño pre-experimental con mediciones pre y post test, aplicado a una muestra de treinta operarios, utilizando instrumentos validados por expertos para medir la calidad del proceso, los tiempos operativos, el nivel de automatización y la satisfacción de operarios. El sistema fue desarrollado bajo una metodología híbrida Scrumban, con una arquitectura basada en Angular, Firebase y tecnologías de identificación QR/RFID, lo que permitió integrar módulos de control y monitoreo en tiempo real. Los resultados evidenciaron mejoras: la calidad del proceso se incrementó en un 59%, los tiempos de operación se disminuyeron en un 35%, la automatización de subprocesos alcanzó un crecimiento del 774% y la satisfacción del operario se incrementó en un 16,05%. Se concluye que la implementación del sistema de información web tuvo una mejora en todas las dimensiones evaluadas, confirmando la hipótesis planteada respecto al impacto del sistema de información en la gestión de procesos de lavado en la empresa objeto de estudio.

Palabras Claves: sistema de información, gestión de procesos, lavandería industrial, automatización, digitalización, transformación digital, Firebase, Angular.

ABSTRACT

Process management in industrial laundries presents limitations due to the reliance on traditional methods and basic tools, which restricts real-time monitoring and generates high error rates. In this context, this research aimed to evaluate the impact of implementing a web-based information system on the management of the garment washing process in a company in Lima, Peru. A pre-experimental design with pre- and post-test measurements was applied to a sample of thirty operators, using instruments validated by experts to measure process quality, operating times, the level of automation, and operator satisfaction. The system was developed using a hybrid Scrumban methodology, with an architecture based on Angular, Firebase, and QR/RFID identification technologies, which allowed for the integration of real-time control and monitoring modules. The results showed improvements: process quality increased by 59%, operating times decreased by 35%, process automation grew by 774%, and operator satisfaction increased by 16.05%. It is concluded that the implementation of the web-based information system resulted in improvements in all the dimensions evaluated, confirming the hypothesis regarding the impact of the information system on the management of car wash processes in the company under study.

Key Words: information system, process management, industrial laundry, automation, digitalization, digital transformation, Firebase, Angular.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

La gestión de procesos a nivel mundial presenta ineficiencias en muchos sectores, por ejemplo, en logística, el desempeño global fue de 60% para el 2022, mostrando barreras en el despacho aduanero provocadas por la alta demanda, causando errores, demoras y desperdicios [1]. Por otra parte, la gestión de procesos en la industria manufacturera, enfrenta problemas de escasez de recursos y elevados costos operativos que dificultan la producción y distribución [2]. En la gestión del proceso de transporte se sufren retrasos por saturación vial y clima adverso, mientras que en los procesos políticos, la falta de transparencia y errores en el conteo electoral perjudican la confianza ciudadana [3]. En China, la industria alimentaria enfrenta desafíos en la gestión de procesos por la ausencia de estándares uniformes y trazabilidad ineficaz, incrementando el riesgo de errores al no monitorear adecuadamente el origen de insumos y fechas de producción [4] - [5]. Mientras que, la diversidad de materias primas compromete la calidad final al exponer las empresas a contaminaciones cruzadas durante el procesamiento [6]. De manera similar, la industria textil europea afronta problemas de gestión de procesos, que impactan su competitividad y sostenibilidad, ya que el 75% de los residuos terminan en vertederos debido a clasificaciones inadecuadas [7]. La dependencia de subcontratistas y maquinaria obsoleta agrava estas deficiencias operativas [8].

En América Latina, la gestión de enfrenta deficiencias como la baja digitalización institucional, la limitada integración tecnológica, la escasa estandarización de procedimientos y la falta de indicadores de desempeño que permitan medir y optimizar los resultados operativos. En México, la burocracia excesiva y corrupción frenan la digitalización del sector público [9], mientras que la planificación deficiente en Colombia, genera ineficiencias en sectores estratégicos como las telecomunicaciones [10], por otro lado, en Chile la regulación inadecuada en distribución comercial limita la equidad competitiva [11]. Argentina ejemplifica esta problemática; las pymes carecen de metodologías estandarizadas, generando retrabajos que reducen la productividad [12]. Adicionalmente, el 76% de los empleadores enfrenta dificultades para encontrar talento calificado, empeorando más la ejecución, gestión y desempeño en los procesos dentro de las industrias y empresas en Argentina [13], situación agravada por la resistencia al cambio y capacitación insuficiente que impiden la adopción de metodologías modernas [14].

Mientras que, en el Perú, la gestión de procesos empresariales enfrenta obstáculos por la alta informalidad (78%), dificultando la estandarización. La falta de políticas claras y el uso de métodos manuales en pymes incrementan la probabilidad de error [15]. Asimismo, más del 60% de las empresas usan herramientas obsoletas, limitando la eficiencia y trazabilidad [16]. A lo que se suma la falta de intercambio del conocimiento dentro de las empresas, registros manuales y pagos en efectivo elevan los riesgos de pérdidas de información y costos operativos de los procesos [17].

Esta problemática también afecta a la empresa en estudio, dedicada al servicio de lavandería en Lima, y enfrenta deficiencias en la gestión de sus procesos debido a la dependencia de métodos tradicionales y herramientas de ofimática básicas. La escasa digitalización de la misma, limita la capacidad de monitorear en tiempo real el ciclo completo del proceso de lavado, desde la recolección hasta la entrega de las prendas. El registro manual de detalles críticos, como el número de lavados, prendas reparadas, en proceso, no ingresadas y recicladas, genera ineficiencias y altos índices de error debido al volumen de prendas procesadas. Estas dificultades afectan el seguimiento y cálculo preciso de costos, tiempos y recursos. Limitaciones que son causantes de entregas incompletas y pérdidas de prendas por fallas de control, lo que incrementa la incertidumbre y los costos operativos, deteriorando la experiencia del cliente.

A partir de esta problemática, se formuló la pregunta: ¿Cuál es el impacto de la implementación de un sistema de información en la gestión del proceso de lavado de prendas en una empresa de la ciudad de Lima? bajo el supuesto hipotético de: La implementación de un sistema de información impacta positivamente en la gestión del proceso de lavado de prendas en una empresa de la ciudad de Lima.

La relevancia del sistema de información radica en su capacidad para transformar la gestión del proceso de lavado de prendas en la empresa. Desde una perspectiva práctica, su diseño digitaliza actividades críticas a través del uso de tecnología y permite un control más preciso de las etapas del proceso. Desde el enfoque teórico, esta investigación representa un aporte valioso al conocimiento científico, ya que aborda un campo poco explorado: la aplicación de tecnologías QR y RFID en los procesos operativos de lavanderías industriales. Desde una perspectiva social, el sistema mejora la experiencia del cliente al garantizar entregas rápidas y confiables, incrementando la satisfacción y fidelidad del usuario. Los operadores se benefician de procesos

simplificados, con menor carga laboral y mayor desempeño. Además, su impacto positivo puede extenderse al sector industrial, sirviendo como modelo para otras empresas que enfrentan problemas similares en la gestión de procesos. Esta propuesta también puede constituir una base para futuras investigaciones sobre la implementación de sistemas digitales orientados a la mejora y mapeo de procesos operativos.

La presente investigación tiene como alcance principal mejorar la gestión del proceso de lavado en la lavandería industrial, objeto de estudio, con énfasis en las actividades de recolección, clasificación, hermano y entrega de prendas. La implementación del sistema de información busca reducir los tiempos de procesamiento, mejorar la calidad del servicio, incrementar el nivel de automatización y aumentar la satisfacción de los operarios, a través del monitoreo en tiempo real de las etapas del proceso, mediante identificadores QR y RFID. El sistema no incluye pasarela de pagos, pero integra la generación de guías de remisión, reportes y liquidaciones. El estudio se circunscribe a la sede sur de Lima, ubicada en San Juan de Miraflores, garantizando la confidencialidad de los datos sensibles. El diseño del sistema adopta un enfoque ágil basado en Scrum y Kanban. La arquitectura tecnológica utiliza Angular para el frontend, Firebase para el backend y Git para el control de versiones. Firebase y GCP para la arquitectura.

Esta investigación tiene como objetivo general: evaluar el impacto de la implementación de un sistema de información en la gestión del proceso de lavado de prendas en una empresa y como objetivos específicos: determinar el impacto de la implementación de un sistema de información en el tiempo para realizar las tareas, determinar el nivel de satisfacción del operario registrador al usar un sistema de información, determinar el efecto del uso de un sistema de información en la calidad y determinar el efecto del uso de un sistema de información en los niveles de automatización del proceso de lavado de prendas en una empresa de la ciudad de Lima.

Finalmente, el presente documento se estructura en cuatro capítulos. El capítulo I (Introducción) presenta la realidad problemática de la gestión del proceso de lavado de prendas, la formulación de la pregunta de investigación, la justificación, los alcances y los objetivos generales y específicos. El capítulo II (Marco teórico) expone investigaciones previas y fundamentos teóricos que sustentan el estudio. El capítulo III (Materiales y métodos) detalla la metodología, el procedimiento, el tratamiento y el análisis de datos. Finalmente, el capítulo IV aborda las conclusiones y recomendaciones derivadas de los resultados obtenidos.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES TEÓRICOS DE LA INVESTIGACIÓN

A nivel internacional en [18] Dueñas et al., en el 2019 en Colombia, en su artículo abordaron los desafíos de pymes del sector alimentario, que enfrentaban sobreabastecimiento, faltantes, altos costos de almacenamiento y falta de control eficiente por ausencia de sistemas tecnológicos, proponiendo como objetivo diseñar un sistema de gestión de inventarios que mejore el control y la productividad mediante TIC y códigos QR. Aplicaron un software especializado con actualización en tiempo real, el modelo EOQ y técnicas de pronóstico de demanda. Los resultados obtenidos demostraron que el modelo EOQ mejoró los costos de preparación (987,462 COP por proceso) y mantenimiento (6.80 COP por unidad/día), mientras que el uso de códigos QR permitió la actualización instantánea de inventarios mediante dispositivos móviles estándar. Llegaron a la conclusión de que la implementación de un sistema de gestión de inventarios apoyado en TIC y códigos QR representa una solución tecnológica efectiva para las pymes, ya que minimiza costos de mantenimiento, reduce pérdidas por faltantes, elimina actividades repetitivas de conteo manual y permite la toma de decisiones en tiempo real sin requerir gran capacitación para su uso. Esta investigación es relevante para mi tesis, ya que demuestra la efectividad de los sistemas tecnológicos en la mejora de inventarios y procesos logísticos en pequeñas y medianas empresas, proporcionando un marco metodológico sólido para la implementación de soluciones digitales en la gestión de operaciones.

Por otro lado, en el 2024 en Ecuador, Castellanos y Canseco [19] en su tesis abordaron la problemática de una empresa importadora de impresoras, la cual sufría altos costos, limitación operativa y baja satisfacción del cliente por la ausencia de estandarización y supervisión en la gestión de pedidos y logística, proponiendo como objetivo implementar un sistema integral ERP para mejorar el proceso desde la recepción de productos hasta el despacho. La metodología incluyó la automatización de procesos, capacitación del personal y mejora de procedimientos logísticos, obteniendo como resultados un aumento del cumplimiento de despachos del 57.5% al 74.5%, de las entregas a tiempo del 45.5% al 76.5%, y de la planificación logística del 75.5% al 87.5%. Llegaron a la conclusión, de que la automatización de procesos y la implementación del sistema integral ERP en la gestión de pedidos y logística logra mejorar el uso de los recursos

de la empresa, apoyar el crecimiento y la rentabilidad a largo plazo, y realiza una ejecución de las actividades de forma fluida y oportuna. Esta investigación es **relevante** para mi tesis, ya que destaca la importancia de la gestión de actividades de gestión de pedidos y logísticas, para mejorar la eficiencia y reducir costos operativos en el proceso.

Por otra parte, en el 2023 en la India, Rastogi et al. [20] en su investigación abordaron la problemática de la gestión limitada en lavanderías, desarrollando un sistema de gestión integral con pasarela de pago. Su objetivo principal del estudio fue desarrollar un sistema de gestión de lavandería en línea que facilite el seguimiento de los pedidos de los clientes, la gestión de la información del usuario y las transacciones a través de un portal amigable. La metodología utilizada en el desarrollo del sistema se basó en la metodología ágil. El sistema incorpora portales de inicio de sesión para 7 clientes y administradores, permitiendo a los usuarios realizar pedidos y a los administradores gestionar información y el estado de los mismos. El desarrollo empleó tecnologías como PHP, NodeJS, MongoDB, MySQL, Python, HTML, CSS y JavaScript. Los resultados del análisis de 500 respuestas de usuarios sobre el servicio de lavandería revelaron que el 60.4% de los usuarios otorgó una calificación de 5 estrellas al sistema, lo que sugiere un alto nivel de satisfacción con la plataforma. La calificación promedio fue de 4.4, lo que refleja una percepción positiva general del sistema. Concluyen así, que se evidenció una mejora en la gestión de solicitudes, la eliminación de pérdidas de registros y una mayor eficiencia operativa, consolidándose como una solución práctica para el sector. Este antecedente se relaciona estrechamente con esta investigación, examinando las mejoras en procesos operativos y administrativos mediante sistemas digitales ya que resuelve problemas recurrentes en esta industria, como el control de pedidos y la mejora de la experiencia del cliente.

Mientras que, en Dinamarca, en el 2021, Blichfeldt y Faullant [21], en su estudio tuvieron como objetivo investigar la relación entre la adopción de tecnologías digitales, la innovación en productos y servicios, y la ventaja competitiva en la industria de procesos. El problema abordado fue la falta de comprensión sobre cómo la adopción de tecnologías digitales impacta la innovación en sectores tradicionalmente considerados de baja tecnología. Usaron el método de estudio exploratorio basado en datos cuantitativos de la European Manufacturing Survey (EMS) 2015, analizaron 747 casos de empresas en industrias de procesos en Alemania, Austria, Suiza, Dinamarca y los Países Bajos. El estudio revela que solo el 11.7% de las empresas de la

industria de procesos innovan en servicios, con mayor incidencia en farmacéutica (21.6%) y metales básicos (22.4%). Sin embargo, la innovación radical en productos genera mayor rentabilidad, destacando el papel clave de la tecnología digital. En conclusión, la adopción de tecnología digital es fundamental para impulsar la innovación en las empresas para mejorar sus procesos, resaltando la importancia de estas tecnologías en la estrategia empresarial. Este antecedente ayuda a la presente investigación a analizar la adopción de sistemas de información para la innovación de procesos y servicios.

A nivel nacional, en Lima el 2024, Donaires y Mendoza [22], en su tesis se enfocaron en solucionar la ineficiencia de mano de obra, eficacia de la producción y una falta de estándares en las auditorías de calidad de la empresa American Colt. El objetivo principal fue implementar gestión por procesos para mejorar la productividad en la empresa textil, mediante la adopción de BPMN para mejorar el rendimiento de la mano de obra, y aumentar la efectividad en el proceso de producción de textiles. La metodología empleada fue un enfoque cuantitativo, tipo aplicada, nivel explicativo y diseño cuasi experimental. Los análisis se centraron en los tiempos de entrega, el tratamiento de las prendas y la calidad del producto, comparando datos de marzo y abril de 2023 con los de julio y agosto del mismo año. Los resultados mostraron un incremento del 44.72% en la eficiencia de la mano de obra, un aumento del 9.08% en la eficacia de la producción y una disminución del 32.65% en la cantidad de productos defectuosos. Concluyendo que la gestión por procesos mejoró la productividad de la empresa al disminuir los tiempos de entrega e incrementar los productos conformes. Esta investigación se relaciona con mi tesis, ya que explora las mejoras en el proceso de producción textil y mejorar la productividad a través de la capacitación del personal como parte de la gestión de negocios.

En Trujillo en el 2022, Cortegana [23], en su tesis analizó los problemas en la gestión de servicios de lavandería y desarrolló un sistema informático web para mejorar el control de producción y la atención al cliente. El objetivo principal fue mejorar la experiencia del cliente a través del sistema YURAX. Utilizando una metodología aplicada y pre-experimental, junto con el desarrollo ICONIX, y la Prueba Z de Diferencia de Medias para el análisis de datos, los resultados mostraron reducciones en faltas de registro de asistencia (66.67%), tiempo de registro de recepción de ropa (44.09%), tiempo de registro de producción (21.91%) y tiempo de generación de reportes de productividad (65.25%). Concluye que se logró una mejora en el rendimiento operativo y la calidad del servicio al cliente. Esta investigación es relevante para

mi investigación, ya que explora la reducción de tiempos operativos, precisión y reducción de errores en el proceso.

A su vez, en el 2021 Trujillo [24], en su tesis se enfocó en los problemas de duración del proceso de abastecimiento, desde la solicitud del material por parte del cliente hasta su recepción, junto con la confiabilidad en la entrega de los insumos. El objetivo principal fue determinar la influencia de un sistema de información en el proceso de gestión logística, específicamente en el tiempo del ciclo de suministros y la fiabilidad de entrega de materiales. Metodológicamente, se utilizó la metodología RUP y el software Rational Rose Enterprise 7.0 para el modelado, y se implementó el sistema utilizando PHP, MySQL y Apache sobre una plataforma web. La investigación fue de tipo pre-experimental, y la recolección de datos se realizó mediante fichas de observaciones y cronómetros. Los resultados mostraron una reducción del 53% en el tiempo del ciclo de suministros y un aumento al 96.62% en la fiabilidad de las entregas. Se concluyó que el sistema de gestión logística implementado influyó positivamente en los déficits mencionados. Esta investigación ayuda esta mi investigación, ya que explora como un sistema de información mejora la eficiencia y la fiabilidad en la gestión de procesos logísticos.

También en Lima, en el 2021, Mejía [25] en su tesis abordó la problemática de baja productividad (3.79 a 5.28 prendas/H-H) en la empresa Dajall, que ocasionaba reprocesos, uso inadecuado de equipos y retrasos en la atención al cliente. El objetivo principal fue incrementar la productividad mediante la metodología de "Gestión por procesos". La investigación, de diseño experimental, aplicada y explicativa, analizó 100 órdenes de producción diarias para identificar fallos y mejorar el flujo productivo, utilizando el Ciclo de Deming. Los resultados demostraron que la metodología aumentó la productividad a 7.33 prendas/H-H, al identificar problemas, crear un sistema sostenible y reducir reprocesos y tiempos. En la investigación se concluye que al aplicar la metodología mejoró sustancialmente la productividad en la empresa, añadiendo valor agregado al proceso de la empresa. Este antecedente ayuda a la presente investigación a analizar y estructurar procesos operacionales, considerando dimensiones de tiempo y reprocesos.

2.2 BASES TEÓRICAS

2.2.1 SISTEMA DE INFORMACIÓN

Los Sistemas de Información (SI) se definen como conjuntos integrados de componentes interdependientes que capturan, procesan, almacenan y distribuyen información para complementar la toma de decisiones en base a la información, coordinación y control organizacional, como se aprecia en la Figura 1 [26]. Su evolución histórica refleja la transformación tecnológica desde los años 1950 con sistemas centralizados de procesamiento batch, hasta arquitecturas distribuidas, móviles y basadas en la nube, atravesando paradigmas como la era del procesamiento de datos (1950-1970), sistemas de información gerencial (1970-1980), apoyo estratégico (1980-1990), y la era digital actual (desde 1990) [27]-[28].

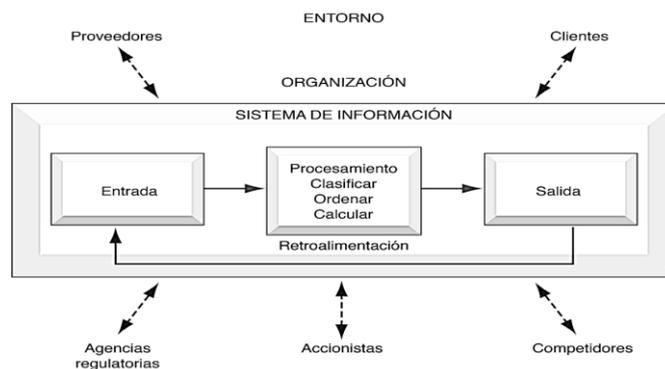


Fig. 1 Sistema de Información.

Los Sistemas de Información comprenden diversas categorías que atienden necesidades organizacionales específicas a diferentes niveles operativos y estratégicos. Los Sistemas de Procesamiento de Transacciones (TPS) constituyen el fundamento operacional, automatizando procesos rutinarios y generando registros detallados de operaciones diarias [29]. Los Sistemas de Información Gerencial (MIS) transforman datos operativos en reportes agregados para la supervisión y control de nivel táctico, proporcionando información consolidada sobre rendimiento departamental [30]. Los Sistemas de Soporte a Decisiones (DSS) facilitan el análisis de alternativas mediante modelado y simulación para decisiones semiestructuradas, incorporando análisis what-if y optimización [31]. Los Sistemas de Soporte Ejecutivo (ESS) sintetizan información crítica para la alta dirección, presentando indicadores estratégicos y tendencias macroeconómicas relevantes para planificación a largo plazo y alineación competitiva [32]. Los Sistemas de Planificación de Recursos Empresariales (ERP) que integran

procesos internos de la empresa, como contabilidad, producción y recursos humanos. Los Sistemas de Gestión del Conocimiento (KMS) que facilitan el almacenamiento y uso del conocimiento dentro de una organización. En este contexto, la clasificación de un sistema de información depende de qué nivel de la organización apoya y para qué propósito se usa, como se ve en la Tabla I.

Tabla I: clasificación de un sistema de información.

TIPO DE SISTEMA	NIVEL ORGANIZACIONAL	ENFOQUE
TPS (Sistema de Procesamiento de Transacciones)	Operativo	Automatizar procesos diarios y registrar operaciones rutinarias
MIS (Sistema de Información Gerencial)	Gerencial medio	Generar informes y dar seguimiento al desempeño departamental
DSS (Sistema de Soporte a Decisiones)	Directivo	Apoyar la toma de decisiones con análisis, simulación y modelado
ESS/EIS (Sistema de Soporte Ejecutivo)	Alta dirección	Proporcionar visión estratégica e indicadores clave
ERP (Sistema de Planificación de Recursos Empresariales)	Todos los niveles	Integrar procesos internos como contabilidad y producción
KMS (Sistema de Gestión del Conocimiento)	Todos los niveles	Almacenar, compartir y reutilizar el conocimiento organizacional

El diseño y construcción de sistemas de información web ha experimentado una evolución metodológica desde sus inicios. Según Pressman y Maxim [33], las primeras aplicaciones web se desarrollaban mediante procesos ad-hoc o adaptaciones rudimentarias del modelo en cascada, enfocándose primordialmente en aspectos técnicos como la funcionalidad y el rendimiento. Deshpande et al. [34] documentan cómo la creciente complejidad de las aplicaciones web durante los años 90 evidenció las limitaciones de estos enfoques, impulsando la adaptación de metodologías más estructuradas como RUP (Rational Unified Process) y OOHD (Object-Oriented Hypermedia Design Method). Paralelamente, Kappel et al. [35] señalan que los métodos tradicionales resultaban excesivamente rígidos para el entorno web caracterizado por requisitos volátiles y ciclos de entrega acelerados. Esta tensión entre la necesidad de estructura y flexibilidad catalizó la adopción de metodologías ágiles como XP y Scrum en el desarrollo web a inicios del 2000, evolucionando posteriormente hacia enfoques híbridos que intentan capitalizar las fortalezas de ambos paradigmas. A continuación, en la

Tabla II se muestra una diferenciación de los principios fundamentales entre metodologías tradicionales y ágiles.

Tabla II: Cuadro comparativo - Metodologías Tradicionales VS Metodologías Ágiles.

Aspecto	Metodologías Tradicionales	Metodologías Ágiles
Definición	Basadas en procesos secuenciales y planificados.	Basadas en iteraciones rápidas, flexibilidad y adaptación.
Estructura de trabajo	Lineal (etapas fijas: análisis, diseño, desarrollo, pruebas, implementación).	Iterativa e incremental (desarrollo por ciclos o sprints).
Documentación	Extensa y detallada desde el inicio.	Documentación ligera, suficiente para guiar el desarrollo.
Cambios en el proyecto	Difíciles de gestionar una vez iniciado el proyecto.	Flexibilidad alta para adaptarse a cambios en cualquier momento.
Participación del cliente	Limitada; principalmente al inicio y final.	Constante; cliente participa activamente durante todo el proceso.
Entrega de producto	Producto entregado al final del proyecto.	Entregas frecuentes de productos funcionales (mínimos viables).
Gestión del riesgo	Riesgo elevado si los requisitos iniciales son incorrectos.	Riesgo controlado mediante entregas frecuentes y retroalimentación continua.
Ejemplos de metodologías	Cascada (Waterfall), Modelo en V, Espiral.	Scrum, Kanban, Extreme Programming (XP), SAFe.
Enfoque en el usuario	Menor enfoque durante el proceso de desarrollo.	Alto enfoque en la satisfacción continua del usuario.
Velocidad de desarrollo	Más lento debido a los procesos rígidos.	Más rápido por la entrega continua y adaptabilidad.

Las metodologías híbridas para el desarrollo de sistemas de información, surgen como respuesta adaptativa a las limitaciones observadas en enfoques puramente tradicionales o ágiles en el desarrollo de sistemas de información. West et al. [36] acuñaron el término "Water-Scrum-Fall" para describir la realidad de muchas organizaciones que combinan elementos de diferentes metodologías según las necesidades específicas de cada fase. Para sistemas web, Escalona y Aragón [37] documentan cómo estas aproximaciones híbridas permiten mantener cierto grado de planificación inicial y documentación arquitectónica de las metodologías tradicionales, mientras incorporan la entrega iterativa e incremental característica de métodos ágiles. Torrecilla-Salinas et al. [38] identifican que las metodologías híbridas resultan particularmente efectivas en proyectos web de envergadura media a grande, donde la complejidad requiere cierta estructura formal pero la naturaleza cambiante del entorno web demanda adaptabilidad. La hibridación metodológica, lejos de representar inconsistencia o indecisión, constituye según Dingsøyr et al. [39] una respuesta racional a la complejidad inherente al desarrollo web

contemporáneo, donde coexisten requisitos de alta variabilidad con necesidades de escalabilidad, seguridad y calidad.

Es así como Scrumban, emerge como metodología híbrida que fusiona elementos de Scrum y Kanban para ofrecer un marco adaptativo particularmente adecuado para el desarrollo web. Introducido formalmente por Ladas [40] en 2009, Scrumban surge como respuesta a las dificultades observadas al implementar Scrum en ciertos contextos organizacionales. Mientras Scrum proporciona estructura mediante roles definidos, eventos y artefactos, Kanban contribuye con principios de visualización del flujo de trabajo, limitación del trabajo en progreso (WIP) y políticas explícitas [41]. Esta combinación resulta particularmente efectiva en sistemas web donde, como señala Reddy [42], las prioridades cambian frecuentemente y la entrega continua constituye una ventaja competitiva. Nikitina et al. [43] documentan que Scrumban retiene de Scrum la planificación iterativa, las reuniones de revisión y retrospectiva, mientras incorpora de Kanban el sistema pull, la gestión del flujo y la mejora evolutiva del proceso, creando un marco que equilibra estructura y flexibilidad necesarias en entornos web, como se ve en la Tabla III, en donde se recogen todos los principios este marco de trabajo ágil.

Tabla III: Principios Scrumban.

Principio	Aplicación para Desarrollador Único
Visualización del flujo de trabajo	Tablero Kanban personal visible en todo momento
Limitación del trabajo en progreso (WIP)	Máximo 2-3 tareas simultáneas
Gestión del flujo	Medición y reducción del tiempo de ciclo
Políticas explícitas	Definición clara de "Hecho" para cada tipo de tarea
Ciclos de retroalimentación	Revisiones personales programadas
Mejora continua	Retrospectivas personales regulares

Scrumban, en entornos de desarrollo unipersonal, requiere una reinterpretación de sus principios fundamentales. Ahmad et al. [44] señalan que, en ausencia de un equipo multidisciplinario, el desarrollador individual debe asumir simultáneamente múltiples roles que normalmente estarían distribuidos. Esta circunstancia no invalida el marco metodológico, sino que demanda una reconfiguración de sus prácticas más. La visualización del flujo de trabajo, principio heredado de Kanban, adquiere mayor relevancia en este contexto. Según Kniberg y Skarin [45], un tablero Scrumban adaptado al desarrollo unipersonal típicamente contiene columnas que representan las distintas etapas del proceso: "Pendiente", "En Análisis", "En

Desarrollo", "En Pruebas" y "Terminado". Esta visualización permite al desarrollador individual mantener una perspectiva clara de todas las tareas y su estado actual, facilitando la autogestión del trabajo, como se ve en la Tabla IV.

Tabla IV: Columnas esenciales de tablero Scrumban.

Columna	Descripción	Límite WIP
Pendiente	Lista priorizada de todas las tareas pendientes	Sin límite
En Análisis	Tareas completamente definidas y listas para ser trabajadas	5-7 ítems
En Desarrollo	Tareas que están siendo desarrolladas actualmente	2-3 ítems
En Pruebas	Tareas completadas pendientes de verificación	3 ítems
Terminado	Tareas completadas y verificadas	Sin límite

La limitación del trabajo en progreso (WIP) como se vio en la Tabla III, elemento central de Kanban que Scrumban incorpora, resulta particularmente crítica en contextos unipersonales. Stelman y Greene [46] argumentan que en ausencia de un equipo que distribuya la carga cognitiva, el desarrollador individual debe ser especialmente disciplinado para evitar la multitarea contraproducente. Establecer límites WIP estrictos (típicamente 1-2 tareas por columna) ayuda a mantener el enfoque y prevenir la dispersión de esfuerzos. Este enfoque contrasta con metodologías más prescriptivas. Como observa Flora et al. [47], mientras Scrum tradicional establece compromisos de Sprint que pueden resultar rígidos para un solo desarrollador, Scrumban permite una planificación más fluida y adaptativa, donde las tareas se extraen del Backlog de forma continua según la capacidad disponible, facilitando la respuesta a cambios prioritarios sin comprometer la productividad.

En entornos unipersonales usando Scrumban, los eventos formales de Scrum se transforman en prácticas más ágiles y menos ceremoniales. Anderson [48] sugiere que la planificación en estos contextos adopta un formato de "planificación bajo demanda", donde el desarrollador reabastece el Backlog cuando este alcanza un umbral mínimo predefinido, en lugar de adherirse a iteraciones temporales fijas. Las revisiones y retrospectivas, aunque realizadas individualmente, mantienen su valor como mecanismos de aprendizaje y mejora continua. Benson [49] recomienda que incluso los desarrolladores solitarios dediquen tiempo periódicamente (típicamente cada 2-4 semanas) para revisar el trabajo completado y reflexionar sobre posibles mejoras al proceso. Esta práctica fomenta la adaptabilidad metodológica que caracteriza a Scrumban.

Las métricas desempeñan un papel crucial en el desarrollo unipersonal basado en Scrumban. Como señala Reddy [42], el tiempo de ciclo (cycle time) y el rendimiento (throughput) proporcionan al desarrollador individual indicadores objetivos sobre su productividad y la previsibilidad del proceso. Estas métricas facilitan estimaciones más precisas para compromisos futuros (ver Tabla V). El diagrama de flujo acumulado (CFD) y el histograma de tiempo de ciclo representan herramientas particularmente valiosas. Según Ladas [40], estos visualizadores permiten al desarrollador individual detectar cuellos de botella, comprender patrones de productividad y justificar decisiones de priorización basadas en datos empíricos, en lugar de percepciones subjetivas.

Tabla V: Métricas de desempeño.

Métrica	Descripción	Uso
Velocidad	Cantidad de trabajo completado por ciclo	Planificación realista
Tiempo de ciclo	Tiempo desde el inicio hasta la finalización de una tarea	Identificación de cuellos de botella
Throughput	Número de tareas completadas por unidad de tiempo	Medición de productividad
Calidad	Defectos encontrados post-implementación	Mejora de procesos
Tiempo de bloqueo	Tiempo perdido por impedimentos	Identificación de problemas recurrentes

En contextos unipersonales, la gestión de requisitos bajo Scrumban adopta un enfoque evolutivo, y el desarrollador individual puede beneficiarse de la clasificación de requisitos según clases de servicio (por ejemplo, características estándar, correcciones urgentes, ítems de infraestructura), asignando políticas explícitas de tratamiento a cada clase, como se ve en la Tabla VI [46].

Tabla VI: Comparativa: Scrum vs. Scrumban en Contexto Unipersonal.

Aspecto	Scrum Tradicional	Scrumban Unipersonal
Planificación	Por Sprints fijos	Continua y evolutiva
Cambios en prioridades	Generalmente entre Sprints	En cualquier momento
Clasificación de trabajo	Por importancia general	Por clases de servicio
Métricas	Velocidad por Sprint	Tiempo de ciclo por clase
Ceremonias	Todas las de Scrum	Simplificadas y adaptadas

La priorización continua reemplaza a la planificación de Sprint de Scrum. Como documenta Torrecilla-Salinas et al. [38], este enfoque permite al desarrollador individual responder

ágilmente a cambios en las prioridades sin experimentar la fricción asociada a la replanificación de Sprints completos, manteniendo simultáneamente una orientación clara hacia los objetivos estratégicos del proyecto. En la Figura 2 [50] podemos observar los elementos principales de la herramienta Scrumban.

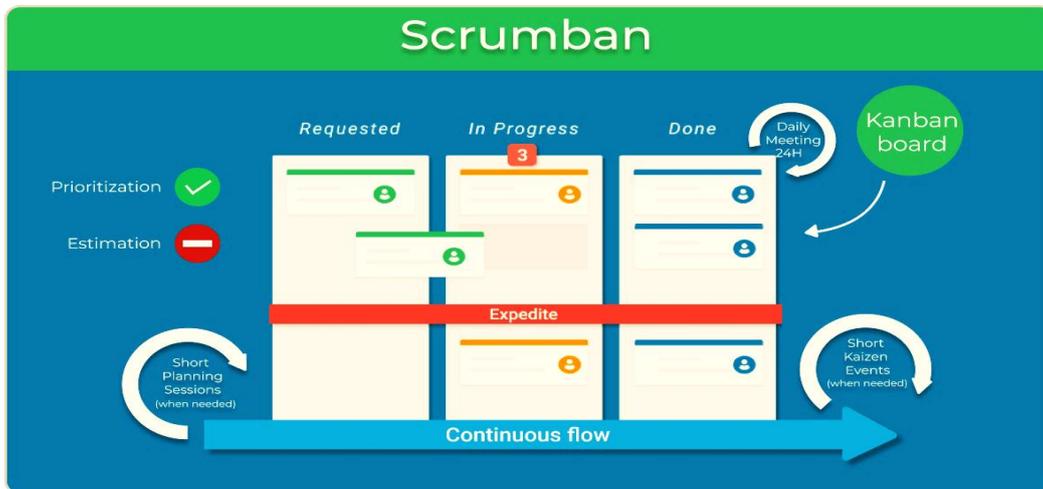


Fig. 2: Elementos principales de la metodología Scrumban.

La naturaleza evolutiva de Scrumban se alinea particularmente bien con prácticas de integración y entrega continua en entornos unipersonales. Según Fitzgerald y Stol [51], el desarrollador individual puede implementar ciclos de retroalimentación más cortos mediante la automatización de pruebas y despliegues, compensando parcialmente la ausencia de revisiones de código por pares y otras prácticas colaborativas. Esta integración entre Scrumban y DevOps resulta especialmente ventajosa en sistemas de información que requieren actualizaciones frecuentes. Como indica Humble y Farley [52], las prácticas de entrega continua proporcionan al desarrollador individual un mecanismo para reducir el riesgo asociado con despliegues monolíticos, facilitando la entrega incremental de valor al cliente.

El desarrollo de sistemas de información empresariales complejos con Angular se beneficia significativamente del patrón de diseño MVVM, una variante del patrón Presentación (Presentation Model) [53]. En este marco arquitectónico, la Vista (View) se representa mediante las plantillas HTML (templates) que implementan mecanismos de data binding y directivas estructurales y atributivas, permitiendo una interfaz declarativa y reactiva. El Modelo (Model) abarca las estructuras de datos, las entidades del dominio y la lógica del negocio que sustentan el procesamiento de la información. Por su parte, el ViewModel (VM) se concreta en los

servicios y clases de componentes de Angular, funcionando como un mediador reactivo que sincroniza el estado y las interacciones entre la Vista y el Modelo. Esta capa intermedia expone datos y comandos en una forma desacoplada y coherente, favoreciendo la prueba unitaria, el mantenimiento evolutivo y la escalabilidad del sistema. En consecuencia, la adopción del patrón MVVM en aplicaciones PWA empresariales contribuye a garantizar la Separación de Responsabilidades (SoC) y la sostenibilidad arquitectónica en entornos de desarrollo ágil y de gran envergadura [54].

El desarrollo de software, según el Project Management Institute [55], en su guía PMBOK, se concibe como un proceso adaptativo y orientado a la generación de valor, estructurado en fases que permiten gestionar la complejidad de los proyectos tecnológicos de manera eficiente. La iniciación implica la definición clara del alcance, objetivos estratégicos y la identificación de los interesados clave, asegurando la alineación con las necesidades del negocio. La planificación comprende el diseño de cronogramas, la asignación de recursos, el establecimiento de métricas de calidad y la definición de estrategias de gestión de riesgos. La ejecución se centra en el desarrollo incremental del producto, fomentando la colaboración activa entre los equipos, mientras que el monitoreo y control supervisan el avance del proyecto, garantizando la conformidad con los parámetros definidos y posibilitando la toma de decisiones oportunas. Finalmente, el cierre sistematiza las lecciones aprendidas, fortaleciendo el conocimiento organizacional, y concluyendo todas las actividades del proyecto, con la entrega de los productos. Esta estructura presenta afinidad con metodologías híbridas como Scrumban, al permitir la interacción entre sus fases.

Como parte del desarrollo de software, el proceso metodológico de diseño de bases de datos constituye un marco fundamental en la ingeniería de sistemas, especialmente en sectores de alta complejidad como el hospitalario y hotelero. Este enfoque sistemático incluye: análisis del dominio de negocio, identificando actores, flujos críticos y necesidades de trazabilidad; identificación de entidades principales y de soporte mediante modelado conceptual; mapeo detallado de los procesos operativos; definición de relaciones y referencias con integridad gestionada a nivel de aplicación; aplicación estratégica de normalización y desnormalización para optimizar rendimiento e integridad; y validación mediante casos de uso complejos para asegurar un diseño robusto, flexible y alineado con los requerimientos específicos del negocio [56], [57], [57].

La calidad de los sistemas de información se sustenta en un ecosistema metodológico integral, que abarca divisiones específicas para el modelo, medición, requisitos y evaluación de calidad, a lo largo de todo el ciclo de vida del desarrollo. En este contexto, la norma internacional ISO/IEC 25000 (conocida como SQuaRE: Software Product Quality Requirements and Evaluation) proporciona un marco exhaustivo para la definición, evaluación y aseguramiento de la calidad del software. Dentro de este conjunto normativo, destaca la ISO/IEC 25010, la cual define el modelo de calidad de producto de software y sistemas (ver Figura 3, adaptada de [58]).

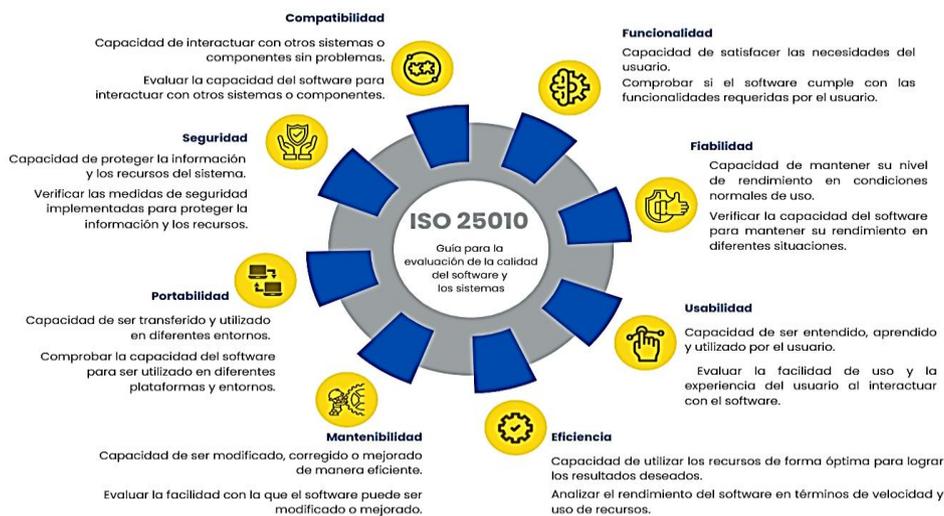


Fig. 3: Estándar ISO/IEC 25010.

Esta norma específica establece las características fundamentales para la evaluación de los sistemas de información como productos, entendiendo la calidad como el grado en que un software satisface las necesidades explícitas e implícitas de los usuarios y del negocio. El modelo clasifica la calidad en nueve características principales: adecuación funcional, eficiencia de desempeño, compatibilidad, capacidad de interacción, fiabilidad, seguridad, mantenibilidad, flexibilidad y protección, lo que permite realizar evaluaciones estructuradas y comparativas, asegurando que el sistema de información no solo cumpla con los requisitos funcionales, sino que también maximice su valor estratégico, reduzca los riesgos operativos y promueva su adaptabilidad futura en un entorno de negocios en constante transformación [58].

La adecuación funcional evalúa la capacidad del software para proporcionar funcionalidades que satisfacen los requerimientos de usuarios en condiciones específicas. Constituye la base de la utilidad percibida y requiere análisis sistemático de la implementación de funcionalidades.

Un sistema funcionalmente adecuado debe implementar todas las capacidades requeridas con exactitud y relevancia contextual, impactando en la satisfacción y adopción del sistema, especialmente en entornos empresariales [33], [59]. La eficiencia de desempeño evalúa la ejecución de funciones con utilización óptima de recursos computacionales, reflejando la calidad de arquitectura e implementación técnica. Es particularmente relevante en sistemas web, donde los usuarios perciben retrasos superiores a 300ms como interrupciones en su flujo de pensamiento [59], [60], [61].

La compatibilidad evalúa la capacidad del sistema para funcionar en diversos entornos y para intercambiar información con otros sistemas. En la era de sistemas distribuidos y computación en nube, trasciende la conveniencia para convertirse en requisito fundamental para la viabilidad operativa, permitiendo la interoperabilidad entre las diversas tecnologías [62], [63], [64]. La capacidad de interacción evalúa la efectividad, eficiencia y satisfacción con que los usuarios alcanzan sus objetivos mediante la interfaz. Trasciende aspectos estéticos para abarcar el diseño cognitivo de la interacción, donde el valor reside en la invisibilidad de los procesos cognitivos necesarios para su operación [65]-[66].

La fiabilidad evalúa la capacidad del sistema para mantener su funcionamiento bajo condiciones establecidas durante un período definido, incluyendo su comportamiento ante situaciones adversas. Debe conceptualizarse como atributo multidimensional que abarca prevención de fallos, capacidad de recuperación y continuidad operativa [67]-[68]. La seguridad evalúa la capacidad para proteger información garantizando que solo entidades autorizadas tengan acceso apropiado, y la resistencia ante ataques maliciosos. Debe conceptualizarse como proceso continuo que requiere evaluación y adaptación constantes frente a amenazas en evolución [69], [70], [71].

La mantenibilidad evalúa la capacidad del sistema para ser modificado efectivamente en respuesta a necesidades correctivas, adaptativas o perfectivas, determinando el costo total de propiedad a largo plazo. No es atributo estático sino función de la arquitectura y principios de diseño aplicados [72], [73], [74]. La flexibilidad evalúa la capacidad para ajustarse a diferentes entornos, escalarse ante variaciones en carga de trabajo y evolucionar frente a cambios en requisitos. La verdadera flexibilidad arquitectónica minimiza el costo de cambios imprevistos en contextos inciertos [75], [76].

La protección evalúa el grado en que el sistema mitiga riesgos potenciales para la vida humana, la salud, la propiedad y el medio ambiente durante su operación. Este enfoque incluye la incorporación de restricciones operativas preventivas, la identificación proactiva de riesgos, mecanismos de protección ante fallos críticos, sistemas de advertencia de peligros y una integración segura con otros sistemas, aspectos fundamentales en aplicaciones donde la seguridad física es prioritaria. [77], [78], [79].

2.2.2 GESTIÓN DE PROCESOS

La gestión se concibe como un conjunto sistemático de actividades planificadas, orientadas a organizar, dirigir y controlar recursos con el fin de alcanzar objetivos estratégicos predeterminados de manera eficiente y eficaz. Este concepto supera la noción tradicional de administración, incorporando dimensiones estratégicas como la previsión, coordinación y evaluación continua, que permiten mejorar el desempeño organizacional en entornos dinámicos [80]. Desde una perspectiva contemporánea, la gestión integra conocimientos multidisciplinarios provenientes de la administración, la psicología organizacional, la ingeniería de sistemas y la economía, configurando un marco teórico-práctico en constante evolución [81]-[82]. De este modo, el paradigma actual de gestión requiere equilibrar capacidades técnicas y competencias transversales, combinando enfoques cuantitativos y cualitativos para facilitar la transformación organizacional en escenarios de alta complejidad [83], [84], [85].

Un proceso se define como una secuencia estructurada y medible de actividades interrelacionadas, que transforma insumos (inputs) en resultados de mayor valor (outputs) bajo un conjunto de condiciones y controles definidos [86]. Desde un enfoque sistémico, el proceso constituye la unidad operativa fundamental que atraviesa las fronteras funcionales y jerárquicas de una organización, aportando transversalidad, mensurabilidad y capacidad de modelado [87]. Todo proceso presenta atributos esenciales: límites claramente definidos, propietarios responsables, clientes internos o externos, flujos de información documentados, métricas de desempeño y mecanismos de retroalimentación [86]. Su naturaleza sociotécnica implica la interacción de elementos humanos, tecnológicos y procedimentales, lo que determina su capacidad de generar valor sostenible en sistemas complejos [88].

La gestión de procesos se entiende como un enfoque metodológico integrado que abarca la identificación, diseño, documentación, implementación, medición, monitoreo, control y mejora continua de los procesos organizacionales, con el objetivo de incrementar su efectividad, eficiencia y capacidad de adaptación [89]. Este enfoque propone una visión horizontal de la organización, priorizando los flujos de valor por encima de estructuras jerárquicas rígidas. Autores como Hammer y Champy señalan que la gestión de procesos moderna fusiona principios de calidad total con metodologías ágiles y capacidades de transformación digital, permitiendo simultáneamente la estandarización y la innovación [89]. Por otra parte Kaplan & Norton coinciden en que el desempeño de los procesos debe evaluarse considerando múltiples dimensiones que integren eficacia, eficiencia, calidad, automatización, uso de recursos, y satisfacción de los actores involucrados [90]. Así, ha evolucionado desde modelos mecanicistas centrados en el control estadístico hacia enfoques integrativos, que reconocen la complejidad de los procesos empresariales y promueven el aprendizaje organizacional y la adaptabilidad estratégica [91].

De acuerdo con la ISO 9001:2015 [92], los indicadores deben evaluar el cumplimiento de los requisitos definidos, la consistencia en la producción del servicio y la satisfacción del cliente interno y externo, mientras que la ISO 22400 [93], propone métricas enfocadas en el tiempo de ciclo, disponibilidad de recursos y eficiencia global del proceso. Por su parte, el modelo BPMM [88], del Object Management Group y el enfoque del Balanced Scorecard [92] plantean que la medición de procesos debe abarcar dimensiones técnicas y humanas, incluyendo indicadores relacionados con la formación, compromiso y satisfacción del personal.

Para el contexto específico de una lavandería industrial, la gestión de procesos puede evaluarse en función de cuatro dimensiones clave: Calidad del proceso que mide el grado de fiabilidad, consistencia y reducción de errores en las distintas etapas del servicio (recojo, clasificación, lavado, hermanado, entrega) [95], [96], [97]. Tiempo de operación que analiza los tiempos de ciclo en cada subprocesso, identificando cuellos de botella y oportunidades de mejora [98], [99]. Automatización que evalúa el aprovechamiento de recursos humanos, tecnológicos y materiales, incluyendo el nivel de actividades manuales, semi automáticas y automáticas [100], [101]. Satisfacción del operario que recoge la percepción del personal respecto a la claridad de los procesos, la carga de trabajo, considerando la información de la que dispone y el apoyo tecnológico recibido, y el tiempo en que requiere cada actividad [99], [103], [104], [102].

2.2.3 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

- **Impacto:** Efecto cuantificable que una variable independiente intervención genera sobre variables dependientes específicas, medible mediante comparación estadística antes y después [80].
- **Implementación:** Proceso sistemático de puesta en operación de un sistema, metodología o tecnología en un entorno organizacional específico [22].
- **Sistema de información:** un sistema de información es un conjunto integrado de componentes para la recolección, procesamiento, almacenamiento y distribución de información que soporta la toma de decisiones y el control en una organización. Comprende hardware, software, datos, procedimientos y personal interrelacionados funcionalmente para lograr objetivos organizacionales específicos [27], [28].
- **Metodologías tradicionales:** enfoques basados en procesos secuenciales y planificados, con estructura lineal y documentación extensa desde el inicio del proyecto [34].
- **Metodologías ágiles:** enfoques basados en iteraciones rápidas, flexibilidad y adaptación, con estructura iterativa e incremental y documentación ligera [35].
- **Scrumban:** metodología híbrida que fusiona elementos de Scrum y Kanban para ofrecer un marco adaptativo, combinando estructura con visualización del flujo de trabajo [40].
- **Trabajo en progreso (wip):** límite establecido en la cantidad de tareas que pueden estar siendo ejecutadas simultáneamente en cada etapa del proceso de desarrollo [41].
- **Tiempo de ciclo (cycle time):** tiempo transcurrido desde el inicio hasta la finalización de una tarea, utilizado como métrica de desempeño para identificar cuellos de botella [42].
- **Throughput:** número de tareas completadas por unidad de tiempo, utilizado como medición de productividad en el desarrollo [43].
- **Calidad del software:** la calidad del software comprende la totalidad de características y atributos de un producto software que determinan su capacidad para satisfacer requisitos explícitos e implícitos. Según ISO/IEC 25010, incluye ocho características principales:

adecuación funcional, eficiencia de desempeño, compatibilidad, usabilidad, fiabilidad, seguridad, mantenibilidad y portabilidad [58].

- **Adecuación funcional:** la adecuación funcional representa el grado en que el conjunto de funciones cubre todas las tareas y objetivos especificados por el usuario. Comprende tanto la completitud funcional como la corrección y pertinencia de las funciones implementadas, evaluadas mediante matrices de trazabilidad y validación cruzada con requisitos [58].
- **Eficiencia de desempeño:** evaluación de la ejecución de funciones con utilización óptima de recursos computacionales, reflejando la calidad de arquitectura e implementación técnica [59].
- **Compatibilidad:** capacidad del sistema para funcionar en diversos entornos y para intercambiar información con otros sistemas [62].
- **Capacidad de interacción (usabilidad):** efectividad, eficiencia y satisfacción con que los usuarios alcanzan sus objetivos mediante la interfaz del sistema [65].
- **Fiabilidad:** capacidad del sistema para mantener su funcionamiento bajo condiciones establecidas durante un período definido, incluyendo su comportamiento ante situaciones adversas [67].
- **Seguridad:** capacidad para proteger información garantizando que solo entidades autorizadas tengan acceso apropiado, y resistencia ante ataques maliciosos [70].
- **Mantenibilidad:** capacidad del sistema para ser modificado efectivamente en respuesta a necesidades correctivas, adaptativas o perfectivas [74].
- **Flexibilidad:** capacidad para ajustarse a diferentes entornos, escalarse ante variaciones en carga de trabajo y evolucionar frente a cambios en requisitos [76].
- **Protección:** grado en que el sistema mitiga riesgos potenciales para la vida humana, la salud, la propiedad y el medio ambiente durante su operación [77].
- **Gestión:** la gestión constituye el proceso sistemático de planificación, organización, dirección y control de recursos organizacionales para el logro eficiente de objetivos predeterminados. En el contexto de sistemas de información, implica el mejor uso de

recursos tecnológicos, la gobernanza de datos y la alineación estratégica de TI con las metas corporativas [83].

- **Proceso:** un proceso se define como una secuencia estructurada de actividades diseñada para producir un resultado específico para un cliente o mercado particular. Representa un conjunto ordenado de tareas que transforman entradas en salidas de valor, caracterizado por límites definidos, flujos de trabajo, recursos asignados y métricas de desempeño [86].
- **Gestión de procesos:** enfoque metodológico integrado que abarca la identificación, diseño, documentación, implementación, medición, monitoreo, control y mejora continua de los procesos organizacionales [89].
- **Indicadores de proceso:** métricas que evalúan el cumplimiento de requisitos definidos, la consistencia en la producción del servicio y la satisfacción del cliente interno y externo [90].
- **Calidad del proceso:** grado de fiabilidad, consistencia y reducción de errores en las distintas etapas del servicio (recojo, clasificación, lavado, hermanado, entrega) [92], [97].
- **Tiempo de operación:** análisis de los tiempos de ciclo en cada subprocesso, identificando cuellos de botella y oportunidades de mejora en ellos [98], [99].
- **Automatización:** evaluación del aprovechamiento de recursos humanos, tecnológicos y materiales, incluyendo el nivel de actividades manuales, semi automáticas y automáticas [100], [101].
- **Satisfacción del operario:** percepción del personal respecto a la claridad de los procesos, la carga de trabajo y el apoyo tecnológico recibido [102].
- **Patrón de diseño MVVM:** El patrón de diseño MVVM separa la lógica de negocio (Modelo), la interfaz (Vista) y su enlace intermedio (ViewModel), facilitando mantenibilidad, pruebas y escalabilidad [53].

CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación se desarrolló en una empresa del sector de lavado industrial de prendas, ubicada en la ciudad de Lima, en una de sus sedes principales localizadas al sur de la ciudad (Sede Sur – San Juan de Miraflores), durante el año 2025. La organización brindaba servicios especializados de lavado a distintas industrias, tales como minería, hospitales, concesionarias mecánicas, entre otras, mediante contratos obtenidos mayoritariamente por procesos de licitación. Por razones de confidencialidad y en concordancia con las políticas establecidas para el acceso a la información, se mantuvo en reserva la identidad de la empresa. Dicha organización contaba con más de 30 años de trayectoria en el rubro, habiendo sido fundada en 1992. A lo largo de su historia, logró consolidarse como un referente de calidad dentro del exigente sector del lavado industrial, gracias a una cartera amplia de clientes y a la experiencia de su personal técnico.

Asimismo, la empresa disponía de la certificación ISO 9001:2015 en Gestión de la Calidad, lo que evidenciaba su compromiso con la satisfacción del cliente. Sus objetivos de calidad incluían el cumplimiento puntual de los plazos de entrega y la aplicación de un enfoque de mejora continua en sus procesos. En cuanto a sus lineamientos institucionales, se estableció como misión: “Ser una empresa líder en el mercado de lavandería industrial y especializada, a la vanguardia con la tecnología, brindando servicios de calidad que satisfagan las necesidades de nuestros clientes y el cuidado del medio ambiente.” Y como visión: “Brindar al mercado servicios de lavandería con estándares de calidad y procesos automatizados, priorizando la atención a nuestros clientes con oportunidad, dedicación y trato personalizado, para que sus requerimientos sean satisfechos, acorde con la conservación del medio ambiente.”

La estructura organizacional de la empresa de lavandería industrial se encuentra jerárquicamente distribuida, permitiendo una clara delimitación de funciones y responsabilidades. En la cima se ubica la Gerencia General, apoyada por el Comité de Calidad y Procesos. Bajo su supervisión se encuentran tres grandes subgerencias: Operaciones, Administrativa y Financiera, y Comercial. La Subgerencia de Operaciones se divide en dos áreas clave: Recolección y Entrega, y Planta, incluyendo roles como coordinadores de rutas, supervisores de lavado y personal operativo. La Subgerencia Administrativa y Financiera gestiona los recursos humanos y las finanzas. Finalmente, la Subgerencia Comercial se orienta

a la atención al cliente, ventas y marketing, liderando además las relaciones corporativas. Esta estructura se visualiza a continuación, en la Figura 4.

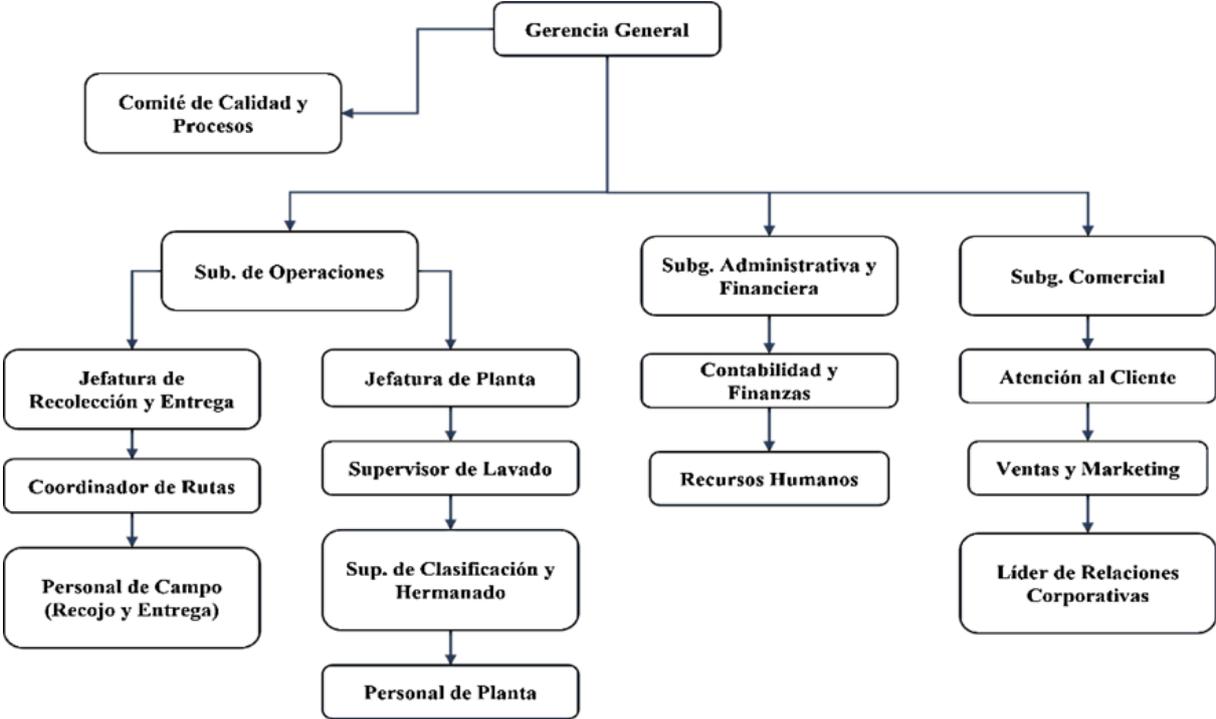


Fig. 4: Organigrama de la empresa.

Para el desarrollo del presente estudio, se emplearon los datos proporcionados por la empresa con el compromiso de preservar la confidencialidad de toda información sensible, tales como códigos de usuario, contraseñas, nombres completos, documentos de identidad u otras identificaciones personales, los cuales no fueron autorizados para su uso. En su lugar, se utilizaron datos operativos no sensibles, que permitieron realizar los análisis requeridos, establecer diagnósticos, procesar información relevante y obtener los resultados necesarios para la validación del sistema propuesto en esta tesis.

2.1 PROCEDIMIENTO

El presente trabajo es una investigación del tipo aplicada [105], desarrollada en una empresa de lavado industrial ubicada en Lima, Perú. La investigación se fundamentó en la teoría de sistemas de información, la cual sirvió de base para el diseño y desarrollo del sistema web, clasificado como un TPS (Transaction Processing System) o Sistema de Procesamiento de Transacciones, de nivel operativo, orientado a automatizar procesos diarios y registrar

operaciones rutinarias vinculadas al recojo, control, lavado, hermanado y entrega de prendas. Además, el sistema incorpora funcionalidades de tipo MIS (Management Information System), al generar reportes e indicadores que permiten realizar seguimiento al desempeño de los servicios.

La investigación se enmarcó en el nivel explicativo [106], ya que se determinaron las causas y consecuencias de las ineficiencias existentes en la gestión del proceso de lavado de prendas, explicando cómo estas afectaban la calidad del proceso e impactaban directamente en los tiempos de operación, reduciendo la satisfacción de los operarios y generando desperdicio de recursos. El diseño de la investigación fue pre-experimental [107], con pre y post test de un solo grupo, como se muestra en la Tabla VII. Este diseño permitió identificar el nivel usual de gestión del proceso de lavado de prendas antes y después de la implementación del sistema de información, evaluando así el impacto positivo del sistema, ver la Tabla VIII.

Tabla VII: Diagrama Aplicado a la investigación.

Grupos	Formación	Pretest	Condiciones	Postest
G-TI	Natural	O1	X1	O2

Tabla VIII: Diagrama: Aplicación del Diseño pre-experimental a la investigación.

NOMENCLATURA	DESCRIPCIÓN	IDENTIFICACIÓN
GE	Grupo Experimental	Operarios de la empresa de lavado en Lima - Perú
O1	Datos pre test	Gestión del proceso de lavado antes de
X	Experimento	Sistema de información
O2	Datos post test	Gestión del proceso de lavado después de

El método de investigación utilizado, es hipotético-deductivo [108]. Este método se basa en la observación específica de la gestión del proceso de lavado de prendas en la empresa, permitiendo realizar una generalización aplicable a casos similares. La población de estudio [109] estuvo conformada por todos los operarios de la sede de Lima Sur de la lavandería, implicados en el proceso de estudio, que son un total de sesenta. La muestra fue poblacional, es decir, los sesenta operarios de dicha sede. Los operarios participan directamente en el proceso de lavado.

Para una correcta alineación entre el problema, los objetivos y la hipótesis se organizaron en la matriz de consistencia ([Anexo 1](#)). A su vez, las variables y sus indicadores fueron definidas en la operacionalización de variables ([Anexo 2](#)). Para la recolección de datos en esta investigación

se emplearon dos técnicas principales: la observación y la encuesta [109]. Dichas técnicas facilitaron la obtención de información antes y después de la implementación del sistema de información, con el objetivo de medir su impacto en la gestión del proceso de lavado de prendas.

Para la variable independiente “sistema de información”, se aplicó un instrumento dirigido a expertos en software: una ficha de cotejo ponderada ([Anexo 3](#)) [105], que evaluó las dimensiones de calidad según la norma ISO/IEC 25010 (adecuación funcional, compatibilidad, capacidad de interacción, fiabilidad, seguridad, mantenibilidad, flexibilidad, eficiencia de desempeño y protección) mediante escala ordinal de 5 niveles [110] - [111].

Para la variable dependiente “gestión del proceso de lavado de prendas”, se emplearon instrumentos específicos por dimensión. En calidad del proceso se utilizaron: ficha de observación ([Anexo 4](#)), que registró el grado de fiabilidad, el grado de consistencia y la cantidad de errores en las etapas del proceso [112]. Para la automatización se aplicó la ficha de observación de procesos ([Anexo 5](#)) que analizó la cantidad de tareas automatizadas, semi automatizadas y manuales en los seis subprocesos operativos [113]. La dimensión tiempo de operación se evaluó mediante una ficha de observación ([Anexo 6](#)) [105], que midió siete indicadores temporales: registro, clasificación, lavado, hermanado, entrega, generación de guías y liquidaciones [114]. Finalmente, la satisfacción del operario se midió con un cuestionario ([Anexo 7](#)) usando escala Likert que evaluó tres indicadores: satisfacción con actividades del proceso, información generada y tiempos de ejecución en los procesos [112].

Los instrumentos fueron validados por juicio de expertos mediante ficha de validación que determinó pertinencia, claridad, coherencia y relevancia de los ítems ([Anexo 8](#)), mientras que la confiabilidad del instrumento cuestionario de la satisfacción del operario, se estimó mediante el coeficiente Alfa de Cronbach utilizando Jamovi ([Anexo 9](#)), obteniendo valores próximos a 1 que evidenciaron elevada consistencia interna [115], [116].

Para la validación de las hipótesis se empleó la prueba t de Student para muestras relacionadas, apropiada para el diseño pre-experimental pretest-posttest implementado. Esta prueba permitió determinar si las diferencias observadas entre las mediciones pre y post implementación del sistema fueron estadísticamente en las variables continuas analizadas: tiempo de ejecución, satisfacción del operario, calidad del proceso y automatización. Los resultados proporcionaron la evidencia empírica necesaria para aceptar o rechazar cada hipótesis, validando las

conclusiones sobre el impacto del sistema de información en la gestión del proceso de lavado de prendas.

Para el desarrollo del sistema de información, se adoptó un marco metodológico híbrido basado en Scrumban, ajustado a un entorno de trabajo unipersonal, combinando la naturaleza iterativa e incremental de Scrum con la flexibilidad del flujo continuo de Kanban. Asimismo, se implementó una arquitectura basada en el patrón MVVM (Model-View-View-Model), que permitió separar claramente la lógica de negocio, la gestión de datos y la interfaz de usuario, facilitando la escalabilidad, mantenibilidad y trazabilidad del sistema.

El proceso de desarrollo se estructuró en cinco fases metodológicas, integrando las áreas de conocimiento establecidas por la guía PMBOK [55] con los principios ágiles de desarrollo de software, la implementación siguió la siguiente secuencia: (1) Fase de inicio, que incluyó la definición de los procesos, la elaboración de los diagramas de actividades y la identificación de los stakeholders; (2) Fase de planificación, en la que se configuraron las herramientas del proyecto y se definió el Product Backlog, además del diseño del flujo de trabajo y las reglas y límites WIP; (3) Fase de ejecución, que abarcó el diseño de la arquitectura y estructura del sistema, la modelación de la base de datos y la ejecución de los sprints; (4) Fase de seguimiento y control, durante la cual se monitoreó el progreso mediante el tablero Kanban y se realizaron sesiones de retroalimentación; y (5) Fase de cierre, enfocada en la ejecución de pruebas del sistema, y su despliegue en producción, como podemos apreciar en la Figura 5.



Fig. 5: Fases y pasos de la metodología Scrumban para la investigación

2.1.1 FASE DE INICIO

Esta fase inicial comprendió tres componentes fundamentales: La definición de procesos que incluyó la identificación, análisis y documentación de los procesos de negocio existentes y los

requerimientos del nuevo sistema que se documentaron en las historias de usuario. El diagrama de actividades proporcionó una representación visual del flujo de trabajo y las interacciones entre los diferentes componentes del sistema. Finalmente, la identificación de stakeholders aseguró el mapeo completo de todas las partes interesadas, sus roles, responsabilidades y niveles de influencia en el proyecto.

2.1.1.1 PROCESO DE RECOJO

El proceso de recepción de prendas se realizaba de manera completamente manual, el operario de transporte registraba el recojo utilizando fichas de papel o formatos impresos, donde anotaba manualmente la cantidad de prendas entregadas por cada cliente, este conteo manual era propenso a errores humanos, especialmente cuando se manejaban volúmenes altos de prendas o en condiciones de celeridad. La verificación con el cliente se realizaba de forma verbal, sin ningún respaldo digital, lo que frecuentemente generaba discrepancias posteriores. Las guías de remisión eran documentos físicos que debían ser completadas a mano, siendo susceptibles a pérdidas, daños por manipulación o ilegibilidad en la escritura, y a falta de un registro digital ocasionaba problemas recurrentes en el seguimiento de los lotes, dificultades para localizar prendas específicas y disputas con clientes sobre las cantidades recibidas inicialmente (ver Fig. 6).

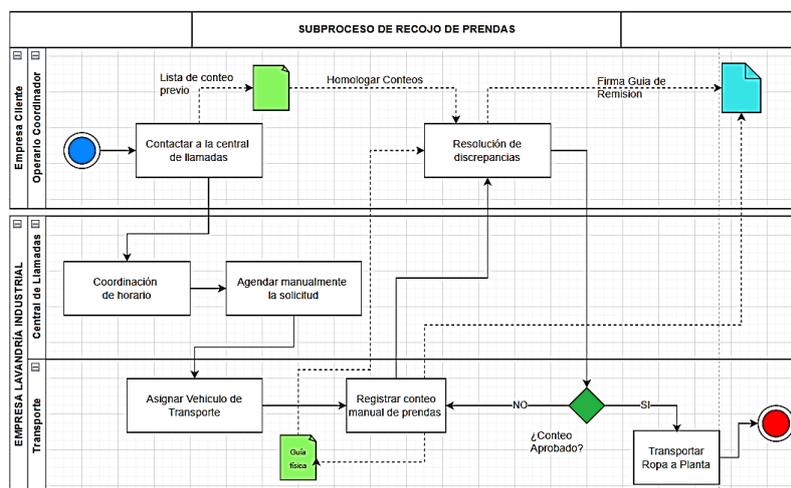


Fig. 6: Diseño del proceso antes del SI - Subproceso: Recepción de prendas

2.1.1.2 PROCESO DE CLASIFICACIÓN

La clasificación de prendas se ejecutaba íntegramente mediante procesos manuales que dependían exclusivamente del criterio y experiencia del personal de planta. Los operarios

utilizaban fichas de registro físicas donde anotaban la información básica de cada lote, incluyendo el cliente, la fecha de ingreso y observaciones generales. La clasificación por tipo de tejido, color y nivel de suciedad se realizaba de forma visual y empírica, sin criterios estandarizados documentados, lo que generaba inconsistencias entre diferentes operarios. La información se registraba en hojas de Excel básicas o cuadernos de control, donde era común encontrar errores de transcripción, datos faltantes o registros duplicados. El control de trazabilidad dependía únicamente de etiquetas de papel adheridas a las cestas, las cuales se perdían frecuentemente o se volvían ilegibles durante el proceso. Esta metodología manual ocasionaba errores en la agrupación de prendas por cliente, mezcla accidental de lotes diferentes y pérdida de trazabilidad que complicaba la identificación posterior de las prendas (ver Fig. 7).

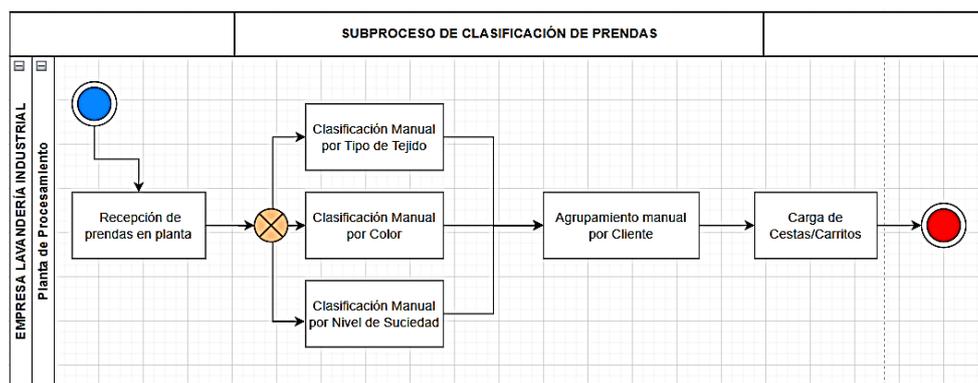


Fig. 7: Diseño del proceso antes del SI - Subproceso: Clasificación de prendas

2.1.1.3 PROCESO DE LAVADO

El proceso de lavado operaba bajo un esquema manual de registro y control, generando múltiples ineficiencias operativas. Los operarios utilizaban formatos impresos o cuadernos para registrar el ingreso de cestas y carritos clasificados, donde anotaban manualmente la información de cada lote. La selección y carga de lotes en las lavadoras industriales se basaba en estimaciones visuales del personal, sin criterios técnicos estandarizados para mejorar la capacidad de las máquinas. Las anotaciones en las guías de remisión físicas se realizaban con lapicero, siendo susceptibles a borrones, tachaduras o pérdida de legibilidad. El seguimiento de los tiempos de lavado dependía del control manual de los operarios, quienes utilizaban relojes de pared o cronómetros, lo que ocasionaba frecuentes olvidos o errores en los tiempos de procesamiento. La descarga manual de las prendas no tenía un registro sistematizado, generando pérdidas de trazabilidad y dificultades para identificar qué lotes habían completado exitosamente el proceso de lavado (ver Fig. 8).

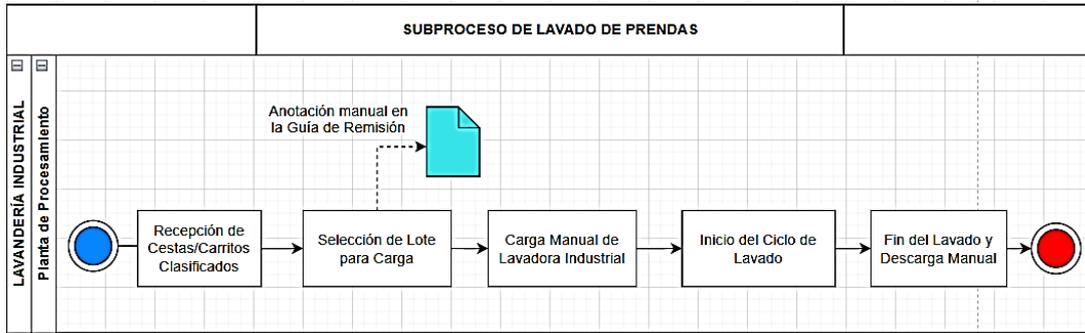


Fig. 8: Diseño del proceso antes del SI - Subproceso: Lavado de prendas.

2.1.1.4 PROCESO DE EMPAQUETADO

El subproceso de empaquetado se desarrollaba mediante metodologías manuales. La recepción de prendas lavadas se registraba en fichas de papel donde los operarios anotaban manualmente las cantidades y el estado de las prendas, información que frecuentemente presentaba inconsistencias o datos faltantes. La agrupación de prendas (hermanado) se realizaba basándose en la memoria y experiencia del personal, sin herramientas digitales de apoyo, lo que ocasionaba mezclas accidentales entre lotes de diferentes clientes y el caso más común que no se sabría de qué persona es específicamente una prenda. La verificación manual del contenido dependía exclusivamente de la revisión visual de los operarios, utilizando listas impresas o manuscritas que eran propensas a errores de lectura o interpretación. El rotulado de paquetes se efectuaba con etiquetas escritas a mano o impresas, generando problemas de legibilidad, pérdida de etiquetas durante el transporte y dificultades para identificar correctamente los destinatarios. La preparación para despacho se controlaba mediante registros en cuadernos o hojas de Excel básicas, sin integración con otros sistemas, lo que complicaba la coordinación con el área de transporte (ver Fig. 9).

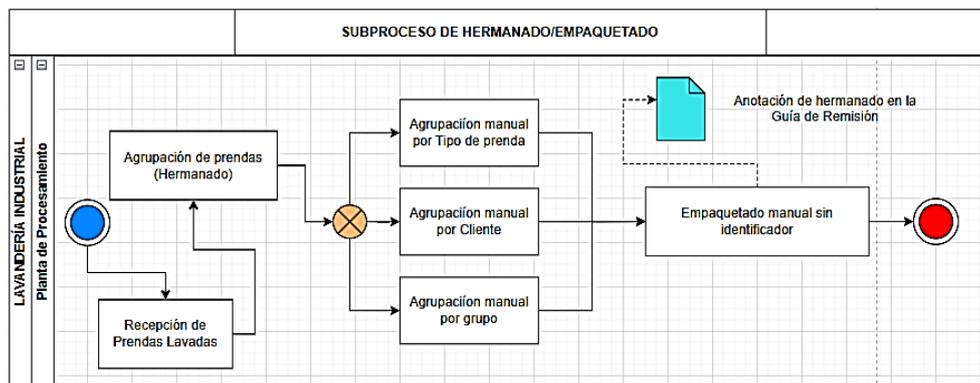


Fig. 9: Diseño del proceso antes del SI - Subproceso: Empaquetado de prendas.

2.1.1.5 PROCESO DE ENTREGA

El proceso de entrega funcionaba bajo un esquema manual que generaba múltiples puntos de fricción y errores operativos. La asignación de lotes para reparto se realizaba mediante hojas de cálculo o registros en cuadernos, donde el coordinador anotaba manualmente las rutas y distribución de paquetes por vehículo. La carga del furgón se controlaba utilizando listas impresas que frecuentemente presentaban información desactualizada o incompleta, ocasionando olvidos de paquetes o envíos a destinos incorrectos. La verificación de entrega por parte del cliente se documentaba mediante firmas en formularios físicos, sin respaldo digital, lo que dificultaba la resolución posterior de disputas o reclamos. Cuando se presentaban incidencias durante la entrega, como prendas faltantes o dañadas, el registro se realizaba en formatos de papel separados que debían ser trasladados manualmente a la oficina, generando retrasos en la comunicación y resolución de problemas, y que por lo general la lavandería terminaba pagando. La ausencia de un sistema integrado de seguimiento ocasionaba pérdida de documentos, dificultades para rastrear entregas pendientes y problemas recurrentes en la confirmación del estado de los pedidos con los clientes (ver Fig. 10).

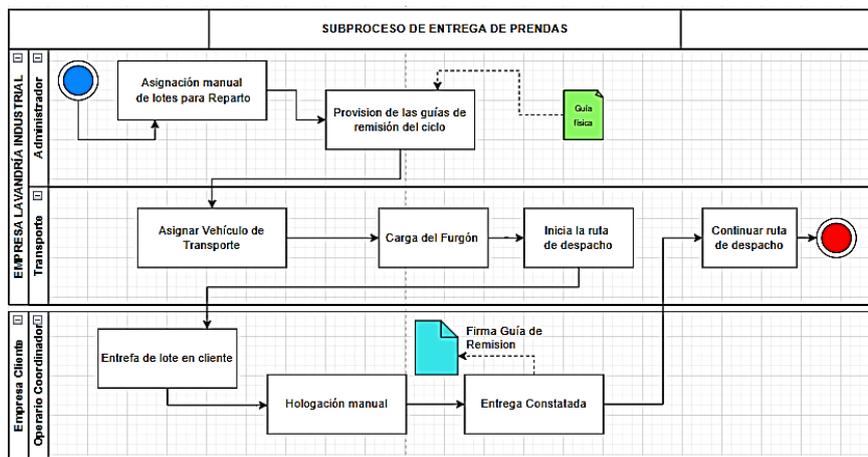


Fig. 10: Diseño del proceso antes del SI - Subproceso: Entrega de prendas.

2.1.1.6 PROCESO DE LIQUIDACIÓN

El proceso de liquidación se ejecutaba mediante procedimientos manuales que generaban errores frecuentes y demoras en la conciliación financiera. El área administrativa consolidaba la información operativa utilizando múltiples hojas de Excel independientes, donde se transcribían manualmente los datos de las fichas de registro de cada proceso, proceso que era altamente propenso a errores de digitación y omisiones de información. La elaboración de

reportes se realizaba copiando y pegando datos entre diferentes archivos, sin validaciones automáticas, lo que frecuentemente resultaba en inconsistencias numéricas y diferencias en los totales. La generación de liquidaciones dependía de cálculos manuales realizados en Excel, donde los errores de fórmulas o referencias incorrectas ocasionaban discrepancias financieras con los clientes. La verificación por parte del cliente se complicaba debido a la falta de trazabilidad digital, requiriendo revisiones exhaustivas de documentos físicos para validar cada partida. El levantamiento de observaciones implicaba procesos de corrección manual en múltiples documentos, generando versiones desactualizadas y confusión sobre cuál era la información correcta. La integración final con el sistema contable se realizaba mediante transcripción manual de datos, proceso que introducía errores adicionales y demoras en el cierre financiero mensual (ver Fig. 11).

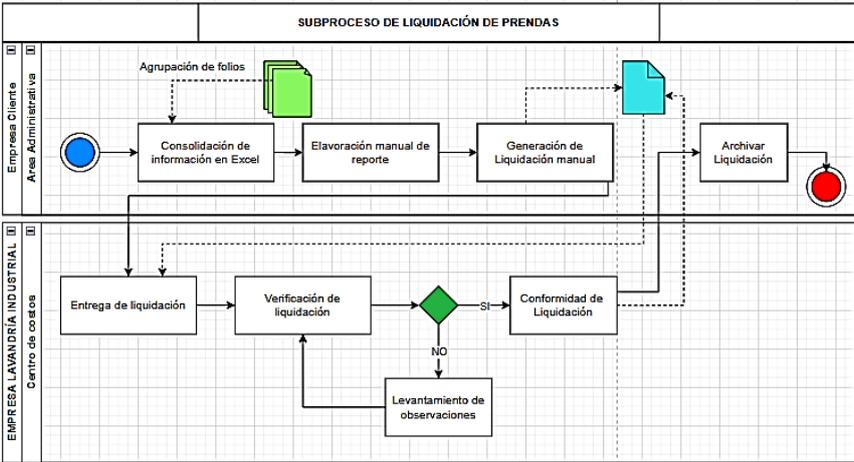


Fig. 11: Diseño del proceso antes del SI - Subproceso: Liquidación de prendas

2.1.1.7 STAKEHOLDERS IDENTIFICADOS

En el análisis realizado, se identificó que once stakeholders presentaban un nivel de influencia alto, desempeñando roles críticos que impactaron directamente en la operación y en los resultados del sistema. Asimismo, seis stakeholders se clasificaron con un nivel de influencia medio, correspondiendo a funciones de soporte que, si bien contribuyeron de manera, tuvieron un impacto menos directo en el desempeño global del sistema. En cuanto a la clasificación por módulos, el módulo de Procesos estuvo conformado por cinco stakeholders, de los cuales cuatro fueron de influencia alta y uno de influencia media. Por su parte, el módulo de Componentes Internos también integró a cinco stakeholders, con tres de influencia alta y dos de influencia media. En el módulo de Clientes se identificaron tres stakeholders, distribuidos entre dos de

influencia alta y uno de influencia media. Finalmente, el módulo de Analítica incluyó a cuatro stakeholders, de los cuales tres fueron catalogados con influencia alta y uno con influencia media (ver Tabla IX).

Tabla IX: Stakeholders por Proceso del Servicio de Lavandería.

Nº	Componente	Stakeholder	Rol/Responsabilidad	Interés/Expectativa	Nivel de Influencia
MÓDULO PROCESOS					
1	Recojo	Operario de transporte	Registra recojo de prendas verificadas por propietarios, anota observaciones	Sistema eficiente para registro de ingresos y trazabilidad	Alto
2	Clasificación	Operario de planta	Clasifica prendas según tipo, tejido y nivel de suciedad	Herramientas para garantizar tratamiento adecuado	Alto
3	Lavado	Operario de lavado	Registra ingreso de prendas al área de lavado	Sistema que asegure trazabilidad y control de procesos	Alto
4	Empaquetado	Operario de planta	Hermana prendas por cliente, sede y área	Facilitar empaquetado y entrega correcta	Medio
5	Entrega	Repartidor	Registra entrega y obtiene conformidad digital del cliente	Sistema ágil para confirmar entregas y satisfacción	Alto
MÓDULO COMPONENTES INTERNOS					
6	Gestión de usuarios	Administrador del sistema	Gestiona panel de usuarios, roles y permisos	Control total de accesos y seguridad del sistema	Alto
7	Gestión de personal	Administrador	Registra y gestiona datos de operarios, áreas y turnos	Organización eficiente del personal interno	Medio
8	Inventario de maquinarias	Jefe de planta	Registra y actualiza inventario, estado operativo y mantenimiento	Evitar retrasos y asegurar operatividad de equipos	Alto
9	Control logístico	Administrador logístico	Controla vehículos, disponibilidad, rutas y asignaciones	Mejorar el uso de recursos logísticos y entregas	Alto
10	Gestión de insumos	Responsable de insumos	Registra ingreso, consumo y stock de productos	Suministro constante y control de inventarios	Medio

MÓDULO CLIENTES					
11	Gestión comercial	Administrador comercial	Registra y gestiona datos generales de clientes	Padrón actualizado y relaciones comerciales sólidas	Alto
12	Atención al cliente	Responsable de atención	Registra personal autorizado de clientes para gestiones	Comunicación efectiva y servicio personalizado	Medio
13	Gestión de prendas	Operador del sistema	Registra y asocia prendas de cada cliente	Trazabilidad y tratamiento adecuado por cliente	Alto
MÓDULO ANALÍTICA					
14	Monitoreo operativo	Administrador del sistema	Visualiza dashboard con indicadores clave en tiempo real	Información oportuna para toma de decisiones	Alto
15	Reportes gerenciales	Supervisor general	Genera reportes filtrados para decisiones estratégicas	Evidencia confiable para presentar a gerencia	Alto
16	Gestión financiera	Área administrativa	Accede a liquidaciones para facturación y conciliación	Procesos financieros ágiles y precisos	Alto
17	Auditoría de datos	Analista del sistema	Consulta bases de datos para validaciones y auditorías	Acceso seguro y controlado para verificaciones	Medio

2.1.2 FASE DE PLANIFICACIÓN

La fase de planificación se centró en establecer los fundamentos operativos y estratégicos del proyecto. En primer lugar, se configuraron las herramientas tecnológicas, seleccionando el stack apropiado y definiendo el entorno de desarrollo, que incluyó plataformas de programación, sistemas de control de versiones y herramientas de gestión colaborativa. De manera simultánea, se definió y priorizó el Product Backlog, desglosando los requerimientos funcionales y no funcionales en historias de usuario que permitieron estructurar la planificación iterativa. Asimismo, se diseñó el flujo de trabajo del equipo de desarrollo, incorporando reglas claras y estableciendo los límites WIP para mejorar la productividad, mejorar la trazabilidad de las tareas y asegurar un avance controlado hacia los objetivos del sistema.

2.1.2.1 CONFIGURACIÓN DE HERRAMIENTAS DEL PROYECTO

Durante el desarrollo del sistema de información para la gestión de procesos en la lavandería industrial se estableció una configuración técnica integral orientada a maximizar la eficiencia, el control del avance y la calidad del producto final, por lo que para la gestión del proyecto se

eligió Jira Software como herramienta principal bajo el enfoque metodológico Scrumban, combinando la estructura de Scrum con la fluidez de Kanban, lo cual resultó ideal considerando que el equipo estuvo conformado por un solo desarrollador y requería un flujo de trabajo continuo con puntos de control periódicos.

en cuanto a la arquitectura técnica para el backend se emplearon Firebase Cloud Functions con Node.js junto con Cloud Firestore como base de datos principal y Realtime Database para la sincronización en tiempo real, además se integraron Firebase Authentication, Firebase Storage y Firebase Cloud Messaging para la gestión de usuarios, archivos multimedia y notificaciones push respectivamente, mientras que las pruebas automatizadas se realizaron con Playwright, a nivel de recursos físicos se utilizaron laptops y computadoras de escritorio para la codificación y validación funcional, complementadas con tablets para verificar la responsividad y la experiencia de usuario en distintos dispositivos, como se aprecia en la Figura 12.

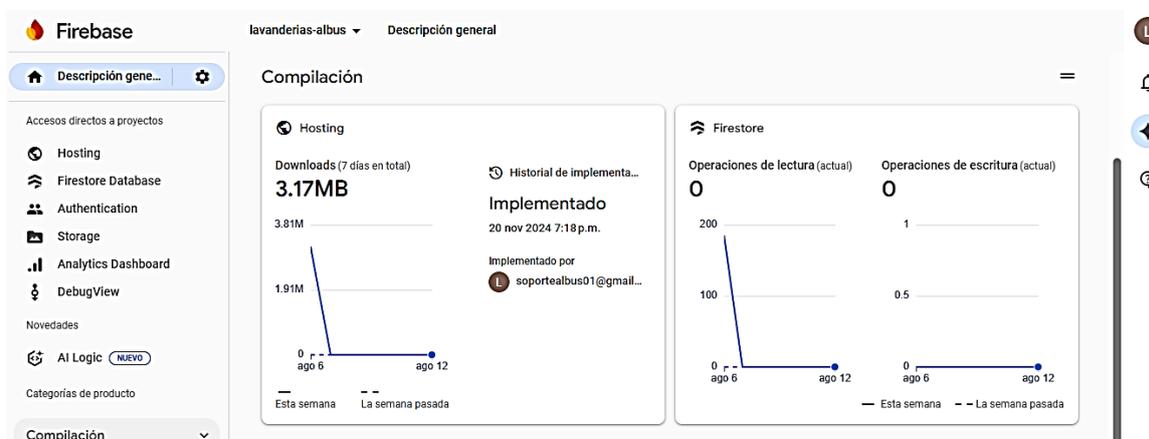


Fig. 12: Configuración inicial de Firebase y servicios.

En lo referente a las propiedades del software el sistema fue implementado como una Progressive Web Application (PWA) garantizando su accesibilidad continua desde navegadores modernos y su disponibilidad las 24 horas del día, para su despliegue se utilizó Firebase Hosting aprovechando la distribución global mediante Content Delivery Network (CDN) con el fin de asegurar baja latencia y alta disponibilidad, el frontend se desarrolló en Angular v19 utilizando TypeScript como lenguaje principal y gestionando su estructura con Angular CLI para mejorar el flujo de trabajo de desarrollo, en cuanto al diseño visual se integró Bootstrap 5 junto con Bootstrap Icons logrando una interfaz adaptable y consistente, además se configuraron archivos clave como firebase.json para el enrutamiento de la aplicación, manifest.webmanifest para la definición de parámetros PWA y ngsw.json para el control de

estrategias de caché mediante Angular Service Worker, garantizando así soporte offline y una experiencia de usuario similar a una aplicación nativa, todo este proceso de desarrollo se llevó a cabo en el entorno Visual Studio Code aprovechando sus capacidades de integración y depuración, como se aprecia en el código siguiente.

Package.json	manifest.webmanifest.json
<pre>"private": true, "dependencies": { "@angular/core": "^19.2.11", "@angular/service-worker": "^19.2.11", "@popperjs/core": "^2.11.8", "bootstrap": "^5.3.6", "bootstrap-icons": "^1.13.1", "bootswatch": "^5.3.6", "chart.js": "^4.4.9", "crypto-js": "^4.2.0", "file-saver": "^2.0.5", "firebase": "^11.7.3", "html2canvas": "^1.4.1", "jquery": "^3.7.1", "jspdf": "^3.0.1", "moment": "^2.30.1", "pdfmake": "^0.2.20", "rxjs": "~7.8.2", "sweetalert2": "^11.21.0", },</pre>	<pre>{ "name": "scan-laundry", "short_name": "scan-laundry", "theme_color": "#1976d2", "background_color": "#fafafa", "display": "standalone", "scope": "./", "start_url": "./", "icons": [{ "src": "assets/icons/icon-72x72.png", "sizes": "72x72", "type": "image/png", "purpose": "maskable any" }, . . .]}</pre>
Firebase.json	ngsw.json
<pre>{ "hosting": { "public": "public/browser", "ignore": ["firebase.json", "**/*.*", "**/node_modules/**"], "rewrites": [{ "source": "**", "destination": "/index.html" }]}}</pre>	<pre>{ "configVersion": 1, "timestamp": 1752249018101, "index": "/index.html", "assetGroups": [{ "name": "app", "installMode": "prefetch", "updateMode": "prefetch", "cacheQueryOptions": { "ignoreVary": true }, "urls": ["/chunk-44VNME54.js", "/chunk-66YHNWRR.js", "/favicon.ico", "/index.html", "/main-KIKDCB2B.js", "/manifest.webmanifest", "/polyfills-FFHMD2TL.js", "/scripts-IGA7JNQP.js", "/styles-6XZWDNUJ.css"], "patterns": [] }, { "name": "assets", "installMode": "lazy", "updateMode": "prefetch", "cacheQueryOptions": { "ignoreVary": true } }, ...</pre>
firebase.config.ts	
<pre>import { EnvironmentProviders, importProvidersFrom } from '@angular/core'; import { AngularFireModule } from '@angular/fire/compat'; import { AngularFireAuthModule } from '@angular/fire/compat/auth'; import { AngularFirestoreModule } from '@angular/fire/compat/firestore'; import { environment } from '../environments/environment'; export const firebaseProviders: EnvironmentProviders = importProvidersFrom(AngularFireModule.initializeApp (environment.firebaseConfig), AngularFireAuthModule, AngularFireFirestoreModule);</pre>	

2.1.2.2 DISEÑAR EL FLUJO DE TRABAJO

Durante el desarrollo del sistema empresarial web se implementó un flujo de trabajo basado en la metodología híbrida Scrumban adaptada a un entorno unipersonal, en el cual las actividades se gestionaron mediante un tablero dividido en cinco etapas, comenzando con Backlog, donde se registraron las tareas pendientes y planificadas, continuando con To Do, que agrupaba las actividades listas para iniciar, siguiendo con In Progress, destinada a las tareas en desarrollo, y posteriormente In Review, enfocada en la revisión y las pruebas de calidad, finalizando con Done, donde se ubicaron las actividades completadas y listas para su entrega, de esta manera el flujo de trabajo permitió mantener una gestión ordenada y transparente, asegurando la continuidad y la eficiencia del proceso de desarrollo (ver Fig.13).



Fig. 13: Tablero Kanban personalizado

2.1.2.3 DEFINIR REGLAS Y LÍMITES WIP

En el desarrollo del flujo de trabajo del proyecto se definieron reglas específicas y límites de trabajo en curso (Work In Progress, WIP) con el propósito de mejorar la gestión de tareas y prevenir la sobrecarga en etapas críticas, por lo que se estableció que las columnas In Progress e In Review mantuvieran un límite máximo de una tarea activa por columna, de modo que no se permitiera la incorporación de nuevas actividades hasta que las existentes avanzaran a la siguiente fase del proceso, de esta manera la configuración de límites WIP, ilustrada en la Figura 13, permitió reducir los cuellos de botella, mejorar la fluidez del trabajo y mantener un equilibrio entre la capacidad del equipo y la demanda del proyecto, asegurando así un avance sostenido y de alta calidad en el desarrollo del sistema empresarial web.

2.1.2.4 DEFINICIÓN DEL PRODUCT BACKLOG

La elaboración del Product Backlog se estructuró bajo la metodología híbrida Scrum priorizando las funcionalidades según su impacto en los objetivos estratégicos del negocio y considerando su dependencia técnica, lo que permitió traducir este Backlog en un diseño de sprints iterativos con una duración de dos semanas cada uno, asegurando la entrega de funcionalidades tangibles que facilitaron la validación continua del avance del sistema en base a los requerimientos operativos ([ver Anexo 11](#)), de esta manera la planificación adoptó un enfoque progresivo y modular comenzando por etapas fundacionales orientadas a la definición del flujo de negocio, lo que proporcionó una base sólida para el desarrollo posterior, en este contexto se definieron épicas representativas que dieron forma al Product Backlog y respondieron a los requerimientos principales del sistema de información para la gestión de procesos de la lavandería industrial, organizándose en función de los módulos del sistema y distribuyéndose en diferentes sprints, así en el Módulo Procesos correspondiente al Sprint 01 se incluyeron historias de usuario orientadas al registro del recojo de prendas, su clasificación, el ingreso a la planta de lavado, el hermanado por cliente y sede, así como la entrega final con conformidad digital del cliente (ver Tabla X).

Tabla X: Product Backlog - Épica: Módulo Procesos – Sprint 01.

ID de la historia	Enunciado de la historia de usuario	Módulo	Estado	Prioridad	Esfuerzo
HU-S1-01	Como operario de transporte, deseo registrar el recojo de prendas verificadas por los propietarios, para mantener un registro fiel del ingreso de las mismas, y anotando observaciones si corresponde.	Módulo Procesos	Propuesto	Alta	Alto
HU-S1-02	Como operario de planta, deseo registrar la clasificación de prendas según tipo, tejido y nivel de suciedad, para garantizar un tratamiento adecuado durante el lavado.				
HU-S1-03	Como operario, deseo registrar el ingreso de prendas al área de lavado , para asegurar un correcto tratamiento de la ropa y permitir la trazabilidad del proceso en caso de reclamos o errores.				
HU-S1-04	Como operario de planta, deseo hermanar las prendas por cliente, sede y área, para facilitar su empaquetado y entrega correcta.				
HU-S1-05	Como repartidor, deseo registrar la entrega de las prendas a cada cliente y obtener su conformidad digital, para garantizar que se completó correctamente el servicio.				

En el Módulo de Componentes Internos (Sprint 02), se abordaron funcionalidades relacionadas con la gestión de usuarios y roles, el registro del personal interno, la administración de inventarios de maquinaria y vehículos, así como el control de insumos utilizados en el proceso productivo (ver Tabla XI).

Tabla XI. Product Backlog - Épica: Componentes Internos – Sprint 02.

ID de la historia	Enunciado de la historia de usuario	Módulo	Estado	Prioridad	Esfuerzo
HU-S2-01	Como administrador del sistema, deseo gestionar un panel de usuarios con opción de creación, edición y asignación de roles, para mantener el control de accesos y permisos.	Core - Componentes Internos	Propuesto	Alta	Alto
HU-S2-02	Como administrador, deseo contar con un panel de personal interno de la lavandería, para registrar y gestionar datos de operarios, áreas asignadas y turnos.				
HU-S2-03	Como jefe de planta, deseo registrar y actualizar el inventario de maquinarias con sus características, estado operativo y fecha de mantenimiento, para el adecuado uso y evitar retrasos el proceso.			Media	Medio
HU-S2-04	Como administrador logístico, deseo llevar el control de los vehículos (furgones) utilizados en la recolección y entrega de prendas, incluyendo disponibilidad, rutas y asignaciones, para asegurar el adecuado uso y evitar retrasos el proceso.				
HU-S2-05	Como responsable de insumos , deseo registrar el ingreso, consumo y stock del inventario de productos como detergentes, suavizantes o bolsas, para garantizar un suministro constante.				

Por su parte, el Módulo Clientes (Sprint 03) se centró en la administración de información detallada sobre los clientes corporativos, el personal autorizado por estos para la gestión de servicios, y la asociación de las prendas con sus características particulares para garantizar su trazabilidad (ver Tabla XII).

Tabla XII: Product Backlog - Épica: Módulo Clientes – Sprint 03.

ID de la historia	Enunciado de la historia de usuario	Módulo	Estado	Prioridad	Esfuerzo
HU-S3-01	Como administrador comercial, deseo registrar y gestionar los datos generales de cada cliente (razón social, RUC, sede, contacto), para mantener actualizado el padrón de clientes.	Módulo Clientes	Propuesto	Alta	Medio

ID de la historia	Enunciado de la historia de usuario	Módulo	Estado	Prioridad	Esfuerzo
HU-S3-02	Como responsable de atención al cliente, deseo registrar al personal autorizado por cada cliente para gestionar entregas, recepción y reclamos, con el fin de mantener una comunicación efectiva.				
HU-S3-03	Como operador del sistema, deseo registrar y asociar las prendas de cada cliente (tipo, color, características especiales), para facilitar su trazabilidad y tratamiento adecuado.				

Finalmente, el Módulo Analítica (Sprint 04) integró funcionalidades clave para la visualización de indicadores operativos en tiempo real mediante tableros de control, la generación de reportes filtrados por múltiples criterios y el acceso seguro a las liquidaciones procesadas para su uso administrativo y financiero (ver Tabla XIII).

Tabla XIII: Product Backlog - Épica: Módulo Analítica – Sprint 04.

ID de la historia	Enunciado de la historia de usuario	Módulo	Estado	Prioridad	Esfuerzo
HU-S4-01	Como administrador del sistema, deseo visualizar un dashboard con indicadores clave (volumen procesado, entregas, errores, tiempos promedio), para monitorear el rendimiento operativo en tiempo real.	Módulo Analítica	Propuesto	Alta	Alto
HU-S4-02	Como supervisor general, deseo generar reportes filtrados por cliente, sede y fecha, para tomar decisiones basadas en evidencia y presentar resultados a la gerencia.				Medio
HU-S4-03	Como área administrativa, deseo acceder a las liquidaciones procesadas por periodo, cliente y monto, para facilitar la facturación y conciliación financiera.				
HU-S4-04	Como administrador del sistema, deseo subir los datos desde una interfaz segura y controlada, para realizar la carga de información.				

En el cronograma del proyecto (ver Figura 14), se puede observar la organización de las épicas que guiaron la construcción del sistema, abarcando un total de 5 sprints, el primero fundacional y los 4 siguientes funcionales, los cuales fueron agrupados según áreas de negocio, lógica interna y elementos de soporte visual. Cada módulo fue diseñado con su propio conjunto de componentes desacoplados, favoreciendo una arquitectura reutilizable y escalable. Asimismo,

el cronograma refleja la planificación secuencial y superpuesta de los módulos, permitiendo un flujo de trabajo continuo y la reducción de tiempos de inactividad entre etapas.

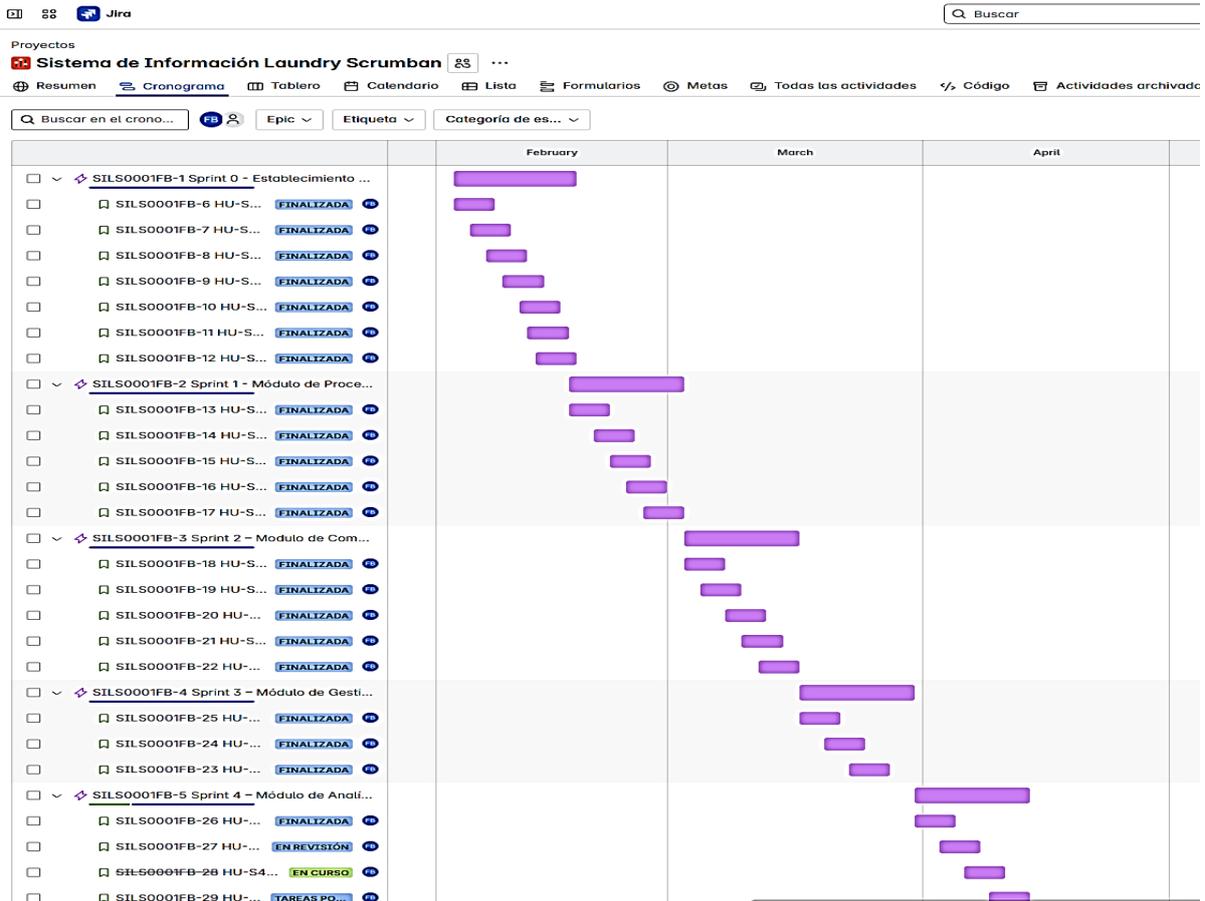


Fig. 14: Diagrama de Gantt - Épicas del Proyecto de desarrollo de software.

2.1.2.5 RESUMEN DE PROYECTO DE DESARROLLO

Antes de iniciar el desarrollo, es necesario comentar el resumen de inicio del proyecto de desarrollo usando el marco de trabajo Scrumban, el cual se puede apreciar en el dashboard de la Figura 15, que muestra el estado inicial del proyecto de aplicación de gestión del proceso de lavado, en el que se evidenció que durante el periodo evaluado se mantuvieron activas 29 actividades en estado de Backlog, correspondientes principalmente a historias de usuario (83 %) y épicas (17 %), sin registrarse tareas ni subtareas adicionales. Todas las actividades se clasificaron con un nivel de prioridad medio, lo que indica un enfoque balanceado en la planificación y desarrollo. Asimismo, la carga de trabajo estuvo asignada al 100 % a un único responsable, lo que muestra una centralización en la gestión del proyecto. En cuanto al avance de las épicas, se constató el total de los sprints planificados, incluyendo el Sprint 0, enfocado

en los fundamentos arquitectónicos y metodológicos, así como los módulos de Procesos y Componentes Internos, alcanzando el 100 % de actividades mapeadas.

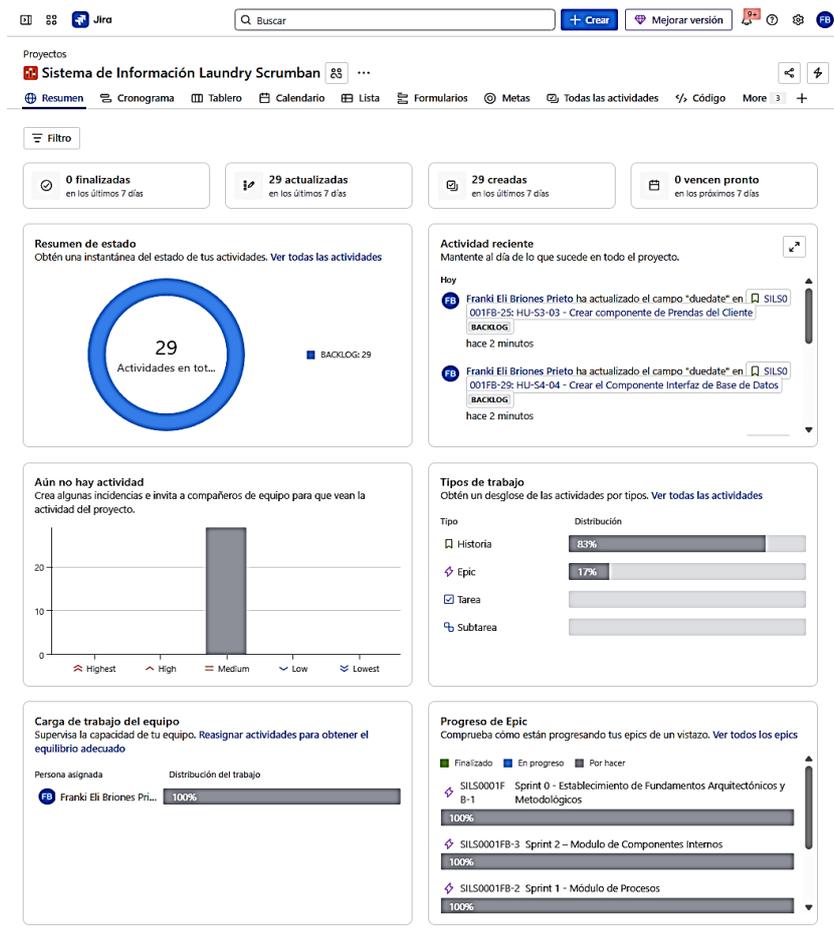


Fig. 15: Resumen del proyecto de desarrollo - Jira.

2.1.2.6 ALINEACIÓN DE OBJETIVOS DEL SISTEMA CON LOS OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

Una vez descritas las necesidades y registrados los requerimientos funcionales ([ver Anexo 11](#)) en la gestión del proceso de lavado de prendas, se establecieron los objetivos del sistema empresarial web con el fin de brindar una solución tecnológica integral que responda directamente a los fines de la investigación, en ese sentido, el desarrollo del sistema busca generar un impacto medible en la gestión, satisfacción, automatización y calidad operativa del proceso. Dichos objetivos han sido definidos de manera coherente con el objetivo general y los objetivos específicos del estudio, de la siguiente manera: Objetivo general del sistema web: Diseñar e implementar un sistema de información que permita mejorar la gestión del proceso de lavado de prendas en una empresa de la ciudad de Lima. Objetivos específicos del sistema

empresarial web: Reducir los tiempos de ejecución de tareas en el proceso de lavado de prendas, mediante la automatización del registro, seguimiento y control de cada etapa del proceso, desde el recojo hasta la entrega. Incrementar la satisfacción del operario registrador, a través de una interfaz amigable, rápida e intuitiva que facilite el registro de datos, minimice errores y brinde retroalimentación en tiempo real. Mejorar la calidad del proceso de lavado de prendas, integrando mecanismos digitales para la trazabilidad por prenda, el control de errores, la detección de incidencias y la verificación de cumplimiento de estándares de lavado. Mejorar el nivel de automatización de las actividades del proceso, mejorando el uso de recursos operativos como mano de obra y tiempo mediante la reducción de reprocesos y la generación de reportes en tiempo real.

2.1.3 FASE DE EJECUCIÓN

La fase de ejecución se estructuró en cuatro componentes fundamentales que permitieron materializar el sistema de información desde su concepción arquitectónica hasta su implementación operativa. Cada componente responde a decisiones técnicas específicas justificadas mediante análisis comparativos, evaluaciones de costos y alineación con los requisitos funcionales y no funcionales del negocio de lavandería industrial ([ver Anexo 11 y 12](#)). Finalmente, se ejecutaron los sprints de desarrollo, aplicando metodologías ágiles para implementar las funcionalidades priorizadas en iteraciones controladas, asegurando entregas continuas de valor y retroalimentación permanente de los stakeholders.

2.1.3.1 ARQUITECTURA DEL SISTEMA

Proceso de Selección Arquitectónica

La definición de la arquitectura del sistema partió de un análisis exhaustivo de los requisitos operativos de la lavandería industrial, identificando tres necesidades críticas: escalabilidad horizontal ante variaciones estacionales de demanda, modularidad para facilitar el mantenimiento evolutivo, y sincronización en tiempo real para el monitoreo de procesos productivos ([ver Anexo 11, 12 y 13](#)).

Se evaluaron tres alternativas arquitectónicas:

Arquitectura Monolítica Tradicional: Descartada por su rigidez estructural y dificultad para escalar componentes específicos de manera independiente, además de requerir despliegues

completos ante cualquier modificación. Arquitectura de Microservicios Pura con Infraestructura Dedicada: Aunque ofrece desacoplamiento total, fue descartada debido a la complejidad operativa de gestionar orquestación de contenedores, balanceadores de carga y alta disponibilidad, lo cual excedía la capacidad técnica y presupuestaria del contexto empresarial. Arquitectura Híbrida Serverless con N Capas: Seleccionada por combinar los beneficios de modularidad, escalabilidad automática y modelo de costos basado en consumo real, eliminando la gestión de infraestructura subyacente.

Arquitectura Adoptada

Se adoptó una arquitectura híbrida de N capas con computación serverless, que integra tres capas diferenciadas (ver Fig. 16):

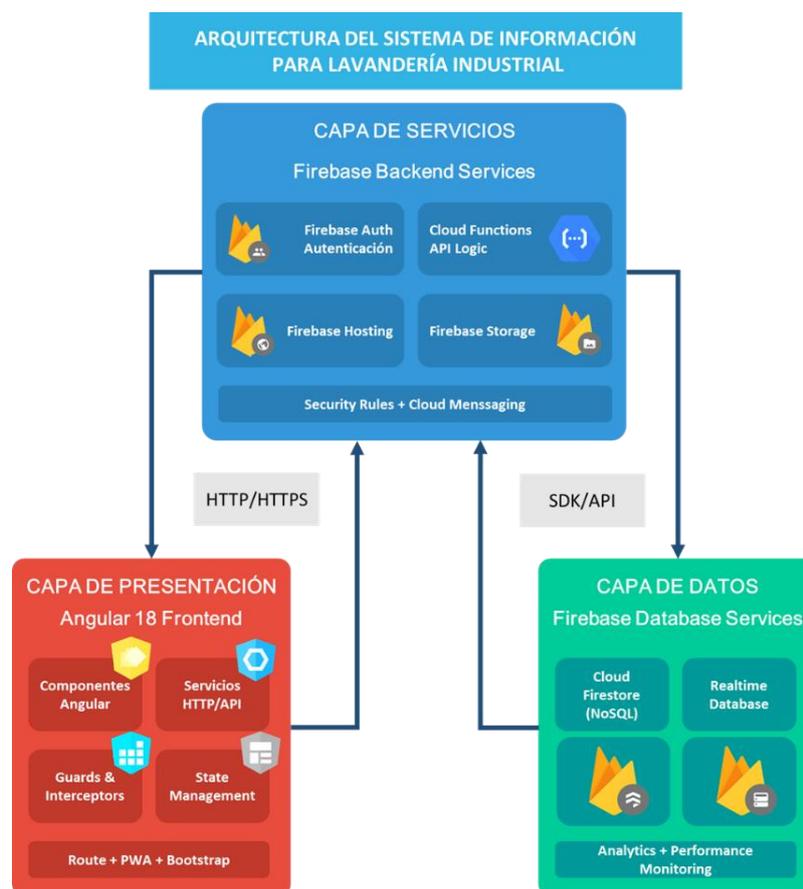


Fig. 16: Arquitectura del sistema de información.

La capa de presentación se implementa en **Angular 19**, organizada en **módulos funcionales especializados** (📦 *procesos, prendas, clientes, lavanderías, reportes y liquidaciones*), que gestionan las entidades descritas en las interfaces del dominio como `ICompanyClient`,

ILavanderia, IPrenda, IPersonaPropietaria e IProcesoGeneral. Los componentes son **reactivos** y se comunican mediante **servicios observables** que suscriben datos en tiempo real desde Firebase. La interfaz es **responsiva** y **adaptativa** para tabletas y dispositivos móviles, incorpora **cacheo inteligente** para operación offline temporal mediante `Service Workers`, y aplica **guards** e **interceptores** personalizados para el **control de acceso basado en roles** (operario, supervisor, cliente). Además, la capa visual utiliza **Reactive Forms** y **Material Design Components** para mantener consistencia en la experiencia de usuario, soportando **data binding bidireccional** con las entidades del dominio del cliente y proveedor ([ver Anexo13](#)).

La capa de Servicios fue construida sobre Firebase Cloud Functions, encapsula la lógica de negocio en funciones especializadas por dominio: `processLaundryOrder()` para gestión del flujo de órdenes de lavandería, `updateLaundryInventory()` para control de inventario de insumos, `calculateLaundryCosts()` para cálculo de costos operativos y tarificación, `generateLaundryReports()` para generación de reportes estadísticos, `assignCourier()` para asignación de repartidores, `trackGarmentProcess()` para seguimiento de prendas en tiempo real, y `notifyLaundryEvents()` para notificaciones push mediante Cloud Messaging. Incluye funciones administrativas especializadas: `crearUsuario()` para gestión de usuarios sin cierre de sesión del administrador, y `asignarReclamaciones()` para asignación de roles y permisos personalizados mediante Custom Claims. La capa integra Firebase Authentication con gestión de roles diferenciados (admin, operarios, repartidores, clientes), Firebase Hosting para despliegue del frontend, Cloud Storage para almacenamiento de documentos e imágenes, y sistema de auditoría mediante colecciones dedicadas que registran todas las operaciones críticas del sistema ([ver Anexo13](#)).

La capa de datos se estructura sobre Google Cloud Firestore, empleando un modelo documental jerárquico NoSQL que refleja las entidades de las interfaces TypeScript. La jerarquía principal incluye las colecciones `COMPANY_CLIENT`, `LAVANDERIA`, `GARMENTS`, `PROPIETARIO` y `PROCESO_GENERAL`, junto con subcolecciones anidadas como `SEDES`, `AREAS`, `SUB_AREAS`, `CENTRO_COSTOS`, `STAFF_LAVANDERIA`, `SERVICIOS_LAVANDERIA`, y `COURIER`, según la estructura definida en el modelo de colecciones del sistema. Cada documento mantiene referencias explícitas mediante campos `*_ref`, garantizando integridad lógica y coherencia entre entidades distribuidas sin acoplamiento rígido. La capa

soporta consultas indexadas y en tiempo real, habilitando sincronización inmediata de variables operativas tales como el estado de prendas (`EstadoPrenda`), la actividad de máquinas (`MACHINES_LAVANDERIA`) y el progreso de procesos (`IEtapaProceso`). Adicionalmente, se integran Firebase Analytics y Performance Monitoring para la recolección automatizada de métricas de eficiencia, latencia de transacciones y frecuencia de operaciones CRUD, permitiendo análisis predictivo y optimización continua del rendimiento del sistema ([ver Anexo13](#)).

Justificación de la Arquitectura Serverless

La decisión de adoptar computación serverless mediante Firebase se fundamentó en cuatro criterios técnico-económicos: Costo Total de Propiedad (TCO): El modelo serverless eliminó gastos de capital (CapEx) en servidores físicos o virtuales dedicados, licencias de sistemas operativos y bases de datos, y costos de personal DevOps especializado. Firebase opera bajo pago por consumo real (pay-as-you-go), evitando costos durante períodos de baja actividad, factor crítico para un negocio con variaciones estacionales de demanda. Escalabilidad Automática: La infraestructura escala automáticamente según la carga real, sin necesidad de sobre-provisionamiento inicial ni intervención manual, garantizando disponibilidad ante picos de demanda imprevistos. Velocidad de Desarrollo: Los servicios out-of-the-box (autenticación, base de datos en tiempo real, almacenamiento, hosting) redujeron significativamente el tiempo de desarrollo, permitiendo enfoque directo en funcionalidades de negocio. Mantenimiento Cero (Zero-Maintenance): La eliminación de tareas de administración de servidores, aplicación de parches de seguridad y gestión de copias de respaldo permitió reorientar recursos humanos completamente hacia el desarrollo de valor funcional ([ver Anexo12](#)).

2.1.3.2 ESTRUCTURA DEL SISTEMA

Criterios de Estructuración

La estructura del sistema se definió tras analizar principios de ingeniería de software orientados a la separación de responsabilidades (Separation of Concerns) y la cohesión funcional. Se identificó que agrupar toda la lógica de negocio en un único backend generaría acoplamiento entre módulos de seguridad y módulos operativos, comprometiendo la mantenibilidad y escalabilidad del sistema ([ver Anexo 12](#)).

Se contrastaron dos alternativas estructurales:

Backend Unificado: Concentra toda la lógica en un único conjunto de servicios. Descartado por generar dependencias implícitas entre autenticación y lógica de negocio, dificultando el escalado independiente y aumentando el riesgo de fallos en cascada. Arquitectura Dual de Backends (Backend For Frontend - BFF): Segrega la lógica de autenticación de la lógica operativa, permitiendo evolución, escalado y despliegues independientes. Seleccionada por minimizar acoplamiento y facilitar metodologías de integración continua (CI/CD).

Estructura Adoptada

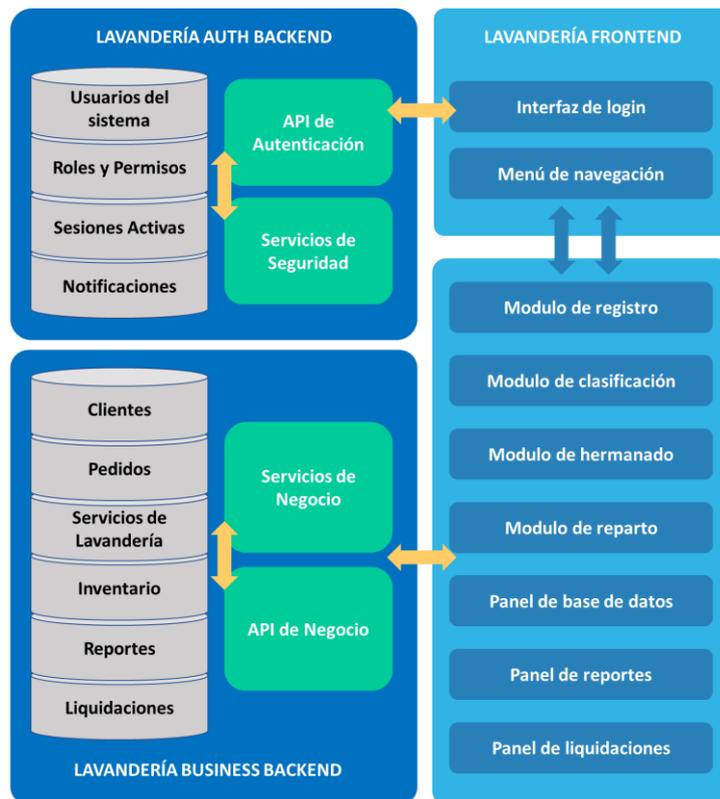


Fig. 17: Diagrama de estructura del sistema.

Se implementó una arquitectura dual de backends diferenciados con un frontend centralizado (ver Fig. 17): Lavandería Auth Backend: Diseñado exclusivamente para gestión de identidad digital y seguridad perimetral. Aloja datos sensibles de usuarios, roles, permisos, sesiones activas y notificaciones. Su API de Autenticación y Servicios de Seguridad configuran la capa crítica de acceso seguro. Lavandería Business Backend: Concentra el núcleo de la lógica operativa, abarcando módulos de clientes, pedidos, inventario, servicios, reportes y liquidaciones. Interconectado mediante la API de Negocio para provisión de servicios

funcionales. Frontend Centralizado Angular: Comunica con ambos backends mediante servicios HTTP diferenciados, gestionando autenticación a través del Auth Backend y operaciones de negocio mediante el Business Backend

Justificación de la Estructura Dual

La segregación de backends responde a tres ventajas operativas críticas: Escalabilidad Independiente: Un incremento en la carga de procesamiento de reportes no compromete la disponibilidad del servicio de autenticación. Cada backend escala según su demanda específica. Resiliencia ante Fallos: La falla de un módulo de negocio no afecta la capacidad de los usuarios para autenticarse, manteniendo la disponibilidad parcial del sistema. Seguridad por Capas: La separación física de datos de autenticación y datos operativos refuerza el principio de defensa en profundidad, reduciendo la superficie de ataque ante vulnerabilidades.

Justificación del Stack Tecnológico Angular-Firebase

La elección del binomio Angular-Firebase se fundamentó en tres pilares técnicos: Angular para Frontend: Seleccionado por su robustez para construir Progressive Web Apps (PWA) de gran escala, su ecosistema maduro de módulos y herramientas, y la rigidez de TypeScript que asegura integridad del código mediante tipado estático, reduciendo errores en tiempo de ejecución en sistemas empresariales complejos. Firebase como Backend as a Service (BaaS): Elegido sobre infraestructura self-hosted tradicional por tres razones: (1) reducción drástica del tiempo de salida al mercado (Time-to-Market) al eliminar configuración de servidores, bases de datos y servicios auxiliares; (2) eliminación de carga operativa de administración, patching y escalado manual; (3) modelo de costos predecible y escalable linealmente con el uso real, evitando sobre-aprovisionamiento inicial de recursos. Integración Nativa: La integración nativa de Firebase con Angular mediante librerías oficiales (AngularFire) simplifica la implementación de sincronización en tiempo real, autenticación y almacenamiento, acelerando el desarrollo y reduciendo la complejidad de integración.

2.1.3.3 DISEÑO DE LA BASE DE DATOS NOSQL EN FIREBASE FIRESTORE

El diseño de la base de datos requirió un análisis comparativo exhaustivo entre paradigmas relacionales (SQL) y documentales (NoSQL), evaluando su acoplamiento al contexto de lavandería industrial ([ver Anexo 12](#)). El sistema implementa una arquitectura de base de datos

NoSQL en Firebase Firestore organizada mediante dos jerarquías principales de colecciones: dominio del cliente y dominio del proveedor (ver Figura 18). La jerarquía del cliente se estructura desde la colección raíz `COMPANY_CLIENT` que contiene documentos de empresas clientes (identificados como `CMP_XXXX`), cada uno con subcolecciones anidadas `SEDES` (documentos `SED_XXXX`), `AREAS` (documentos `ARE_XXXX` bajo sedes), `SUB_AREAS` (documentos `SUB_XXXX` bajo áreas) y `CENTRO_COSTOS` (documentos `CCO_XXXX` al nivel de empresa). Paralelamente, existen las colecciones `PERSONA_PROPIETARIA` y `GARMENTS` que almacenan personas propietarias de prendas y el catálogo de prendas respectivamente, con referencias documentales mediante campos `*_ref` que contienen identificadores únicos hacia otras colecciones. La jerarquía del proveedor se organiza desde la colección `LAVANDERIA` con documentos de proveedores de lavandería, conteniendo subcolecciones `SEDES_LAVANDERIA`, `AREAS_LAVANDERIA`, `SUB_AREAS_LAVANDERIA`, `CENTRO_COSTOS_LAVANDERIA`, `STAFF_LAVANDERIA`, `MACHINES_LAVANDERIA`, `SERVICIOS_LAVANDERIA` y `COURIER`, cada una almacenando entidades operativas específicas del proveedor con sus respectivos identificadores únicos y referencias cruzadas mediante document IDs ([ver Anexo13](#)).

El sistema incorpora tres colecciones transaccionales críticas que gestionan la operación diaria: `PROCESO_GENERAL` almacena ciclos completos de procesamiento desde recojo hasta entrega, conteniendo arrays embebidos de tipo `IProcesoPrendaItem[]` que representan prendas individuales con su propio seguimiento mediante la interfaz `IEtapaPrenda` y registro histórico a través de `IEventoPrenda[]`, permitiendo trazabilidad granular de cada prenda dentro del proceso global. La colección `SERVICIOS_APLICADOS_PRENDA` registra servicios individuales aplicados a prendas específicas (lavado, planchado, reparaciones) con costos desagregados y personal responsable, implementando desnormalización estratégica al incluir snapshots de datos mediante interfaces tipo `*Ref` para optimizar consultas de lectura intensiva. La colección `AUDITORIA_CAMBIOS` implementa un sistema de auditoría comprehensivo que registra todas las modificaciones realizadas en documentos críticos, almacenando el estado anterior y posterior del documento, usuario responsable, timestamp de operación y tipo de cambio (creación, actualización, eliminación), garantizando trazabilidad completa del sistema mediante triggers de Cloud Functions que capturan automáticamente eventos CRUD en colecciones sensibles como `GARMENTS`, `PROCESO_GENERAL` y `PERSONA_PROPIETARIA` ([ver Anexo13](#)).

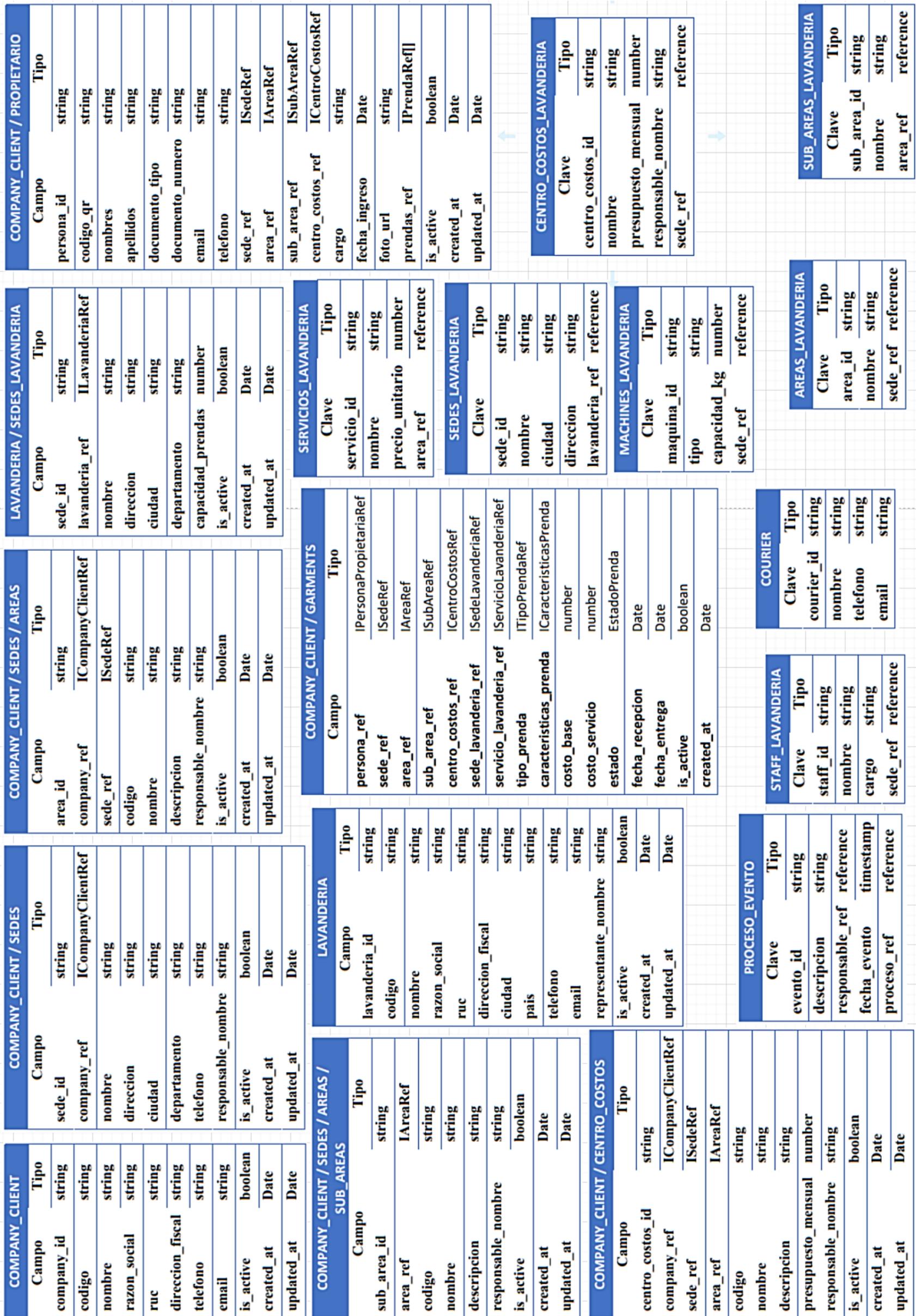


Fig. 18: Diagrama de base de datos NoSQL - Colecciones.

3.1.1.1 DISEÑO DE INTERFACES TYPESCRIPT EN ANGULAR

El frontend Angular implementa un sistema de interfaces TypeScript organizadas en tres capas arquitectónicas que mapean directamente la estructura de Firestore. La capa de interfaces principales define entidades completas del dominio mediante `IClientCompany`, `ISede`, `IArea`, `ISubArea`, `ICentroCostos` para el dominio del cliente, y `ILavanderia`, `ISedeLavanderia`, `IAreaLavanderia`, `ILavanderiaStaff`, `IMachine`, `IServicioLavanderia`, `ICourier`, `IVehiculoCourier`, `IPersonalCourier` para el dominio del proveedor, cada interfaz especificando tipos estrictos para todos los campos incluyendo propiedades de auditoría (`created_at: Date`, `updated_at: Date`, `is_active: boolean`) (ver Fig. 19-a).. Las interfaces operativas `IPersonaPropietaria`, `IPrenda`, `ITipoPrenda`, `IProcesoGeneral` y `IServicioPrenda` encapsulan la lógica transaccional del sistema, donde `IPrenda` define prendas individuales con el enum `EstadoPrenda` para control de flujo (16 estados posibles desde `REGISTRADA` hasta `EN_USO`), `ICaracteristicasPrenda` para características físicas detalladas (peso, material, dimensiones, códigos QR, resistencia al lavado, género, categoría) y referencias a entidades relacionadas mediante interfaces tipo `*Ref`. La interfaz `IProcesoGeneral` modela el ciclo completo de operación conteniendo arrays de `IProcesoPrendaItem[]` donde cada elemento tiene su propia `IETapaPrenda` e historial mediante `IEventoPrenda[]`, mientras que `IServicioPrenda` registra servicios aplicados con categorización mediante el tipo `ServicioTipo` ('operativo' | 'reparacion' | 'administracion' | 'otro') y costos desagregados (ver Fig. 19 -b) ([ver Anexo13](#)).

La arquitectura del sistema establece un flujo de datos bidireccional entre Firebase Firestore y Angular mediante servicios especializados que realizan transformaciones explícitas entre documentos Firestore y objetos TypeScript. Los servicios Angular (ej. `GarmentService`, `ProcesoGeneralService`, `PersonaPropietariaService`) encapsulan la lógica de comunicación con Firestore utilizando `AngularFirestore` para operaciones CRUD y suscripciones reactivas mediante RxJS Observables, donde cada lectura desde Firestore ejecuta transformadores que convierten timestamps Firestore (`Timestamp`) a objetos `Date` nativos de TypeScript, expanden referencias documentales mediante consultas adicionales cuando se requiere datos completos (transformando `*Ref` a interfaces completas), y validan integridad de datos según contratos de interfaces antes de propagar cambios a componentes ([ver Anexo13](#)).

INTERFACES DEL DOMINIO CLIENTE

IClienteStaff

Campo	Tipo
company_id	string
codigo	string
nombre	string
razon_social	string
ruc	string
direccion_fiscal	string
telefono	string
email	string
is_active	boolean
created_at	Date
updated_at	Date

ISede

Campo	Tipo
sede_id	string
company_ref	IClienteClientRef
nombre	string
direccion	string
ciudad	string
departamento	string
telefono	string
responsable_nombre	string
is_active	boolean
created_at	Date
updated_at	Date

IEventoPrenda

Campo	Tipo
evento_id	string
tipo_evento	'recojida' 'ingreso_lavanderia' 'lavado_iniciado' 'lavado_finalizado' 'planchado' 'empaquetado' 'despachado' 'entregado' 'incidencia'
descripcion	string
fecha_evento	Date
actor_ref	ILavanderiaStaffRef IPersonalCourierRef IClienteStaffRef
ubicacion	string
datos_adicionales	Record<string, any>

IPrenda

Campo	Tipo
prenda_id	string
persona_ref	IPersonaPropietariaRef
sede_ref	ISedeRef
area_ref	IAreaRef
sub_area_ref	ISubAreaRef
centro_costos_ref	ICentroCostosRef
sede_lavanderia_ref	ISedeLavanderiaRef
servicio_lavanderia_ref	IServicioLavanderiaRef
tipo_prenda	ITipoPrendaRef
caracteristicas_prenda	ICaracteristicasPrenda
costo_base	number
costo_estimado	number
costo_servicio	number
codigo_interno	string
observaciones	string
estado	EstadoPrenda
edit_prenda	boolean
fecha_recepcion	Date
fecha_entrega	Date
fecha_inicio_proceso	Date
fecha_fin_proceso	Date
is_active	boolean
created_at	Date
updated_at	Date

ICaracteristicasPrenda

Campo	Tipo
color	string
talla	string
marca	string
modelo	string
material	string
peso_kg	number
costo_base	number
codigo_interno	string
descripcion_detalhada	string
numero_lavadas_actual	number
numero_lavadas_maximas	number
resistencia_lavado	'baja' 'media' 'alta'
requiere_control_calidad	boolean
requiere_reparacion	boolean
tiene_qr	boolean
codigo_qr	string
fecha_fabricacion	Date
fecha_ultima_revision	Date
estado_actual	'operativa' 'en_reparacion' 'dada_de_baja'
categoria	'uniforme' 'ropa_industrial' 'ropa_medica' 'ropa_hotelera' 'otros'
genero	'masculino' 'femenino' 'unisex'

IProcesoPrendaItem

Campo	Tipo
codigo_prenda	string
validacion_prenda	string
entrada_prenda	string
validacion_entrada_prenda	string
area_prenda	string
sub_area_prenda	string
centro_costos_prenda	string
peso_prenda	number
costo_prenda	number
obs_prenda	string
cod_propietario_prenda	string
propietario_prenda	IPersonaPropietariaRef
tipo_prenda	string
material_modelo_prenda	string
tipo_prenda_ref	ITipoPrendaRef
etapa_actual	IEtapaPrenda
historial_prenda	IEventoPrenda[]
estado_prenda	'pendiente' 'en_proceso' 'retenida' 'finalizada' 'perdida' 'cancelada'

Fig. 19-a: Diagrama de interfaces frontend – Angular – Dominio Cliente

ICentroCostos

Campo	Tipo
centro_costos_id	string
company_ref	IClienteClientRef
sede_ref	ISedeRef
area_ref	IAreaRef
codigo	string
nombre	string
descripcion	string
presupuesto_mensual	number
responsable_nombre	string
is_active	boolean
created_at	Date
updated_at	Date

IArea

Campo	Tipo
sub_area_id	string
area_ref	IAreaRef
codigo	string
nombre	string
descripcion	string
responsable_nombre	string
is_active	boolean
created_at	Date
updated_at	Date

IPersonaPropietaria

Campo	Tipo
persona_id	string
codigo_qr	string
nombres	string
apellidos	string
documento_tipo	'DNI' 'CE' 'Pasaporte' 'RUC'
documento_numero	string
email	string
telefono	string
sede_ref	ISedeRef
area_ref	IAreaRef
sub_area_ref	ISubAreaRef
centro_costos_ref	ICentroCostosRef
cargo	string
fecha_ingreso	Date
foto_url	string
prenda_ref	IPrendaRef[]
is_active	boolean
created_at	Date
updated_at	Date

EstadoPrenda (Enum)

Campo	Tipo
REGISTRADA	string
RECEPCIONADA	string
EN_CLASIFICACION	string
EN_LAVADO	string
EN_SECADO	string
EN_PLANCHADO	string
EN_DOBLAGO	string
EN_EMPAQUE	string
LISTA_ENTREGA	string
EN_DESPACHO	string
ENTREGADA	string
EXTRAVIADA	string
DAÑADA	string
EN_REPARACION	string
RECHAZADA	string
EN_USO	string

IEtapaPrenda

Campo	Tipo
nombre	'recojo' 'recepcion' 'clasificacion' 'lavado' 'secado' 'planchado' 'doblado' 'empaque' 'despacho' 'entrega'
estado	'pendiente' 'en_progreso' 'completada' 'fallida'
fecha_inicio	Date
fecha_fin	Date
operador_ref	ILavanderiaStaffRef
comentarios	string

IClienteStaff

Campo	Tipo
staff_id	string
company_ref	IClienteClientRef
sede_ref	ISedeRef
area_ref	IAreaRef
codigo	string
nombres	string
apellidos	string
documento_tipo	'DNI' 'CE' 'Pasaporte'
documento_numero	string
email	string
telefono	string
cargo	string
is_active	boolean
created_at	Date
updated_at	Date

ITipoPrenda

Campo	Tipo
tipo_prenda_id	string
codigo	string
nombre	string
descripcion	string
categoria	'uniforme' 'ropa_industrial' 'ropa_medica' 'ropa_hotelera' 'otros'
genero	'masculino' 'femenino' 'unisex'
material_predominante	string
colores_permitidos	string[]
tallas_disponibles	string[]
peso_promedio_kg	number
requiere_etiqueta_qr	boolean
requiere_control_calidad	boolean
costo_lavado_base	number
tiempo_estimado_proceso_min	number
is_active	boolean
created_at	Date
updated_at	Date

INTERFACES DEL DOMINIO PROVEEDOR
ILavCentroCostos

Campo	Tipo
lavanderia_id	string
codigo	string
nombre	string
razon_social	string
ruc	string
direccion_fiscal	string
ciudad	string
pais	string
telefono	string
email	string
representante_nombre	string
representante_telefono	string
representante_email	string
is_active	boolean
created_at	Date
updated_at	Date

ILavanderiaStaff

Campo	Tipo
staff_id	string
lavanderia_ref	ILavanderiaRef
sede_ref	ISedeLavanderiaRef
area_ref	IAreaLavanderiaRef
codigo	string
nombres	string
apellidos	string
documento_tipo	'DNI' 'CE' 'Pasaporte'
documento_numero	string
email	string
telefono	string
rol	string
is_active	boolean
created_at	Date
updated_at	Date

ISedeLavanderia

Campo	Tipo
sede_id	string
lavanderia_ref	ILavanderiaRef
nombre	string
direccion	string
ciudad	string
departamento	string
pais	string
telefono	string
email	string
responsable_nombre	string
responsable_telefono	string
capacidad_prendas	number
is_active	boolean
created_at	Date
updated_at	Date

IAreaLavanderia

Campo	Tipo
area_id	string
lavanderia_ref	ILavanderiaRef
sede_ref	ISedeLavanderiaRef
codigo	string
nombre	string
descripcion	string
responsable_nombre	string
responsable_email	string
is_active	boolean
created_at	Date
updated_at	Date

IMachine

Campo	Tipo
machine_id	string
lavanderia_ref	ILavanderiaRef
sede_ref	ISedeLavanderiaRef
area_ref	IAreaLavanderiaRef
codigo	string
nombre	string
tipo	string
modelo	string
numero_serie	string
capacidad	string
estado_operativo	'operativo' 'en_mantenimiento' 'fuera_servicio'

IServicioLavanderia

Campo	Tipo
servicio_id	string
lavanderia_ref	ILavanderiaRef
sede_ref	ISedeLavanderiaRef
area_ref	IAreaLavanderiaRef
sub_area_ref	ISubAreaLavanderiaRef
centro_costos_ref	ILavCentroCostosRef
codigo	string
nombre	string
descripcion	string
precio_base	number
tiempo_estimado_minutos	number
categoria	'lavado' 'planchado' 'desmanchado' 'reparacion' 'costura' 'control_calidad' 'otro'
tipo	'operativo' 'reparacion' 'administracion' 'otro'
requiere_autorizacion	boolean
is_active	boolean
created_at	Date
updated_at	Date

INTERFACES DEL DOMINIO PROVEEDOR
IVehiculoCourier

Campo	Tipo
vehiculo_id	string
lavanderia_ref	ILavanderiaRef
sede_ref	ISedeLavanderiaRef
area_ref	IAreaLavanderiaRef
placa	string
marca	string
modelo	string
tipo	'camión' 'furgoneta' 'motocicleta' 'auto' 'pickup'
capacidad_kg	number
año_fabricacion	number
gps_activo	boolean
conductor	IPersonalCourierRef
ayudante	IPersonalCourierRef
disponible	boolean
en_mantenimiento	boolean
ubicacion_actual	string
is_signature_required	boolean
ha_sido_firmado	boolean
is_active	boolean
created_at	Date
updated_at	Date

IPersonalCourier

Campo	Tipo
personal_id	string
staff_id	string
lavanderia_ref	ILavanderiaRef
sede_ref	ISedeLavanderiaRef
area_ref	IAreaLavanderiaRef
codigo	string
nombres	string
apellidos	string
documento_tipo	'DNI' 'CE' 'Pasaporte'
documento_numero	string
email	string
telefono	string
rol	'conductor' 'ayudante' 'supervisor'
licencia_conducir	string
categoria_licencia	'A-I' 'A-IIA' 'A-IIIB' 'A-III' 'B-I' 'B-II' 'B-III'
licencia_vencimiento	Date
disponible	boolean
en_servicio	boolean
en_descanso	boolean
vehiculo_asignado_id	string
vehiculo_placa	string
ultima_ruta_id	string
ultima_zona_operacion	string

ICourier

Campo	Tipo
courier_id	string
lavanderia_ref	ILavanderiaRef
sede_ref	ISedeLavanderiaRef
area_ref	IAreaLavanderiaRef
codigo	string
nombre	string
tipo	'interno' 'externo'
responsable_nombre	string
responsable_telefono	string

INTERFACES TRANSACCIONALES Y OPERATIVAS
IProcesoGeneral

Campo	Tipo
proceso_id	string
company_cliente_ref	ICompanyClientRef
lavanderia_ref	ILavanderiaRef
sede_lavanderia_ref	ISedeLavanderiaRef
prendas	IProcesoPrendaItem[]
courier_ref	ICourierRef
conductor_ref	IPersonalCourierRef
copiloto_ref	IPersonalCourierRef
vehiculo_ref	IVehiculoCourierRef
anfitrión_cliente_ref	IClientesStaffRef
operador_staff_ref	ILavanderiaStaffRef
servicio_proceso_ref	IServicioPrendaRef
fecha_inicio	Date
fecha_fin	Date
etapa_actual	IEtapaProceso
peso_total_kg	number
cantidad_prendas	number
costo_total_estimado	number
historial_eventos	IProcesoEvento[]
observaciones	string[]
estado_general	'en_proceso' 'finalizado' 'cancelado'
is_active	boolean
created_at	Date
updated_at	Date

IEtapaProceso

Campo	Tipo
nombre	'recojo' 'clasificacion' 'lavado' 'secado' 'planchado' 'doblado' 'empaque' 'despacho' 'entrega'
estado	'pendiente' 'en_progreso' 'completada' 'fallida'
fecha_inicio	Date
fecha_fin	Date
operador_ref	ILavanderiaStaffRef
comentarios	string

IProcesoEvento

Campo	Tipo
evento_id	string
tipo_evento	'inicio_recojo' 'recepcion_en_lavanderia' 'inicio_lavado' 'fin_lavado' 'planchado' 'empaque' 'despacho' 'entrega_final' 'incidencia' 'observacion'
descripcion	string
fecha_evento	Date
actor_ref	ILavanderiaStaffRef IPersonalCourierRef
ubicacion	string

Fig. 19-b: Diagrama de interfaces frontend – Angular – Dominio Proveedor Dominio transaccional

3.1.1.2 EJECUCIÓN DE SPRINTS

En esta parte se llevó a cabo cada sprint con todas las historias de usuario y todas las actividades desde el inicio hasta el fin y entrega del sistema de información para la lavandería de Lima.

3.1.1.2.1 Sprint 0 - Establecimiento de fundamentos arquitectónicos y metodológicos

Descripción de Actividades del Sprint 0

El Sprint 0 constituyó la fase fundacional del proyecto de desarrollo del sistema de información web para la gestión integral de procesos en la lavandería industrial, implementando una aproximación metodológica híbrida Scrumban, adaptada a las particularidades de un equipo de desarrollo unipersonal. Durante esta iteración inicial se ejecutaron actividades críticas orientadas a cimentar los fundamentos conceptuales, arquitectónicos y operativos que garantizaron la viabilidad técnica y la alineación estratégica del sistema con los objetivos de investigación planteados (ver Tabla XIV).

Tabla XIV: Historias de Usuario - Sprint 0.

ID Historia	Enunciado de la Historia de Usuario	Módulo	Criterios de Aceptación	Prioridad	Esfuerzo	Estado
HU-S0-01	Como arquitecto de sistemas, necesito definir la arquitectura híbrida N-capas con componentes serverless para establecer los fundamentos técnicos del sistema	Arquitectura del Sistema	Documentar patrón arquitectónico Definir capas de presentación, servicios y datos Especificar tecnologías por capa	Alta	13 puntos	Completado
HU-S0-02	Como analista de procesos, requiero documentar los flujos de negocio existentes desde recojo hasta liquidación para identificar puntos de mejora	Análisis de Procesos	Mapear 6 procesos principales Identificar stakeholders por proceso Documentar puntos críticos	Alta	21 puntos	Completado
HU-S0-03	Como diseñador de base de datos, necesito modelar la estructura NoSQL con 22 colecciones principales para soportar todos los casos de uso	Diseño de Base de Datos	Definir esquema de 22 colecciones Establecer índices optimizados Documentar relaciones documentales	Alta	34 puntos	Completado
HU-S0-04	Como líder técnico, requiero configurar el entorno de desarrollo con Angular 19 y Firebase para establecer la base tecnológica.	Configuración Tecnológica	Configurar Angular CLI v19 Integrar Firebase SDK Configurar PWA y Service Workers	Alta	8 puntos	Completado

ID Historia	Enunciado de la Historia de Usuario	Módulo	Criterios de Aceptación	Prioridad	Esfuerzo	Estado
HU-S0-05	Como Scrum master individual, necesito configurar el tablero Kanban con límites WIP para optimizar el flujo de trabajo unipersonal y requiero definir el Product Backlog completo con las actividades organizadas en épicas funcionales	Metodología Scrumban	Configurar tablero en Jira Establecer límites WIP por columna Definir reglas de flujo. Crear 5 épicas funcionales Definir las actividades detalladas	Media	5 puntos	Completado
HU-S0-06	Como arquitecto de software, necesito elaborar diagramas de clases para representar la estructura modular del sistema.	Documentación Técnica	Crear diagrama de colecciones NoSQL Diseñar diagrama de componentes Establecer relaciones e interfaces	Media	21 puntos	Completado
HU-S0-07	Como analista de stakeholders, requiero identificar y clasificar todos los actores involucrados en los procesos operativos.	Análisis de Stakeholders	Mapear 13 stakeholders principales Definir roles y responsabilidades Clasificar nivel de influencia	Media	13 puntos	Completado

Las tareas desarrolladas en este sprint abarcaron tres dominios esenciales: análisis de procesos de negocio, configuración tecnológica y diseño arquitectónico integral. En el primer dominio, se llevó a cabo un mapeo exhaustivo de seis procesos principales de la lavandería industrial, desde el recojo hasta la liquidación, identificando trece stakeholders claves, sus roles y niveles de influencia, y documentando los puntos críticos de control que asegurarían la trazabilidad del servicio. En el segundo dominio, se configuró el entorno tecnológico base mediante la implementación de Angular 19 y Firebase, habilitando capacidades de aplicación progresiva (*PWA*) y servicios *serverless*. Asimismo, se definieron las reglas de flujo de trabajo Scrumban, incluyendo la configuración de un tablero Kanban en Jira con límites WIP adaptados para un desarrollador individual, y se organizó el *Product Backlog* inicial en cinco épicas funcionales. Finalmente, en el tercer dominio, se diseñó una arquitectura híbrida en N-capas con componentes *serverless*, se modeló una base de datos NoSQL compuesta por veintidós colecciones principales con índices adecuados, y se elaboraron diagramas de clases que representaron la estructura modular del sistema, proporcionando así una guía técnica para las iteraciones posteriores.

Métricas del Sprint 0

Durante el Sprint 0, con una duración de dos semanas, se alcanzó una velocity planificada y ejecutada de 115 story points, logrando un burndown rate del 100%, lo que evidencia el cumplimiento total de los objetivos propuestos. Se desarrollaron 7 historias de usuario con un promedio de 16.41 story points por historia, manteniendo una eficiencia WIP de 1, indicador de que los límites de trabajo en progreso fueron respetados durante todo el sprint. Estos resultados reflejan una planificación adecuada y una ejecución alineada a los objetivos iniciales, sentando una base sólida para el desarrollo incremental del sistema, ver la Tabla XV.

Tabla XV: Métricas del Sprint 0.

Métrica	Valor
Duración	2 semanas (10 días laborables)
Velocity Planificada	115 story points
Velocity Ejecutada	115 story points
Burndown Rate	100% (sprint completado exitosamente)
Número de Historias	7 historias de usuario
Promedio de Esfuerzo/Historia	16.41 story points
Eficiencia WIP	1.0 (límites respetados durante todo el sprint)

Entregables Generados

- Documentación de Arquitectura del Sistema: Especificación completa de la arquitectura híbrida N-capas con componentes serverless
- Análisis de Procesos de Negocio: Documentación de 5 procesos operativos principales con stakeholders identificados
- Diseño de Base de Datos NoSQL: Esquema completo con 22 colecciones estructuradas y mejoradas
- Entorno de Desarrollo Configurado: Stack tecnológico Angular 19 + Firebase completamente operativo
- Product Backlog Estructurado: 29 historias organizadas en 5 épicas de las cuales 4 son funcionales priorizadas.
- Diagramas Técnicos: Diagramas de clases y arquitectura del sistema
- Configuración Metodológica: Tablero Scrumban con reglas y límites WIP establecidos
- Matriz de Stakeholders: Identificación completa de actores con roles y niveles de influencia definidos

3.1.1.2.2 Sprint 1 - Módulo procesos

El Sprint 1 constituyó la primera iteración orientada al desarrollo funcional del sistema de información web para la gestión integral de procesos en la lavandería industrial. Durante esta fase, el objetivo principal se centró en el diseño e implementación del módulo de procesos, considerado una pieza fundamental del sistema por su capacidad para monitorear el estado de las prendas en cada etapa del ciclo operativo, desde el recojo inicial hasta la entrega final.

Las actividades desarrolladas incluyeron la implementación de registros operativos, el diseño de interfaces funcionales de control de estado y la visualización consolidada de la cadena de producción, permitiendo una trazabilidad completa de las prendas. En este sprint se completaron cinco historias de usuario clave: la creación del componente de proceso de recojo, que permitió el registro de las prendas a lavar, su validación con los códigos de los propietarios y la generación de guías de remisión; el componente de clasificación, que incorporó criterios como tipo de prenda, tejido y nivel de suciedad; el componente de lavado, que habilitó la selección de modos y configuraciones específicas de lavado; el componente de hermanado, que permitió agrupar las prendas por dueño en preparación para el empaquetado; y finalmente, el componente de entrega, que registró la distribución en las sedes de los clientes y generó reportes a partir de las guías de remisión (ver Tabla XVI).

Tabla XVI: Historias de Usuario – Sprint 1

ID Historia	Título de la HU	Módulo	Criterios de Aceptación	Prioridad	Esfuerzo	Estado
HU-S1-01	Crear componente del Proceso de Recojo.	Módulo Trazabilidad	<ul style="list-style-type: none"> - Permitir registrar las prendas a lavar. - Validar y verificar con el código del propietario de la prenda. - Crear guía de remisión con el nuevo estado de las prendas a recogido. 	Alta	21 puntos	Completado
HU-S1-02	Crear componente del Proceso de Clasificación		<ul style="list-style-type: none"> - Permitir clasificar cada prenda según (tipo, tejido y nivel de suciedad). - Modificar guía de remisión con el nuevo estado de las prendas a clasificado. 	Alta	21 puntos	Completado

ID Historia	Título de la HU	Módulo	Criterios de Aceptación	Prioridad	Esfuerzo	Estado
HU-S1-03	Crear componente del Proceso de Lavado		<ul style="list-style-type: none"> - Registrar un lavado de prendas que anteriormente han sido clasificadas. - Seleccionar modos de lavado y configuración del lavado. - Modificar guía de remisión con el nuevo estado de las prendas a lavado. 	Media	13 puntos	Completado
HU-S1-04	Crear componente del Proceso de Hermanado		<ul style="list-style-type: none"> - Registrar hermanado de prendas por dueño. - Agrupar prendas en orden por persona - Modificar guía de remisión con el nuevo estado de las prendas a hermanado. 	Media	13 puntos	Completado
HU-S1-05	Crear componente del Proceso de Entrega		<ul style="list-style-type: none"> - Registrar la entrega de prendas en las sedes de los clientes. - Modificar guía de remisión con el nuevo estado de las prendas a entregado. - Genera reporte con la información de la guía de remisión. 	Alta	13 puntos	Completado

Métricas del Sprint 1

En el Sprint 1 se registró una duración total de dos semanas, equivalentes a diez días laborables, alcanzando una velocity ejecutada de 81 *story points*, que coincidió plenamente con la velocity planificada, reflejando un cumplimiento integral de los objetivos propuestos. El burndown rate del 100 % evidenció que todas las historias de usuario planificadas fueron completadas exitosamente, sumando un total de cinco historias desarrolladas con un promedio de esfuerzo de 16,2 *story points* por historia, lo que indica una adecuada estimación y distribución de las cargas de trabajo. Asimismo, la eficiencia WIP alcanzó un valor de 1,0, demostrando que los límites establecidos para el flujo de trabajo fueron respetados durante todo el sprint, mejorando así el rendimiento del desarrollo y evitando cuellos de botella en el proceso (ver Tabla XVII).

Tabla XVII: Métricas del Sprint 1

Métrica	Valor
Duración	2 semanas (10 días laborables)
Velocity Planificada	81 story points
Velocity Ejecutada	81 story points
Burndown Rate	100% (sprint completado exitosamente)
Número de Historias	5 historias de usuario
Promedio de Esfuerzo/Historia	16.2 story points
Eficiencia WIP	1.0 (límites respetados durante todo el sprint)

Entregables Generados en el Sprint 1

- Módulo de Procesos Operativos: Desarrollo e implementación integral del flujo de estados de las prendas, abarcando desde el recojo inicial hasta la entrega final, con actualización automática de las guías de remisión en cada etapa.
- Interfaces de Usuario Interactivas: Diseño y construcción de formularios y paneles de control específicos para cada fase del proceso (recojo, clasificación, lavado, hermanado y entrega), homologados para la trazabilidad y el control operativo en tiempo real.

Ejecución del Sprint 1 – HU-S1-01

En la Tabla XVIII, se aprecia la HU-S1-01, para el componente de “Recojo”, el que está directamente ligado al proceso de recojo de ropa. Esta funcionalidad se utiliza cuando un operario de transporte necesita registrar el conteo de prendas, este conteo se realiza usando los scanner QR o RFID, para mostrar en pantalla la lista de prendas con los datos tipo de prenda, color, material, empresa, área, etc. Además de detalles como el peso de la prenda y el nombre del propietario.

Tabla XVIII: HU-S1-01: Registrar recojo de prendas

HISTORIA DE USUARIO HU-S1-01: REGISTRAR RECOJO DE PRENDAS	
Información General	
Campo	Descripción
ID	HU-S1-01
Título	Registrar recojo de prendas
Módulo	SILS0001FB-2 Módulo Trazabilidad
Persona Asignada	Franki Eli Briones Prieto
Estado	Finalizada
Fecha de Vencimiento	21 feb 2025
Fecha de Inicio	17 feb 2025
Prioridad	Alta
Descripción Detallada	
Aspecto	Detalle
Como	Operario de transporte
Deseo	Registrar la el ingreso de prendas recogidas
Para	Transportar hacia la planta de lavandería y procesarla

Este componente, como se aprecia en la Figura 20, puede realizar el recojo de prendas en las sedes de los clientes, permitiendo el registro de prendas por grupo o de forma individual, además de contar con la funcionalidad de verificación del carnet del propietario de la prenda, el cual, valida el registro de su ropa de forma individualizada, mostrando el punto de validación en verde. Además, permite a los operarios realizar anotaciones iniciales por prenda sobre alguna observación como desgaste, rotura, daño en cierre, etc.

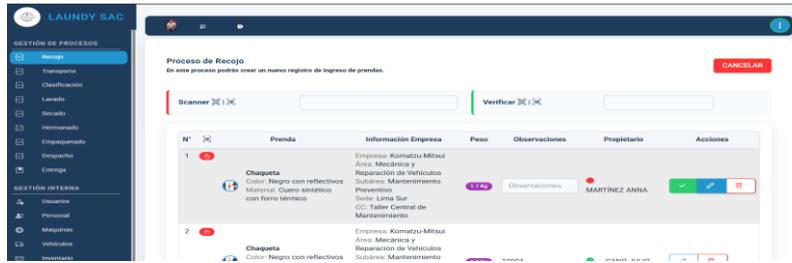


Fig. 20: Proceso de recojo de prendas

Este proceso cuenta también con un panel histórico de todos los registros de recojo, con los datos de identificación como el código, la fecha y el id del operario, además muestra los datos de la empresa de la cual se recogió la ropa, la cantidad de prendas y el nombre de la empresa cliente, como se ve en la Figura 21.

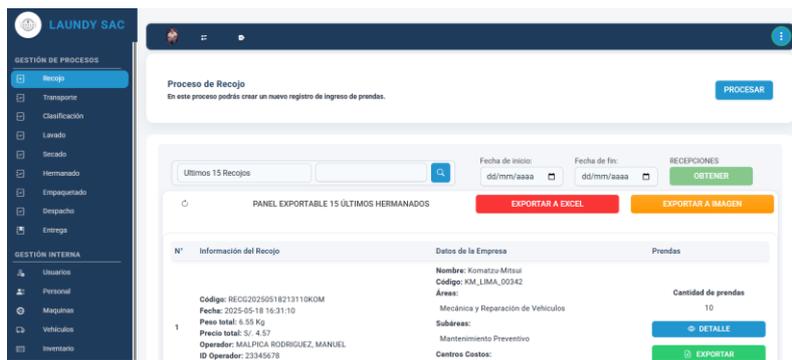


Fig. 21: Panel histórico del registro de recojo.

Además, por cada registro es posible ver el detalle de las prendas registradas por recojo, como se puede ver en la Figura 22, en este detalle se encuentran datos importantes como el estado de validación que muestra el código en color verde, el tipo de entrada de los datos, según sea con scanner o manual. También muestra el peso individual por prenda, el costo unitario y las observaciones suscritas a estas.

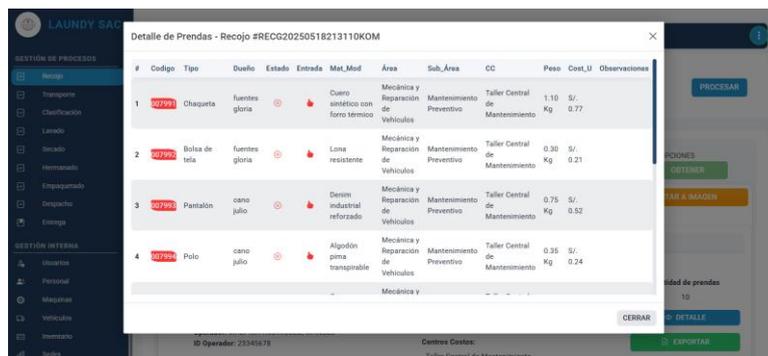


Fig. 22: Detalle del registro de recojo de prendas.

Mientras que la función de exportado, permite visualizar y descargar la guía de remisión con todos los datos del registro de recojo, y con la que se dará seguimiento a lo largo de los procesos, este formato contiene además apartados de placa y conductor, además de la posibilidad de anotar observaciones de forma general al registro, como se ve en la Figura 23.

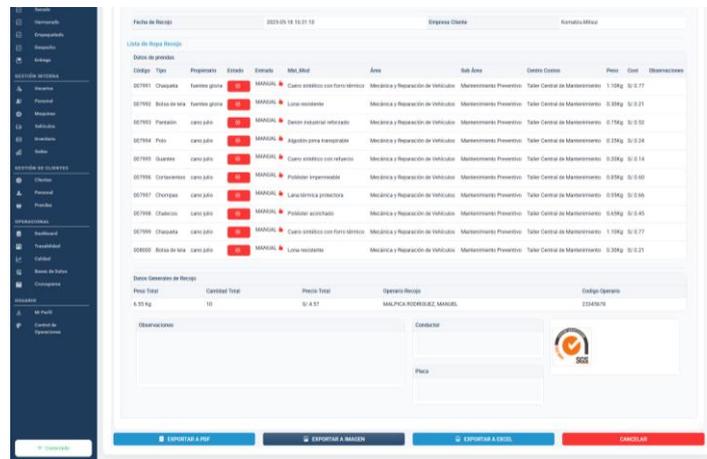


Fig. 23: Guía de remisión - Proceso de recojo.

Ejecución del Sprint 1 – HU-S1-02

En la Tabla XIX se presenta la historia de usuario HU-S1-02, correspondiente al componente de Clasificación, el cual se encuentra directamente vinculado al proceso operativo de clasificación de prendas dentro de la lavandería. Esta funcionalidad fue diseñada para permitir que el personal operativo registre, de manera estructurada, la clasificación de cada prenda en función de criterios previamente definidos, como el tipo, el tejido y el nivel de suciedad, asegurando así un tratamiento adecuado en las etapas posteriores del ciclo de lavado.

Tabla XIX: HU-S1-02: Registrar clasificación de prendas (tipo, tejido, suciedad).

HISTORIA DE USUARIO HU-S1-02: REGISTRAR CLASIFICACIÓN DE PRENDAS (TIPO, TEJIDO, SUCIEDAD)	
Información General	
Campo	Descripción
ID	HU-S1-02
Título	Registrar clasificación de prendas (tipo, tejido, suciedad)
Módulo	SILS0001FB-2 Módulo Trazabilidad
Persona Asignada	Franki Eli Briones Prieto
Estado	Finalizada
Fecha de Vencimiento	24 feb 2025
Fecha de Inicio	20 feb 2025
Prioridad	Alta
Descripción Detallada	

HISTORIA DE USUARIO HU-S1-02: REGISTRAR CLASIFICACIÓN DE PRENDAS (TIPO, TEJIDO, SUCIEDAD)	
Aspecto	Detalle
Como	Operario de planta
Deseo	Registrar la clasificación de prendas según tipo, tejido y nivel de suciedad
Para	Garantizar un tratamiento adecuado durante el lavado

Este componente puede clasificar del total de las prendas del registro de recojo, escaneando el código de registro, usando en el código fuente la funcionalidad del scanner QR o RFID. Una vez encontrado el registro este será mostrado en la pantalla, con los datos de empresa cliente, sede, área, subárea y el total de prendas. Además, el componente cuenta con los filtros de clasificación por prendas: de tipo, color, material y los filtros de empresa, que comprende áreas, subáreas, y sedes, como se aprecia en la Figura 24.

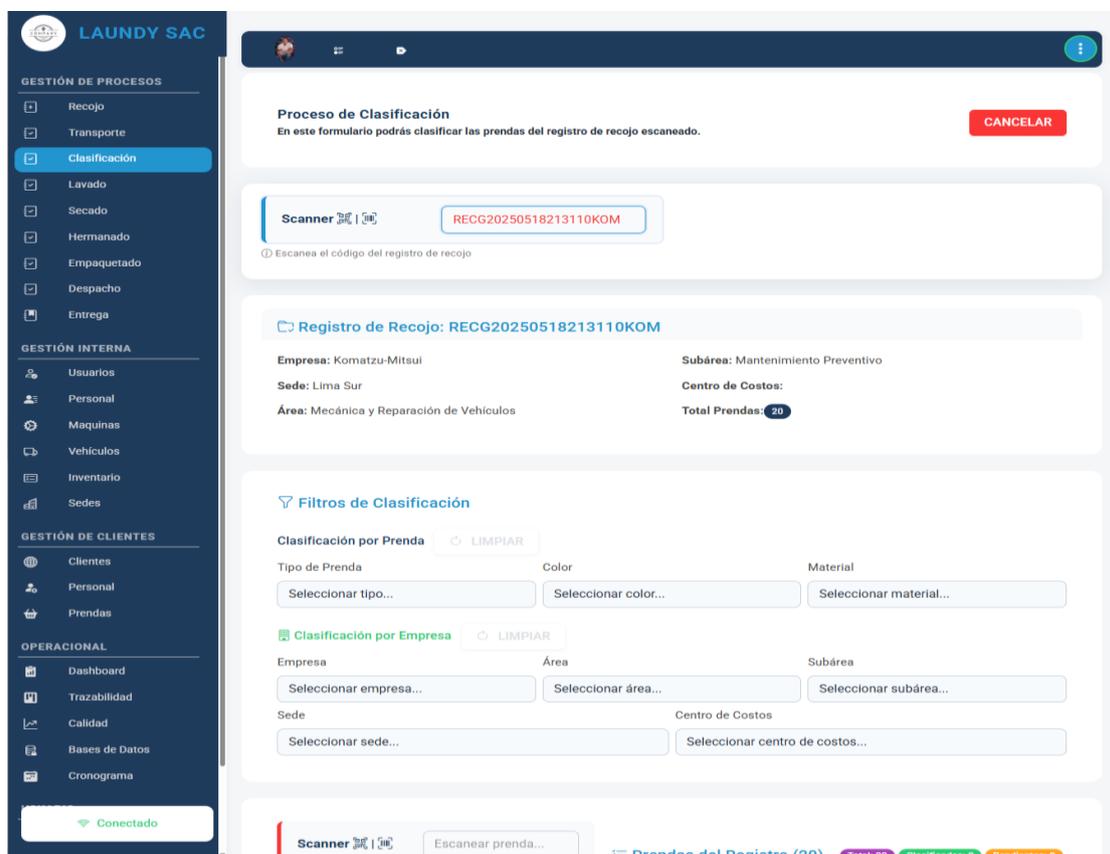


Fig. 24: Componente del Proceso de clasificación

Al aplicarse los filtros y realizar una clasificación, la prenda cambiara de estado, mostrando un popup de éxito del proceso, como se ve en la Figura 25.

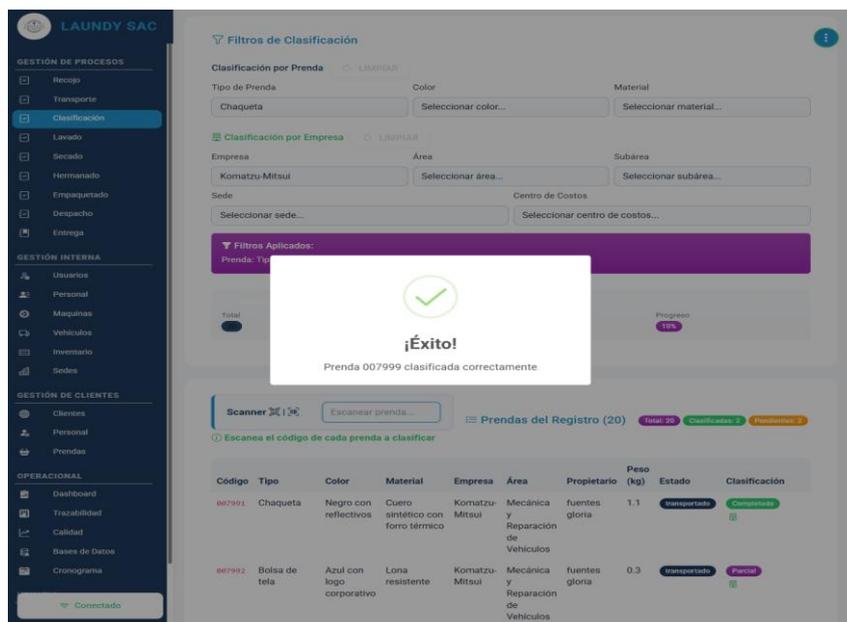


Fig. 25: Componente del Proceso de clasificación - Clasificación exitosa de una prenda.

Ejecución del Sprint 1 – HU-S1-03

En la Tabla XX, se aprecia la HU-S1-03, para el componente de Lavado, el que está directamente ligado al proceso de Lavado de ropa. Esta funcionalidad se utiliza cuando un operario de planta necesita registrar el lavado de prendas clasificadas en el proceso anterior.

Tabla XX: HU-S1-03: Registrar lavado de prendas clasificadas.

HISTORIA DE USUARIO HU-S1-03: REGISTRAR LAVADO	
Información General	
Campo	Descripción
ID	HU-S1-03
Título	Registrar lavado
Módulo	SILS0001FB-2 Módulo Trazabilidad
Persona Asignada	Franki Eli Briones Prieto
Estado	Finalizada
Fecha de Vencimiento	26 feb 2025
Fecha de Inicio	22 feb 2025
Prioridad	Alta
Descripción Detallada	
Aspecto	Detalle
Como	Operario de planta
Deseo	Registrar el ingreso de prendas al área de lavado
Para	Asegurar trazabilidad en caso de reclamos o errores

Este componente puede iniciar el ciclo de lavado de un flete, carrito, contenedor o paquete de prendas previamente clasificado, escaneando el código de clasificación, usando la funcionalidad del scanner QR o RFID. Una vez encontrado el registro de clasificación este será mostrado en la pantalla, con los datos de empresa cliente, la fecha de clasificación, el operario que realizo la clasificación y el total de prendas. El proceso de lavado cuenta con un formulario que permite configurar el tipo de lavado, la temperatura del agua, el tiempo del ciclo y el detergente a utilizar, como se puede ver en la Figura 26.

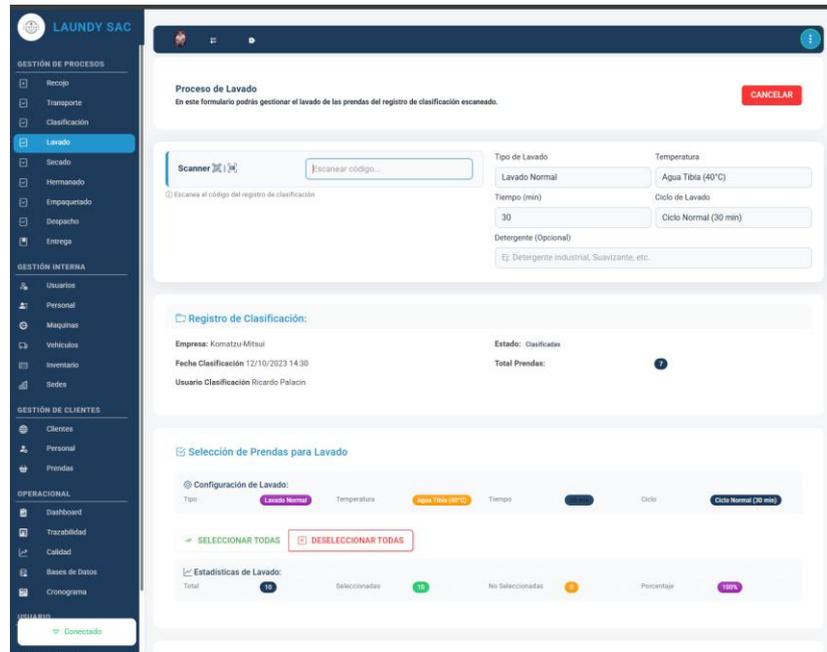


Fig. 26: Proceso de lavado de prendas - Configuración

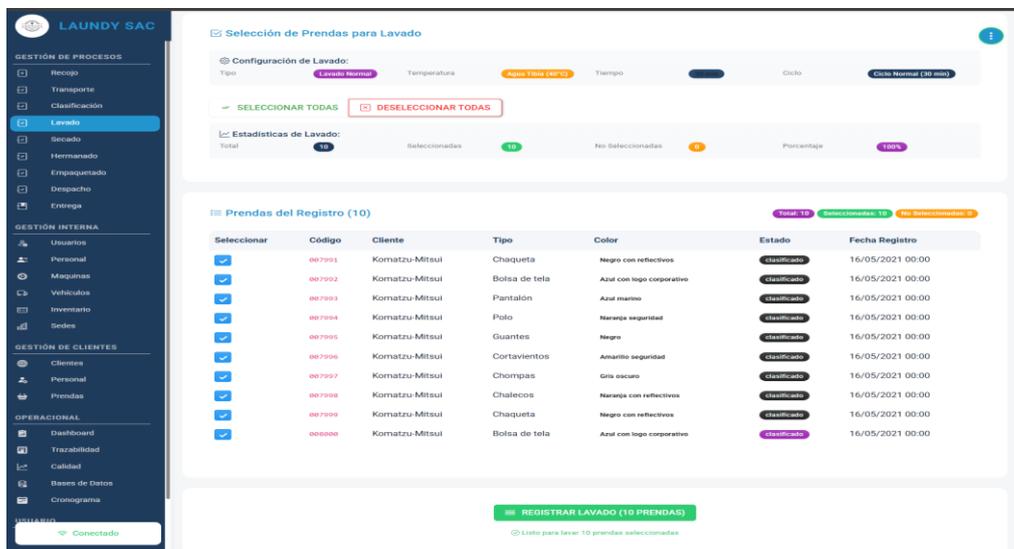


Fig. 27: Elección de prendas a lavar - Proceso de lavado.

Una vez que ya se desea inicial el lavado de las prendas del registro de clasificación, según el operario haya seleccionado, este podrá apreciar el porcentaje de prendas que iniciaran el proceso de lavado, y algunas estadísticas y datos del proceso como se aprecia en la Figura 27. El proceso inicia con la acción de registrar el lavado de las prendas seleccionadas, las cuales cambiaran de estado a “lavado”.

Ejecución del Sprint 1 – HU-S1-04

En la Tabla XXI, se aprecia la HU-S1-04, para el componente de Hermanado, el que está directamente ligado al proceso de Hermanado y empaquetado de ropa. Esta funcionalidad se utiliza cuando un operario de planta necesita registrar el lavado de prendas lavadas en el proceso anterior.

Tabla XXI: HU-S1-04: Registrar lavado de prendas clasificadas.

HISTORIA DE USUARIO HU-S1-04: REGISTRAR HERMANADO	
Información General	
Campo	Descripción
ID	HU-S1-04
Título	Registrar lavado
Módulo	SILS0001FB-2 Módulo Trazabilidad
Persona Asignada	Franki Eli Briones Prieto
Estado	Finalizada
Fecha de Vencimiento	28 feb 2025
Fecha de Inicio	24 feb 2025
Prioridad	Alta
Descripción Detallada	
Aspecto	Detalle
Como	Operario de planta
Deseo	Hermanar las prendas por cliente, sede y área
Para	Para facilitar su empaquetado y entrega correcta.

Este componente puede iniciar el ciclo de hermanado de un carrito, contenedor o paquete de prendas previamente lavado, escaneando el código de las prendas de la guía de remisión exportada del proceso de recojo, usando la funcionalidad del scanner QR o RFID. Las prendas escaneadas se irán mostrando en orden según su propietario, permitiendo un hermanado correcto, como se puede ver en la Figura 28. Una vez se confirme el hermando, se generará un nuevo registro que contenga los datos del proceso, que será enviado a la base de datos de reportes y liquidaciones.

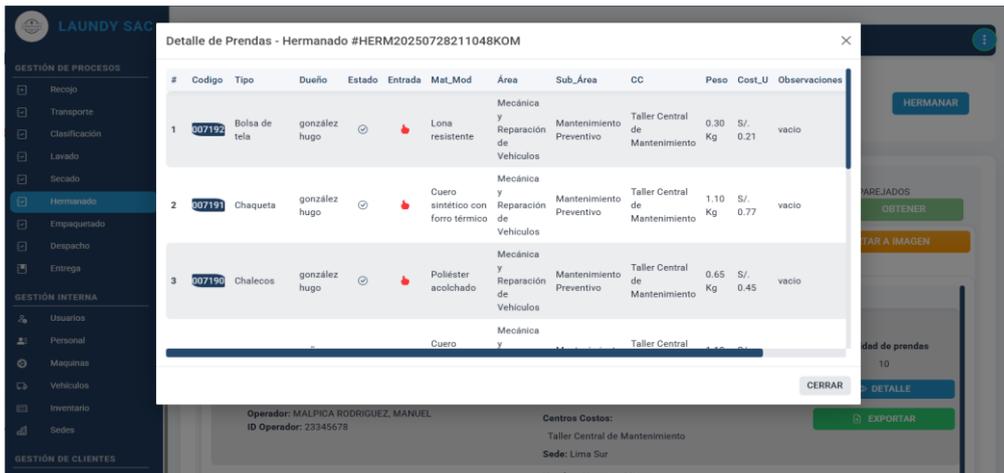


Fig. 30: Detalle de prendas hermanadas.

También se puede exportar la guía de remisión del registro, el cual mostrara detalles generales de peso total, costo total, operario que realizo el hermanado además del estado de cada prenda y en orden según su propietario, como se aprecia en la Figura 31.

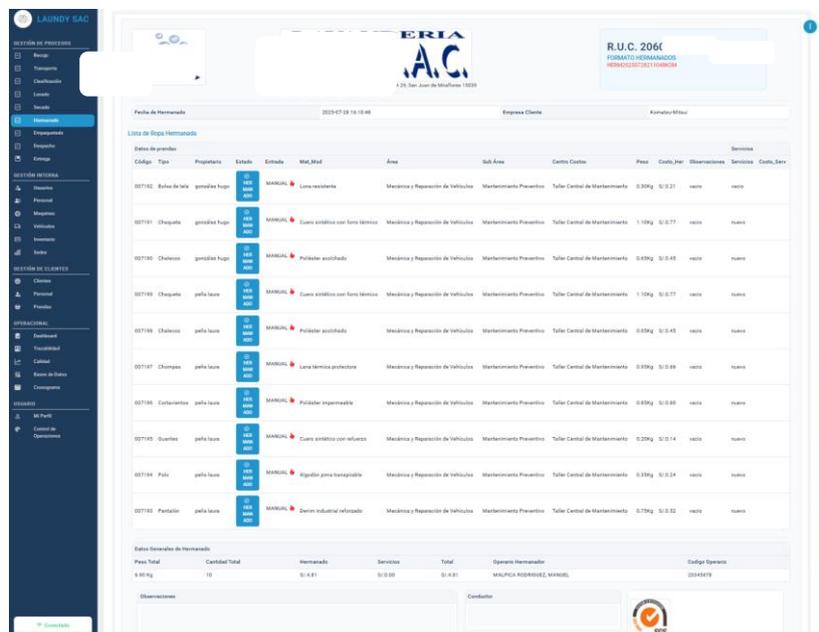


Fig. 31: Guía de remisión de hermanado.

Ejecución del Sprint 1 – HU-S1-05

En la Tabla XXII, se aprecia la HU-S1-05, para el componente de Hermanado, el que está directamente ligado al proceso de Hermanado y empaquetado de ropa. Esta funcionalidad se utiliza cuando un operario de planta necesita registrar el lavado de prendas lavadas en el proceso anterior.

Tabla XXII: HU-S1-05: Registrar entrega de prendas.

HISTORIA DE USUARIO HU-S1-05: REGISTRAR HERMANADO	
Información General	
Campo	Descripción
ID	HU-S1-05
Título	Registrar lavado
Módulo	SILS0001FB-2 Módulo Trazabilidad
Persona Asignada	Franki Eli Briones Prieto
Estado	Finalizada
Fecha de Vencimiento	02 mar 2025
Fecha de Inicio	26 mar 2025
Prioridad	Alta
Descripción Detallada	
Aspecto	Detalle
Como	Operario de planta
Deseo	Hermanar las prendas por cliente, sede y área
Para	Para facilitar su empaquetado y entrega correcta.

Este componente permite finalizar con el proceso de entrega de los contenedor o fletes de prendas previamente hermanados y empaquetados, escaneando el código de las prendas de la guía de remisión exportada del proceso de hermanado, usando la funcionalidad del scanner QR o RFID. Las prendas escaneadas se irán mostrando en orden según su propietario, permitiendo una entrega correcta y uniforme, una vez se confirme la entrega, con el código de validación escaneado del propietario, se generará el listado que contiene los datos del proceso, como se puede ver en la Figura 32.

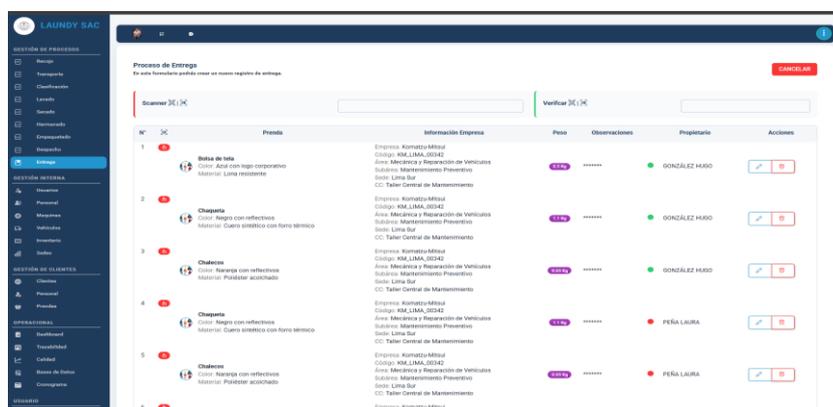


Fig. 32: Proceso de entrega de prendas.

Al iniciar con el registro de entrega, el sistema le pedirá una confirmación al operario para proceder con el registro, como se ve en la Figura 33. una vez confirmado, el registro aparecerá en el histórico de entregas como se aprecia en la Figura 34.

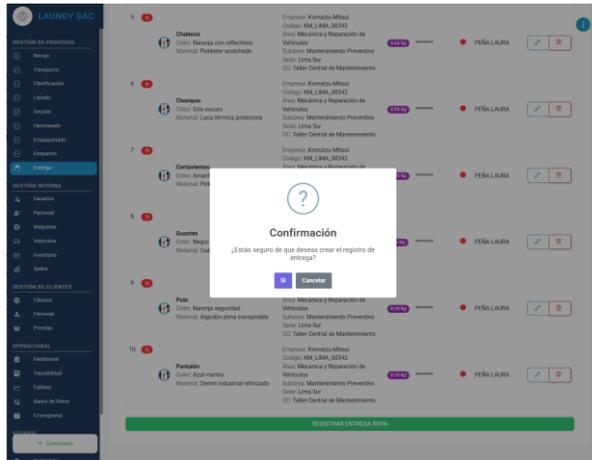


Fig. 33: Confirmación de entrega.

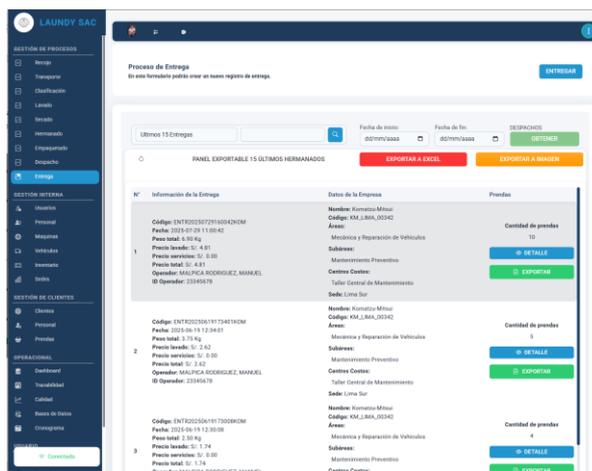


Fig. 34: Histórico de registros de entrega.

También permite visualizar el detalle de prendas entregadas, mostrando el código y el estado con el check de color verde, que muestra que la entrega ha sido confirmada y validada, como se ve en la Figura 35.

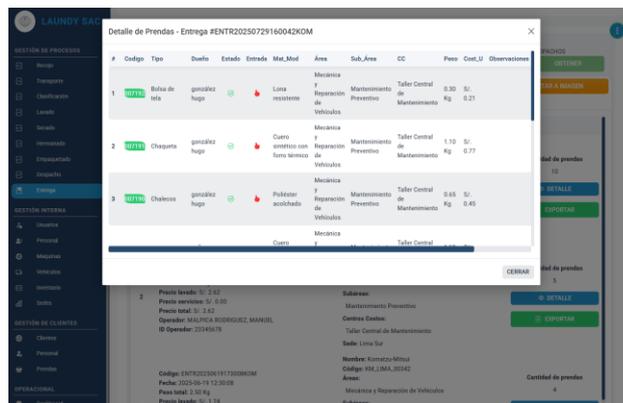


Fig. 35: Detalle de prendas entregadas.

Al finalizar la entrega de todos los fletes del cliente, se generan guías de remisión virtuales y exportables, que permiten, realizar anotaciones de observaciones del proceso. A demás de la información de la lista de ropa entregada, y el uso de verificaciones del estado de la entrega por prenda, si ha sido o no verificada, como se aprecia en la Figura 36.

Fig. 36: Guía de remisión al finalizar entrega de prendas.

3.1.1.2.3 Sprint 2 – Componentes internos

El Sprint 2 se orientó al desarrollo de los componentes internos del sistema, fortaleciendo la capa de administración y gestión operativa de la lavandería industrial. Durante esta iteración, el objetivo principal fue implementar un conjunto de módulos esenciales que garantizaran el control integral de los recursos humanos, las maquinarias, los vehículos y los suministros, contribuyendo así a la mejora de la operación general y asegurando la continuidad del servicio.

Las actividades desarrolladas se organizaron en tres ejes estratégicos: gestión de usuarios y permisos, administración de recursos internos y control de inventarios y logística. En el primer eje, se construyó un panel de usuarios que permite al administrador crear, editar y eliminar cuentas, asignar roles y permisos específicos, y validar accesos mediante autenticación segura (HU-S2-01). En el segundo eje, se desarrollaron funcionalidades para el registro y seguimiento del personal interno, incluyendo datos personales, áreas asignadas y turnos laborales (HU-S2-02), así como un módulo para la gestión de maquinarias, que permite registrar detalles técnicos, actualizar estados operativos, definir fechas de mantenimiento y emitir alertas preventivas (HU-S2-03). Finalmente, el tercer eje se centró en el control logístico de vehículos, habilitando el registro de unidades, la administración de rutas, el seguimiento de disponibilidad y la generación de reportes (HU-S2-04), junto con el panel de insumos, diseñado para registrar ingresos y consumos, controlar los niveles de stock y emitir alertas de abastecimiento,

asegurando así la continuidad del aprovisionamiento de productos críticos como detergentes, suavizantes y bolsas (HU-S2-05) (ver Tabla XXIII).

Tabla XXIII: Historias de Usuario – Sprint 2.

ID Historia	Enunciado de la HU	Módulo	Criterios de Aceptación	Prioridad	Esfuerzo	Estado
HU-S2-01	Crear componente de Panel de Usuarios	Componentes Internos	- Crear, editar y eliminar usuarios. - Asignar roles y permisos específicos. - Validar accesos con autenticación segura.	Alta	34 puntos	Completado
HU-S2-02	Crear componente de Panel de Personal		- Registrar datos personales y laborales. - Asignar áreas y turnos. - Generar reportes por periodo y área.	Alta	21 puntos	Completado
HU-S2-03	Crear componente de Panel de Maquinas		- Registrar maquinarias con detalles técnicos. - Actualizar estado operativo y fechas de mantenimiento. - Emitir alertas de mantenimiento próximo.	Alta	21 puntos	Completado
HU-S2-04	Crear componente de Panel de Vehículos		- Registrar vehículos y rutas asignadas. - Controlar disponibilidad y estado. - Generar reportes logísticos por ruta y fecha.	Alta	21 puntos	Completado
HU-S2-05	Crear componente de Panel de Insumos		- Registrar ingresos y consumos de insumos. - Controlar niveles de stock y emitir alertas de abastecimiento. - Generar reportes de consumo por periodo.	Alta	21 puntos	Completado

Métricas del Sprint 2

En el Sprint 2, el proyecto mantuvo una duración de dos semanas, equivalentes a diez días laborables, alcanzando una velocity ejecutada de 118 *story points*, coincidiendo plenamente con la velocity planificada. El burndown rate del 100 % evidenció el cumplimiento total de los objetivos establecidos, con la finalización de las cinco historias de usuario previstas. El promedio de esfuerzo por historia fue de 23,6 *story points*, lo que refleja un incremento en la complejidad de las funcionalidades desarrolladas respecto al sprint anterior. Asimismo, la eficiencia WIP se mantuvo en 1,0, confirmando que los límites de trabajo en progreso fueron respetados durante toda la iteración, lo que mejoró el flujo de desarrollo y evitó cuellos de botella en el proceso (ver Tabla XXIV).

Tabla XXIV: Métricas del Sprint 2.

Métrica	Valor
Duración	2 semanas (10 días laborables)
Velocity Planificada	118 story points
Velocity Ejecutada	118 story points
Burndown Rate	100% (sprint completado exitosamente)
Número de Historias	5 historias de usuario
Promedio de Esfuerzo/Historia	23.6 story points
Eficiencia WIP	1.0 (límites respetados durante todo el sprint)

Entregables Generados en el Sprint 2

- Panel de Gestión de Usuarios: Funcionalidad completa para creación, edición y asignación de roles.
- Módulo de Personal Interno: Registro detallado de operarios, áreas y turnos.
- Inventario de Maquinarias: Registro, actualización y alertas de mantenimiento programado.
- Control Logístico de Vehículos: Administración de disponibilidad, rutas y asignaciones.
- Gestión de Insumos: Control integral de ingresos, consumos y niveles de stock con reportes automatizados.

Ejecución del Sprint 2 – HU-S2-01

En la Tabla XXV, se aprecia la HU-S2-01, para el componente de “panel de usuarios”, el que está directamente ligado a la gestión de usuarios del sistema. Esta funcionalidad se utiliza cuando un operario administrador necesita crear, actualizar o eliminar los usuarios del sistema, usando los roles y permisos necesarios según se requiera.

Tabla XXV: HU-S2-01: panel de gestión de usuarios.

HISTORIA DE USUARIO HU-S2-01: PANEL DE GESTIÓN DE USUARIOS	
Información General	
Campo	Descripción
ID	HU-S2-01
Título	Registrar recojo de prendas
Módulo	SILS0001FB-3 Módulo Trazabilidad
Persona Asignada	Franki Eli Briones Prieto
Estado	Finalizada
Fecha de Vencimiento	07 mar 2025
Fecha de Inicio	03 mar 2025
Prioridad	Alta

HISTORIA DE USUARIO HU-S2-01: PANEL DE GESTIÓN DE USUARIOS	
Descripción Detallada	
Aspecto	Detalle
Como	Operario administrador
Deseo	Gestionar un panel de usuarios con opción de creación, edición y asignación de roles
Para	Mantener el control de accesos y permisos

Este componente, como se aprecia en la Figura 37 puede realizar la creación de usuarios, con los datos personales, como el tipo de documento, nombres, apellidos, email y dirección que son primordiales para el registro de información para el uso del sistema, además se añaden datos de contacto y rol, fecha de nacimiento, dependencia, cargo y área de labores y la imagen de identificación, además de la contraseña, con la cual ingresara al sistema.

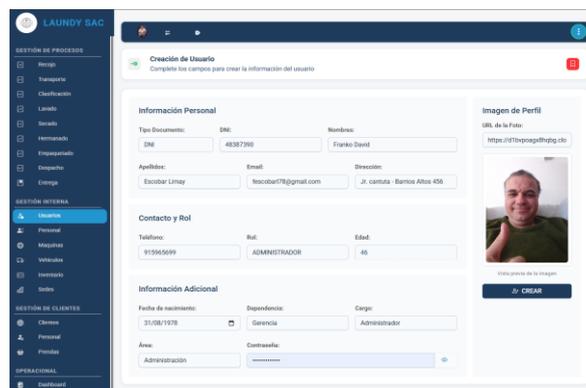


Fig. 37: Componente Panel de usuarios.

También este panel permite visualizar todos los usuarios, como se ve en la Figura 38, con los datos más relevantes que son nombre, rol, correo y fotografía, además de incluir las funcionalidades de ver detalle (ver Figura 39), editar (ver Figura 40) y eliminar (ver Figura 41).

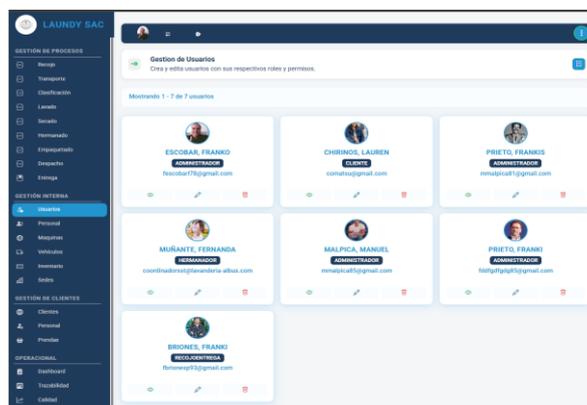


Fig. 38: Componente Panel de usuarios - Todos los usuarios.

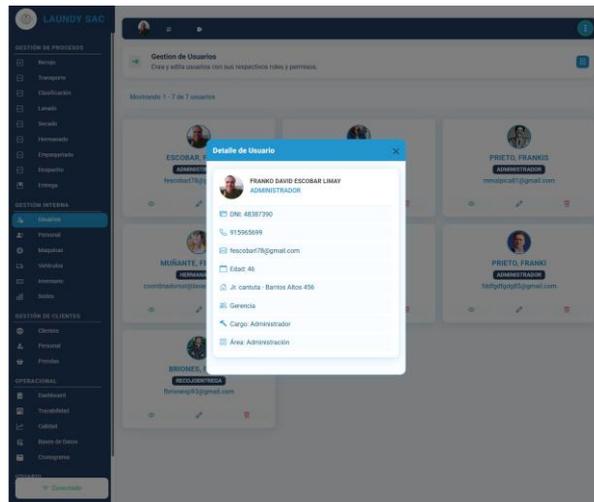


Fig. 39: Componente Panel de usuarios - Detalle.

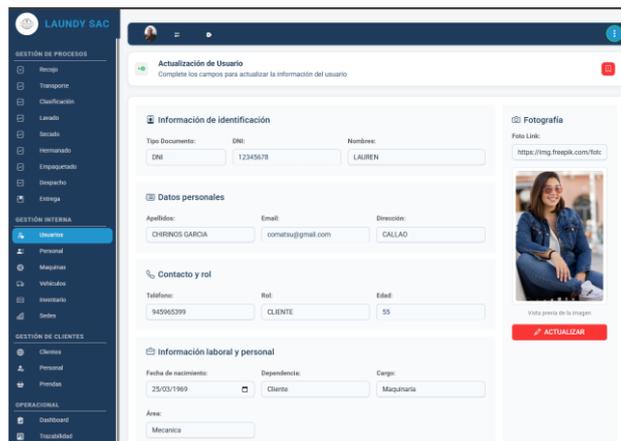


Fig. 40: Componente Panel de usuarios - Editar usuario.

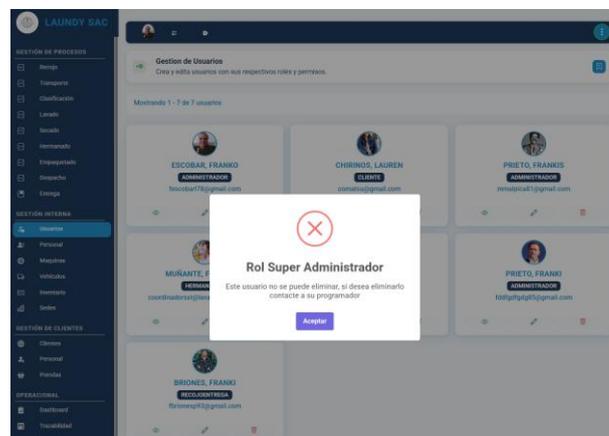


Fig. 41: Componente Panel de usuarios - Eliminar usuario.

En el caso se desee eliminar un administrador, esto tendrá que hacerse desde la plataforma Clod Firebase, en la administración de usuarios, por lo que muestra un popup indicando que es

necesario contactar con el responsable de nube para solicitar la baja, mostrando la efectividad de las medidas de seguridad, a continuación, se muestra el administrador de usuarios desde la nube (ver Figura 42).

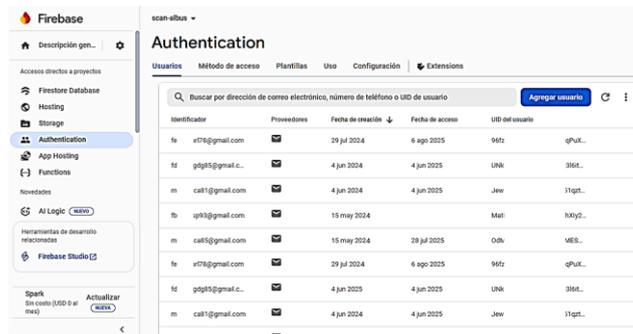


Fig. 42: Firebase Authentication - Usuarios

Ejecución del Sprint 2 – HU-S2-02

En la Tabla XXVI, se aprecia la HU-S2-02, para el componente de “panel de personal”, el que está directamente ligado a la gestión del personal de la empresa de lavandería de Lima. Este componente se utiliza cuando un operario administrador necesita crear, actualizar o eliminar a los operarios de la lavandería, según se requiera.

Tabla XXVI: HU-S2-02: Panel de gestión de personal interno.

HISTORIA DE USUARIO HU-S2-02: PANEL DE GESTIÓN DE PERSONAL INTERNO	
Información General	
Campo	Descripción
ID	HU-S2-02
Título	Registrar recojo de prendas
Módulo	SILS0001FB-3 Módulo Trazabilidad
Persona Asignada	Franki Eli Briones Prieto
Estado	Finalizada
Fecha de Vencimiento	09 mar 2025
Fecha de Inicio	05 mar 2025
Prioridad	Alta
Descripción Detallada	
Aspecto	Detalle
Como	Operario administrador
Deseo	Contar con un panel de personal interno de la lavandería
Para	Gestionar datos de operarios, áreas asignadas y turnos.

Este componente puede registrar (ver Figura 43) y editar (ver Figura 44) al personal de la empresa a partir de una sede específica y los datos personales, como el tipo de documento, nombres, apellidos, email y dirección, también se guardan datos como la foto de identificación,

teléfono, edad, fecha de nacimiento y lo más importante para la gestión de RRHH el cargo, dependencia y área de labores.

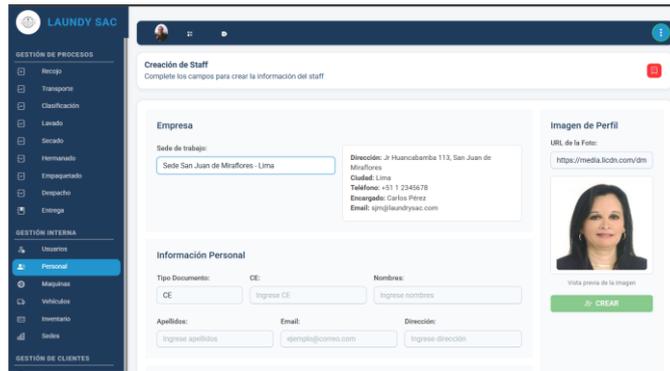


Fig. 43: Panel de personal - Nuevo registro de personal.

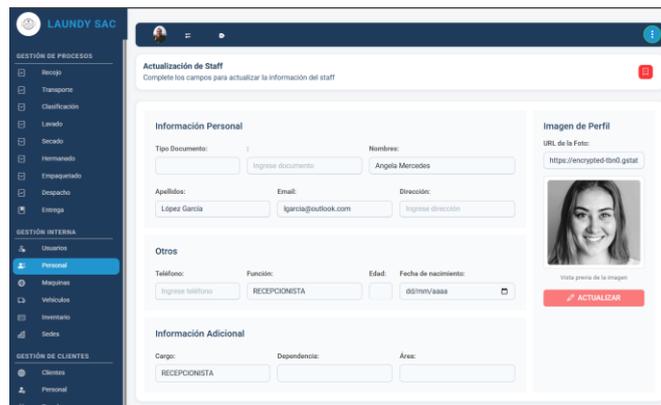


Fig. 44: Panel de personal - Edición de un registro.

A su vez permite también visualizar la malla de personal que se tiene en la sede, como se ve en la Figura 45, la cual muestra datos principales como nombre, cargo, email y además botones de acción como visualizar detalle, editar o eliminar personal. Cabe resaltar que alrededor del 90% del personal de la lavandería cuenta con un usuario, según su rol.

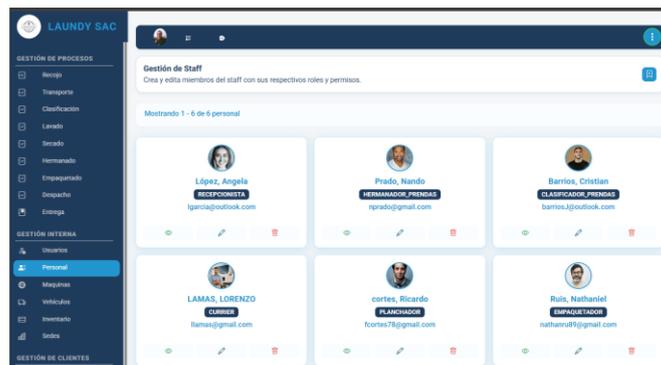


Fig. 45: Panel de personal - Malla del personal activo

En el caso se desee eliminar un registro de un trabajador, que forma parte del personal de la sede la lavandería, se pedirá una confirmación para proceder con la acción, en caso sea denegada, se cancela el proceso de eliminación, y en caso se acepte, se procede con la eliminación, como se ve en la imagen 46.

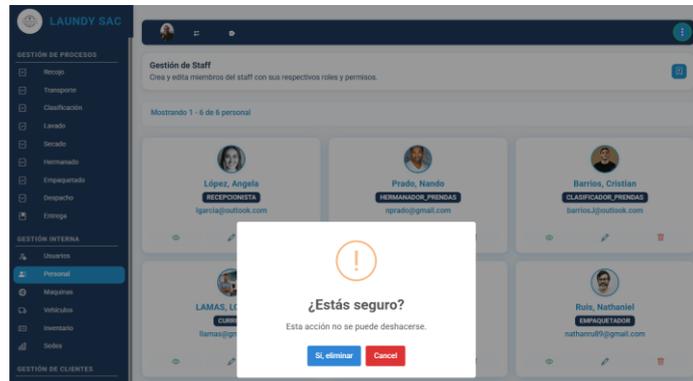


Fig. 46: Panel de personal - Eliminación de registro

Ejecución del Sprint 2 – HU-S2-03

En la Tabla XXVII, se aprecia la HU-S2-03, para el componente de “panel de máquinas”, el que está directamente ligado a la gestión de las maquinas existentes en la lavandería. Esta funcionalidad se utiliza cuando un operario administrador necesita crear, actualizar o eliminar los usuarios del sistema, usando los roles y permisos necesarios según se requiera.

Tabla XXVII: HU-S2-03: Panel de gestión de máquinas.

HISTORIA DE USUARIO HU-S2-03: PANEL DE GESTIÓN DE MÁQUINAS	
Información General	
Campo	Descripción
ID	HU-S2-03
Título	Registrar recojo de prendas
Módulo	SILS0001FB-3 Módulo Trazabilidad
Persona Asignada	Franki Eli Briones Prieto
Estado	Finalizada
Fecha de Vencimiento	12 mar 2025
Fecha de Inicio	08 mar 2025
Prioridad	Alta
Descripción Detallada	
Aspecto	Detalle
Como	Jefe de planta

HISTORIA DE USUARIO HU-S2-03: PANEL DE GESTIÓN DE MÁQUINAS

Deseo	Registrar y actualizar el inventario de maquinarias con sus características, estado operativo y fecha de mantenimiento
Para	Asegurar el adecuado uso y evitar retrasos el proceso

Este componente permite gestionar el inventario de máquinas por sedes de la lavandería (ver Figura 47), lo que permite un adecuado control de la existencia de estos recursos, además de mostrar información en tiempo real sobre el estado de estas, con indicadores de actividad, mantenimiento, ciclos diarios y eficiencia de las mismas.

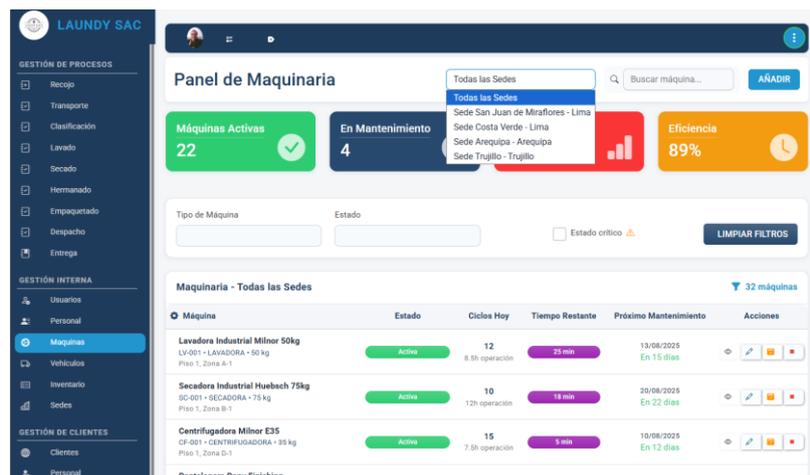


Fig. 47: Panel de máquinas - Gestión por sede.

Este panel permite aplicar además filtros por los tipos de maquina (ver Fig. 48) y su estado (ver Fig.49), además de un acceso rápido a la lista de máquinas en estado crítico (ver Fig. 50).

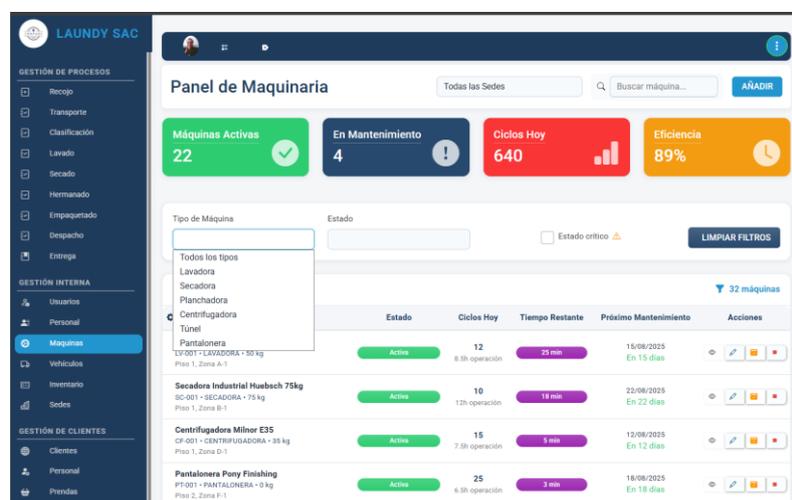


Fig. 48: Panel de máquinas - Filtro de tipo.

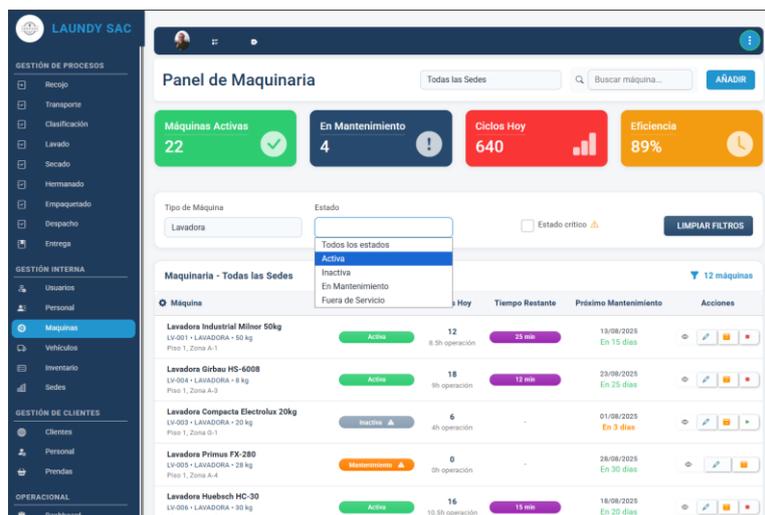


Fig. 49: Panel de máquinas - Filtro de estado.

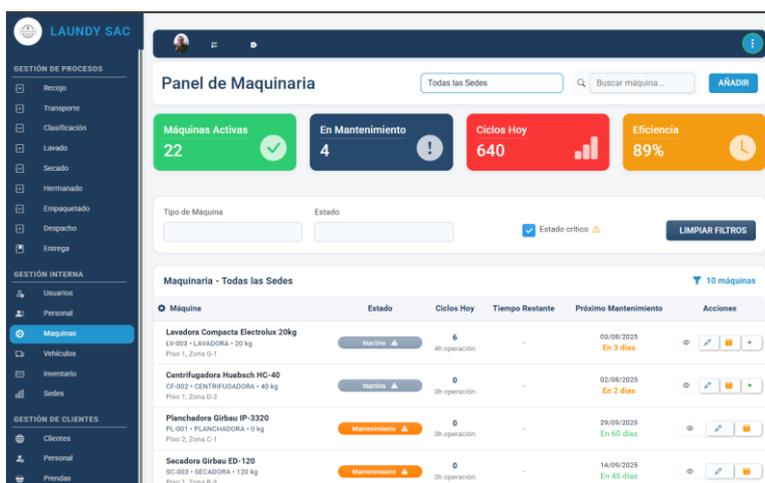


Fig. 50: Panel de máquinas - Filtro de estado crítico.

Ejecución del Sprint 2 – HU-S2-04

En la Tabla XXVIII, se aprecia la HU-S2-04, para el componente de “panel de vehículos”, el que está directamente ligado al control de los vehículos de la lavandería.

Tabla XXVIII: HU-S2-04: Panel de gestión de vehículos.

HISTORIA DE USUARIO HU-S2-04: PANEL DE GESTIÓN DE VEHÍCULOS	
Información General	
Campo	Descripción
ID	HU-S2-04
Título	Registrar recojo de prendas
Módulo	SILS0001FB-3 Módulo Trazabilidad
Persona Asignada	Franki Eli Briones Prieto
Estado	Finalizada
Fecha de Vencimiento	14 mar 2025

HISTORIA DE USUARIO HU-S2-04: PANEL DE GESTIÓN DE VEHÍCULOS	
Fecha de Inicio	10 mar 2025
Prioridad	Alta
Descripción Detallada	
Aspecto	Detalle
Como	Administrador logístico
Deseo	Llevar el control de los vehículos (furgones) utilizados en la recolección y entrega de prendas, incluyendo disponibilidad, rutas y asignaciones
Para	Asegurar el adecuado uso y evitar retrasos el proceso

Este componente permite gestionar el inventario de vehículos por sedes de la lavandería (ver Figura 51), lo que permite un adecuado control de la existencia de estos recursos, visualizando en la tabla el estado, la hora de retorno, la ruta asignada, el conductor, la cantidad de entregas que ha realizado y la fecha del próximo mantenimiento de cada unidad. También tiene la funcionalidad de agregar (ver Fig. 52), editar (ver Fig. 53), y eliminar las unidades vehiculares.

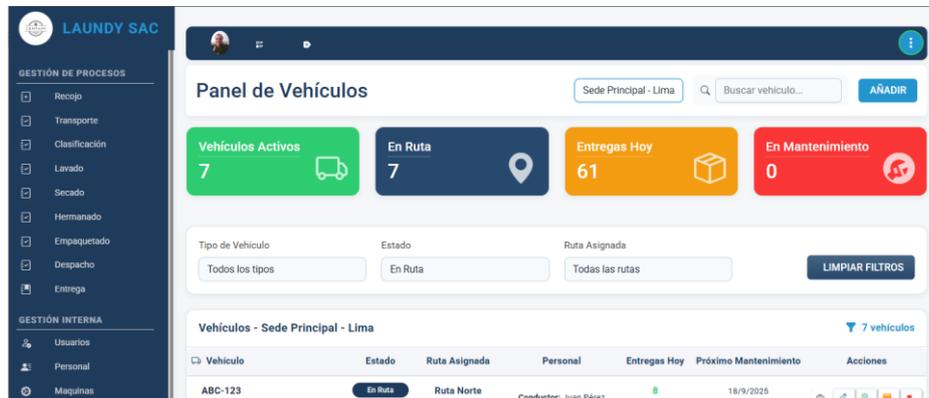


Fig. 51: Panel de vehículos

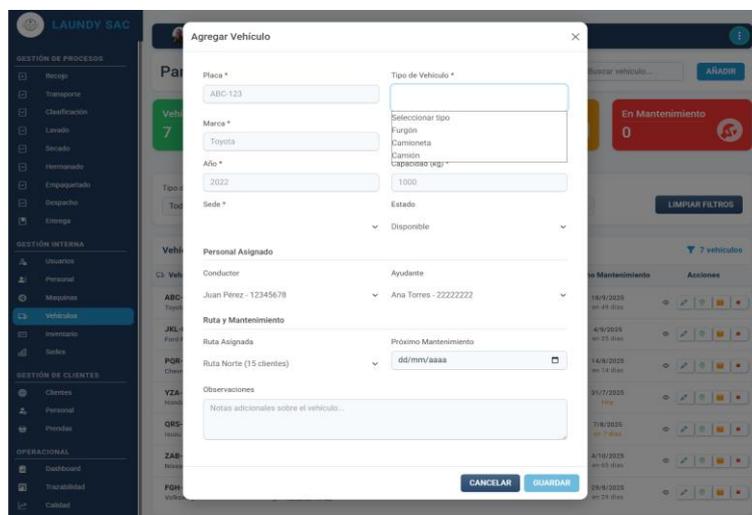


Fig. 52: Panel de vehículos - Agregar vehículo.

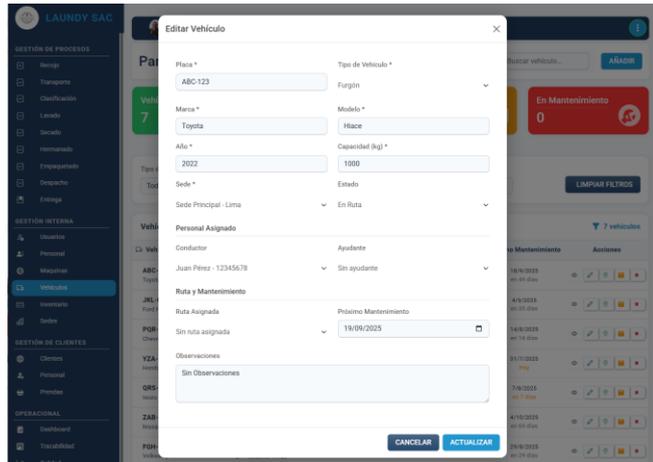


Fig. 53: Panel de vehículos - Editar vehículo.

Además, se puede inicializar o finalizar la ruta, según las coordinaciones como se ve en las fig. 54 y 55.

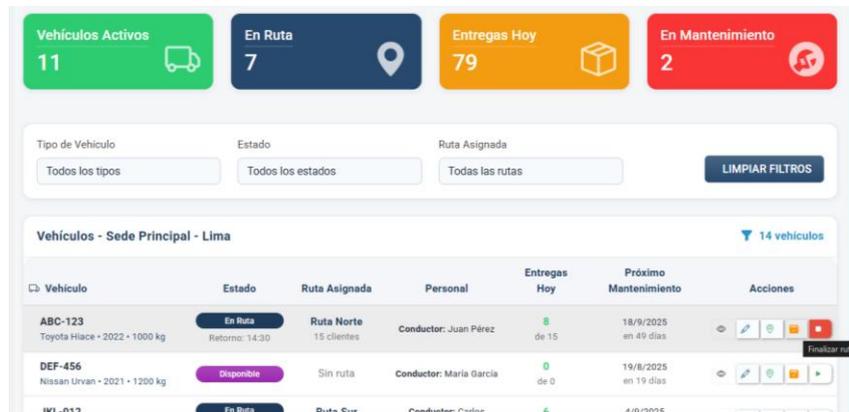


Fig. 54: Panel de vehículos - Finalizar ruta.

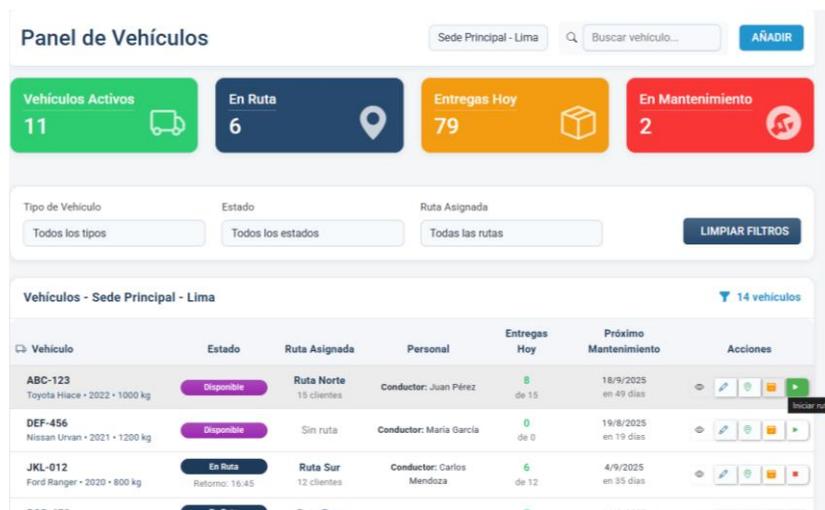


Fig. 55: Panel de vehículos - Iniciar ruta.

Ejecución del Sprint 2 – HU-S2-05

En la Tabla XXIX, se aprecia la HU-S2-05, para el componente de “panel de inventario”, el que está directamente ligado al control de los materiales e insumos utilizados durante el proceso de lavado.

Tabla XXIX: HU-S2-05: Panel de gestión de inventario.

HISTORIA DE USUARIO HU-S2-05: PANEL DE GESTIÓN DE INVENTARIO	
Información General	
Campo	Descripción
ID	HU-S2-05
Título	Registrar recojo de prendas
Módulo	SILS0001FB-3 Módulo Trazabilidad
Persona Asignada	Franki Eli Briones Prieto
Estado	Finalizada
Fecha de Vencimiento	16 mar 2025
Fecha de Inicio	12 mar 2025
Prioridad	Alta
Descripción Detallada	
Aspecto	Detalle
Como	Administrador logístico
Deseo	Llevar el control de los vehículos (furgones) utilizados en la recolección y entrega de prendas, incluyendo disponibilidad, rutas y asignaciones
Para	Asegurar el adecuado uso y evitar retrasos el proceso

Este componente fue diseñado para gestionar de manera integral el inventario de insumos de la lavandería, organizándolos por categorías con el fin de garantizar un control preciso sobre la disponibilidad de los recursos de limpieza y suministros generales (ver Figura 56). El sistema clasifica los productos en detergentes, suavizantes, blanqueadores, quitamanchas, desinfectantes, insumos generales, empaques y accesorios, mostrando en una tabla el estado actual del inventario (disponible, stock bajo, agotado, vencido, bloqueado o en tránsito; ver Figura 57). Asimismo, permite visualizar el tipo de producto según su presentación física (líquido, polvo, tabletas, cápsulas, aerosol, sólido u otros; ver Figura 58), junto con información detallada sobre la cantidad disponible por sede, fechas de vencimiento, proveedor asignado, costo unitario y fecha de la última actualización de cada insumo. Adicionalmente, incorpora funcionalidades para la generación automática de alertas cuando los productos están próximos a vencer o cuando el stock cae por debajo del umbral mínimo establecido, posibilitando una gestión proactiva del inventario y asegurando la continuidad operativa de los servicios de lavandería.

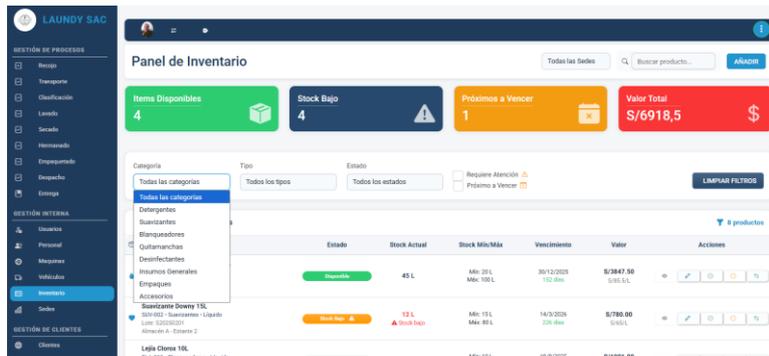


Fig. 56: Panel de inventario de insumos - Sede y categoría.

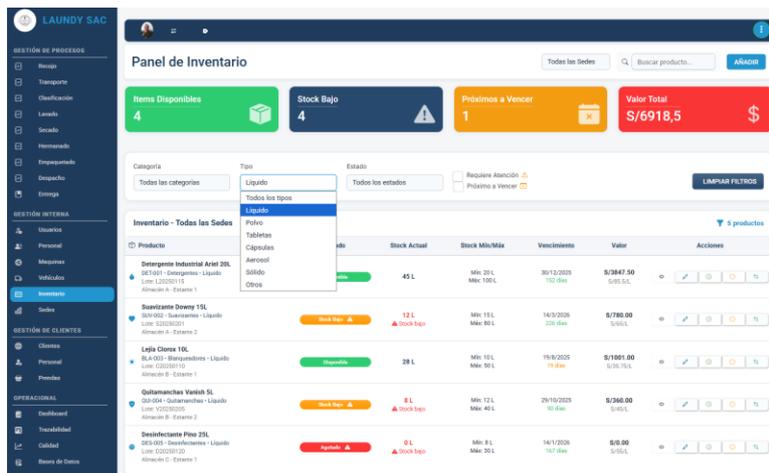


Fig. 57: Panel de inventario de insumos - Sede, categoría y tipo.

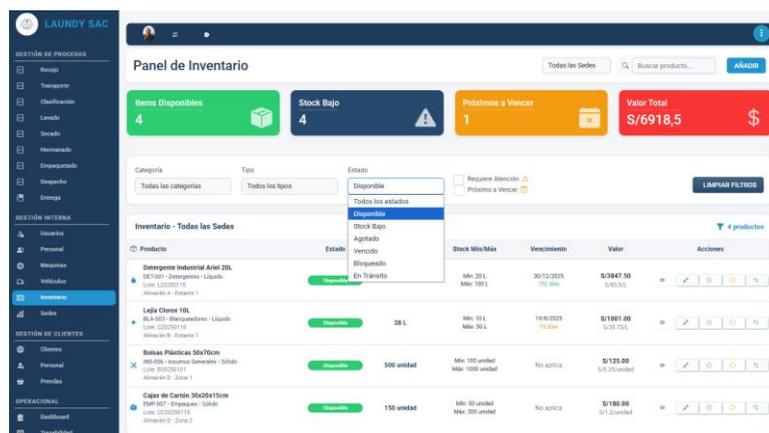


Fig. 58: Panel de inventario de insumos - Sede, categoría, tipo y estado.

3.1.1.2.4 Sprint 3 – Módulo de gestión de clientes

El Sprint 3 se enfocó en el desarrollo del módulo de gestión de clientes, consolidando las bases para la administración integral de la cartera comercial de la lavandería industrial. Durante esta iteración, el objetivo principal fue implementar un sistema robusto para el registro y

seguimiento de clientes corporativos, incorporando funcionalidades orientadas a la gestión de representantes autorizados y a la catalogación detallada de prendas asociadas a cada cuenta, lo que fortaleció la personalización de los servicios y contribuyó al mantenimiento de relaciones comerciales sólidas y sostenibles. En esta fase se completaron tres historias de usuario clave: la creación del componente de cliente comercial (HU-S3-01), que permite registrar datos corporativos completos, gestionar múltiples sedes y generar reportes actualizados del padrón; el componente de personal autorizado (HU-S3-02), diseñado para asociar múltiples contactos por cliente, mantener actualizada su información y generar directorios de contacto; y el componente de prendas del cliente (HU-S3-03), que habilita la catalogación de prendas, la definición de tratamientos especiales, el registro de características específicas y la generación de etiquetas de identificación. Estas funcionalidades establecieron un marco operativo que potencia la eficiencia en la administración comercial y facilita la adaptación del servicio a las necesidades específicas de cada cuenta corporativa (ver Tabla XXX).

Historias de Usuario – Sprint 3

Tabla XXX: Historias de Usuario – Sprint 3.

ID Historia	Enunciado de la HU	Módulo	Criterios de Aceptación	Prioridad	Esfuerzo	Estado
HU-S3-01	Crear componente de Cliente Comercial	Core – Módulo de Gestión de Clientes	<ul style="list-style-type: none"> - Registrar datos corporativos completos. - Gestionar múltiples sedes por cliente. - Generar reportes del padrón actualizado. 	Alta	13 puntos	Completado
HU-S3-02	Crear componente de Personal Autorizado		<ul style="list-style-type: none"> - Asociar múltiples contactos por cliente. - Gestionar datos de contacto actualizados. - Generar directorio de contactos por cliente. 	Alta	21 puntos	Completado
HU-S3-03	Crear componente de Prendas del Cliente		<ul style="list-style-type: none"> - Catalogar prendas por cliente. - Definir tratamientos especiales por tipo. - Registrar características específicas. - Generar etiquetas de identificación. 	Alta	21 puntos	Completad

Las actividades desarrolladas se organizaron en tres componentes fundamentales: administración del padrón de clientes, gestión del personal autorizado y catalogación de prendas por cliente. En el primer componente, se construyó un sistema robusto para el registro de datos corporativos, que incluyó información legal, fiscal y de contacto de cada cliente (ver Figura 59). En el segundo componente, se implementó la funcionalidad que permite asociar múltiples representantes autorizados por cliente, definiendo roles específicos y permisos diferenciados para diversas operaciones (ver Figura 60). Finalmente, el tercer componente se enfocó en la creación de un inventario detallado de prendas por cliente, lo que posibilitó la trazabilidad completa desde la recepción hasta la entrega, incorporando especificaciones técnicas para tratamientos especializados cuando fuera necesario (ver Figura 61).

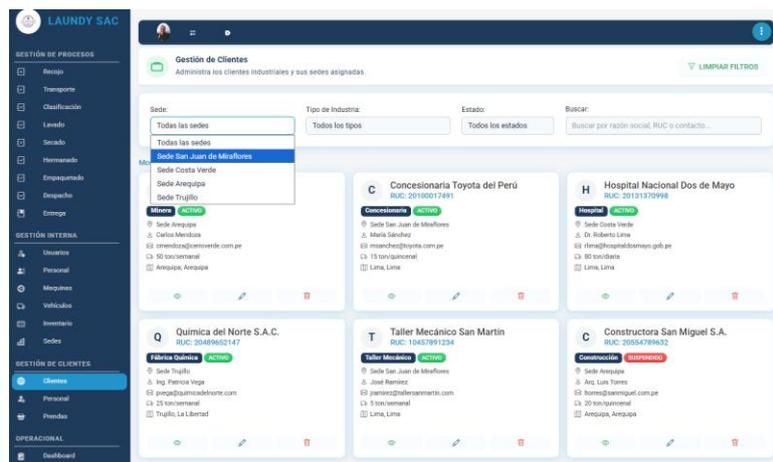


Fig. 59: Modulo Clientes - Componente padrón de clientes.

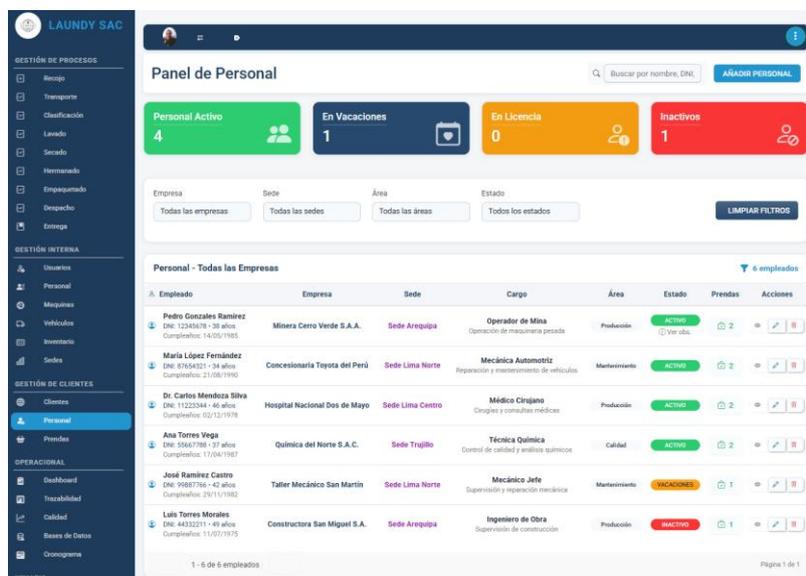


Fig. 60: Modulo Clientes - Componente panel de personal de los clientes.

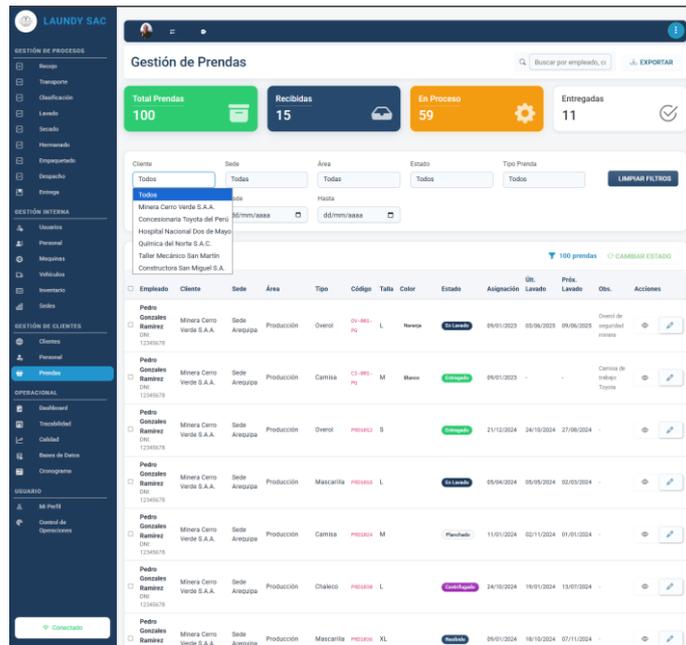


Fig. 61: Modulo Clientes - Componente panel de prendas del personal de los clientes.

Métricas del Sprint 3

En el Sprint 3, el desarrollo mantuvo una duración de dos semanas, equivalentes a diez días laborables, alcanzando una velocity ejecutada de 55 story points, que coincidió plenamente con la velocity planificada, evidenciando un cumplimiento total de los objetivos propuestos. El burndown rate del 100 % confirmó que las tres historias de usuario previstas fueron completadas exitosamente, con un promedio de esfuerzo de 18,3 story points por historia, reflejando una complejidad moderada en las funcionalidades desarrolladas. Asimismo, la eficiencia WIP se mantuvo en 1,0, lo que indica que los límites de trabajo en progreso fueron respetados durante toda la iteración, mejorando el flujo de desarrollo y evitando cuellos de botella en el proceso (ver Tabla XXXI).

Tabla XXXI: Métricas del Sprint 3.

Métrica	Valor
Duración	2 semanas (10 días laborables)
Velocity Planificada	55 story points
Velocity Ejecutada	55 story points
Burndown Rate	100% (sprint completado exitosamente)
Número de Historias	3 historias de usuario
Promedio de Esfuerzo/Historia	18.3 story points
Eficiencia WIP	1.0 (límites respetados durante todo el sprint)

Entregables Generados en el Sprint 3

- Módulo de Padrón de Clientes: Sistema completo para registro y gestión de datos corporativos con validaciones fiscales automatizadas.
- Gestión de Personal Autorizado: Funcionalidad para asociar y administrar múltiples contactos por cliente con roles diferenciados.
- Catálogo de Prendas por Cliente: Inventario detallado de prendas con especificaciones técnicas y tratamientos especiales.
- Sistema de Etiquetado: Generación automática de códigos de identificación y etiquetas para trazabilidad.
- Reportes Comerciales: Dashboard de clientes con métricas de actividad y estados de cuenta.

3.1.1.2.5 Sprint 4 – Módulo de analítica y reportes

El Sprint 4 se centró en el desarrollo del módulo de analítica y reportes, consolidando las capacidades de inteligencia de negocio del sistema para respaldar la toma de decisiones estratégicas y operativas en la lavandería industrial. Durante esta iteración, el objetivo principal fue implementar un sistema integral de monitoreo, análisis y visualización de datos, que proporcionara a los distintos niveles organizacionales información relevante, actualizada y procesable, orientada a mejorar la gestión empresarial y mejorar la eficiencia operativa. Para ello, se desarrollaron cuatro componentes clave: el Dashboard (HU-S3-01), diseñado para mostrar indicadores clave de rendimiento (KPIs) en tiempo real, visualizar gráficos interactivos de tendencias, configurar alertas por umbrales críticos, actualizar automáticamente cada cinco minutos y permitir la exportación en formatos PDF y Excel; el módulo de Reportes (HU-S3-02), que habilita la generación de informes filtrados por cliente, sede y fecha, con opciones de exportación en múltiples formatos (Excel, PDF y CSV); el componente de Liquidación (HU-S3-03), orientado a calcular automáticamente totales y subtotales según criterios definidos y exportar la información en formatos contables estándar; y la interfaz de base de datos (HU-S3-04), que permite subir archivos en formato CSV bajo un esquema de control de accesos basado

en roles y permisos. Este sprint estableció el núcleo analítico del sistema, dotando a la organización de una plataforma robusta para el análisis de desempeño, la generación de reportes estratégicos y la gestión eficiente de datos (ver Tabla XXXII).

Historias de Usuario – Sprint 4

Tabla XXXII: Historias de Usuario – Sprint 4.

ID Historia	Enunciado de la Historia de Usuario	Módulo	Criterios de Aceptación	Prioridad	Esfuerzo	Estado
HU-S3-01	Crear el Componente Dashboard	Core – Módulo de Analítica y Reportes	<ul style="list-style-type: none"> - Mostrar KPIs en tiempo real. - Visualizar gráficos interactivos de tendencias. - Configurar alertas por umbrales críticos. - Actualizar automáticamente cada 5 minutos. - Exportar dashboard en formatos PDF/Excel 	Alta	21 puntos	Completado
HU-S3-02	Crear el Componente Reportes		<ul style="list-style-type: none"> - Aplicar filtros múltiples (cliente, sede, fecha). - Generar reportes en formatos Excel, PDF y CSV. - Generar directorio de contactos por cliente. 	Alta	13 puntos	Completado
HU-S3-03	Crear el Componente Liquidación		<ul style="list-style-type: none"> - Generar liquidaciones por diferentes criterios. - Calcular automáticamente totales y subtotales. - Exportar en formatos contables estándar. 	Alta	21 puntos	Completado
HU-S3-04	Crear el Componente Interfaz de Base de Datos		<ul style="list-style-type: none"> - Controlar accesos por roles y permisos. - Subir bases de datos en formato CSV. 	Alta	21 puntos	Completado

Las actividades del Sprint 4 se estructuraron en cuatro ejes fundamentales: dashboards ejecutivos, generación de reportes especializados, gestión de liquidaciones financieras y consulta controlada de bases de datos. En el primer eje, se desarrolló un centro de comando basado en dashboards interactivos, que integra indicadores clave de desempeño (KPIs) para el monitoreo en tiempo real de las operaciones críticas de la lavandería (ver Figura 62). En el segundo eje, se implementó un motor avanzado de reportes parametrizables, con múltiples opciones de filtrado y exportación en diversos formatos, orientado a facilitar el análisis

detallado de la información operativa (ver Figura 63). El tercer eje estuvo enfocado en la automatización de procesos financieros, mediante la generación de liquidaciones detalladas con criterios flexibles de agrupación y cálculo automático de totales y subtotales (ver Figura 64).

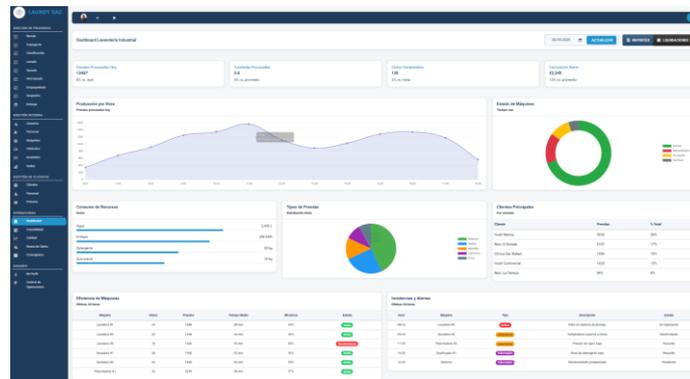


Fig. 62: Modulo Clientes - Componente Dashboard.

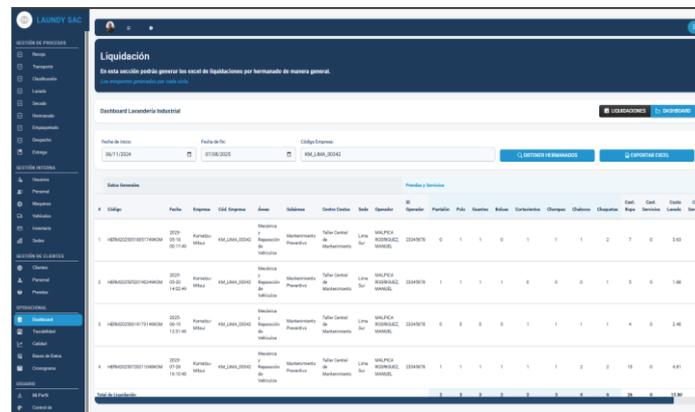


Fig. 63: Modulo Clientes - Componente Reportes.

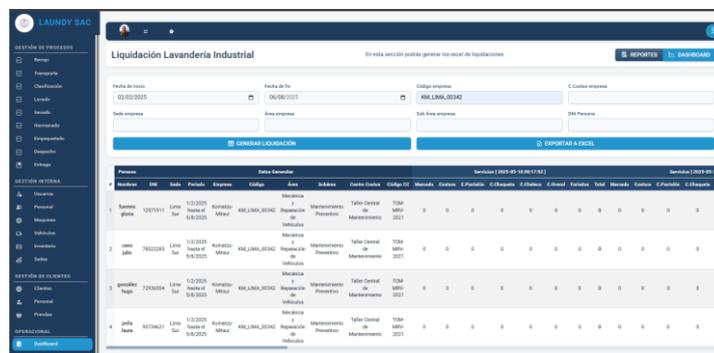


Fig. 64: Modulo Clientes - Componente Liquidación.

Finalmente, el cuarto eje consistió en el desarrollo de una interfaz segura para la consulta controlada de bases de datos, que permite la ejecución de auditorías y validaciones especializadas bajo un esquema de control de accesos por roles y permisos (ver Figura 65).

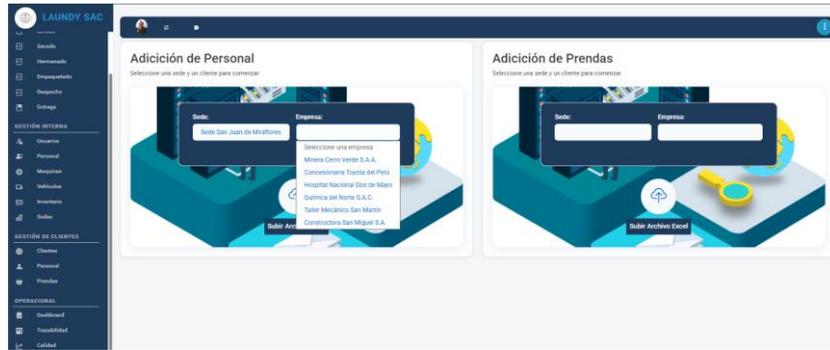


Fig. 65: Modulo Clientes - Componente Interfaz de Base de Datos.

Métricas del Sprint 4

En el Sprint 4, el desarrollo mantuvo una duración de dos semanas, equivalentes a diez días laborables, logrando una velocity ejecutada de 76 *story points*, que coincidió plenamente con la velocity planificada, lo que evidenció una adecuada proyección y gestión del trabajo asignado. El burndown rate del 100 % reflejó el cumplimiento total de las metas planteadas para esta iteración, que incluyó el desarrollo de cuatro historias de usuario, con un promedio de esfuerzo de 19 *story points* por historia, lo que indica una complejidad moderada en las funcionalidades abordadas. Asimismo, la eficiencia WIP se mantuvo en 1,0, confirmando que los límites de trabajo en progreso fueron estrictamente respetados, mejorando el flujo de desarrollo y minimizando riesgos de sobrecarga (ver Tabla XXXIII).

Tabla XXXIII: Métricas del Sprint 4.

Métrica	Valor
Duración	2 semanas (10 días laborables)
Velocity Planificada	76 story points
Velocity Ejecutada	76 story points
Burndown Rate	100% (sprint completado exitosamente)
Número de Historias	4 historias de usuario
Promedio de Esfuerzo/Historia	19 story points
Eficiencia WIP	1.0 (límites respetados durante todo el sprint)

Entregables Generados en el Sprint 4

- Dashboard Ejecutivo: Centro de comando interactivo con indicadores clave de desempeño (KPIs) en tiempo real y visualizaciones dinámicas de tendencias operativas.

- Motor de Reportes: Sistema avanzado y parametrizable para la generación de reportes con filtros múltiples y opciones de exportación en diversos formatos.
- Módulo de Liquidaciones: Herramienta de automatización de procesos financieros con cálculos automáticos, criterios flexibles de agrupación y compatibilidad con formatos contables estándar.
- Biblioteca de Reportes Predefinidos: Conjunto de plantillas diseñadas para satisfacer las necesidades informativas de diferentes roles y niveles organizacionales.

3.1.2 FASE DE SEGUIMIENTO Y CONTROL

La fase de monitoreo incorporó mecanismos de control y seguimiento continuo, usando Kanban para visualizar en tiempo real el estado de las tareas, detectar cuellos de botella y mejorar el flujo de trabajo, además la retroalimentación constante permitió ajustar el proyecto según lecciones aprendidas, cambios en los requerimientos y mejoras detectadas, y como parte de este proceso se elaboró el diagrama de componentes del sistema, que muestra la organización e interacción de sus módulos para asegurar coherencia y correcto acoplamiento.

3.1.2.1 SEGUIMIENTO Y CONTROL SPRINT 0 - SILS0001FB-1

Durante el Sprint 0 del proyecto (ver Figura 66), el seguimiento y control de las actividades se realizó mediante el tablero Kanban en Jira, lo que permitió una visualización clara del flujo de trabajo y el avance de las tareas. La distribución de las historias de usuario evidenció doce en estado de Backlog, una en “To Do”, una en desarrollo (“In Progress”), una en revisión (“In Review”) y nueve finalizadas. Este panorama inicial reflejó una carga considerable de trabajo pendiente, característica típica de las etapas tempranas de desarrollo, donde gran parte de las funcionalidades estaban en proceso de planificación y priorización. Las historias completadas estuvieron relacionadas principalmente con el módulo de procesos, incluyendo componentes críticos como el recojo, clasificación y documentación técnica. La visualización del tablero permitió detectar que el progreso, aunque significativo en tareas terminadas, requería reforzar la transición de historias desde el Backlog hacia etapas activas, con el fin de mantener un ritmo sostenible de avance en los siguientes sprints.

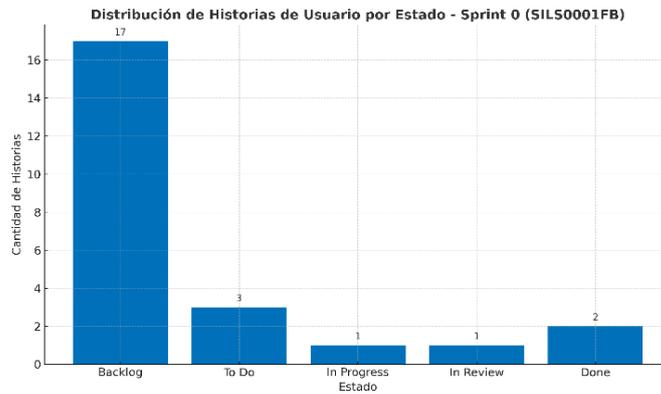


Fig. 66: Evolución en la gestión de las historias de usuario - SILS0001FB-1

Figura 67. Distribución de historias de usuario por estado en el tablero Kanban del Sprint 1 del proyecto SILS0001FB-1.

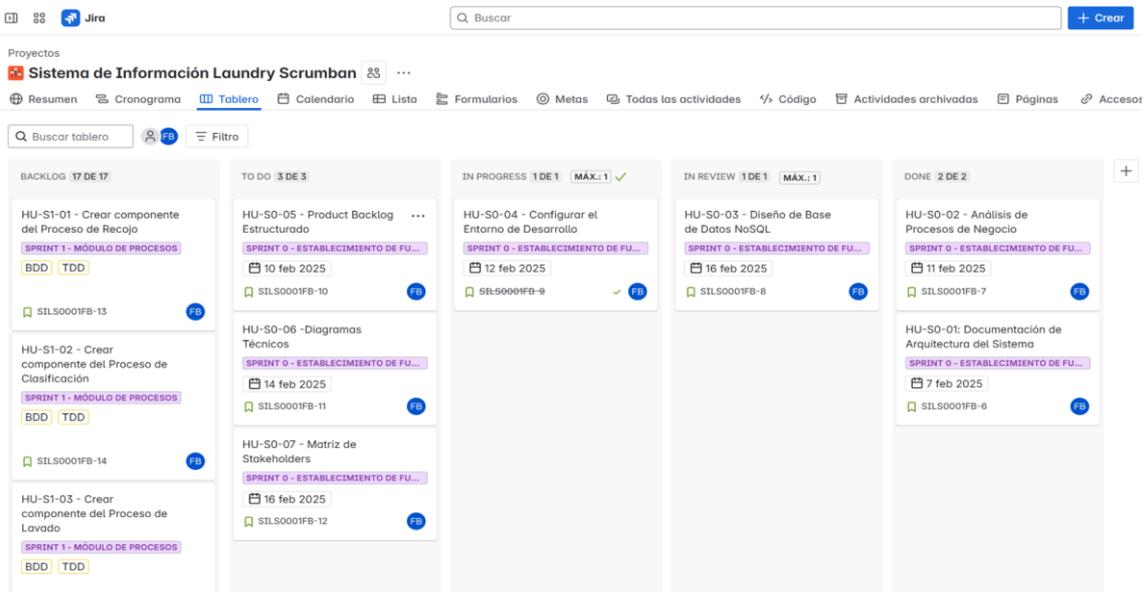


Fig. 67: Distribución de historias de usuario por estado en el tablero Kanban del Sprint 0 del proyecto - SILS0001FB-1

3.1.2.2 SEGUIMIENTO Y CONTROL SPRINT 1 - SILS0001FB-2

Durante el Sprint 1 del proyecto (ver Figura 68), el seguimiento y control de las actividades se realizó mediante el tablero Kanban en Jira, lo que permitió una visualización clara del flujo de trabajo y el avance de las tareas. La distribución de las historias de usuario evidenció doce en estado de Backlog, una en “To Do”, una en desarrollo (“In Progress”), una en revisión (“In Review”) y nueve finalizadas. Este panorama inicial reflejó una carga considerable de trabajo pendiente, característica típica de las etapas tempranas de desarrollo, donde gran parte de las funcionalidades estaban en proceso de planificación y priorización. Las historias completadas

estuvieron relacionadas principalmente con el módulo de procesos, incluyendo componentes críticos como el recojo, clasificación y documentación técnica. La visualización del tablero permitió detectar que el progreso, aunque significativo en tareas terminadas, requería reforzar la transición de historias desde el Backlog hacia etapas activas, con el fin de mantener un ritmo sostenible de avance en los siguientes sprints.

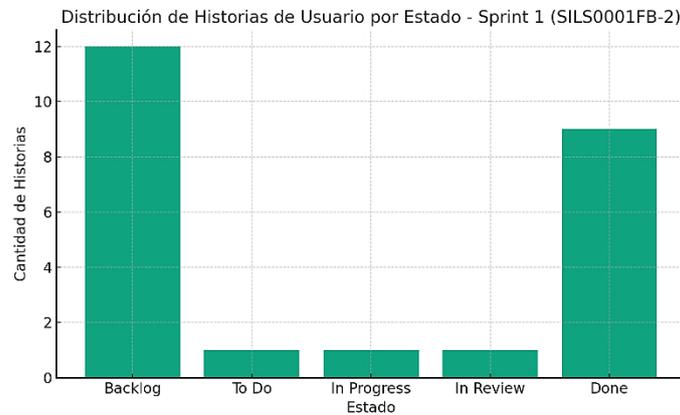


Fig. 68: Evolución en la gestión de las historias de usuario - SILS0001FB-2

Figura 69. Distribución de historias de usuario por estado en el tablero Kanban del Sprint 1 del proyecto SILS0001FB-2.

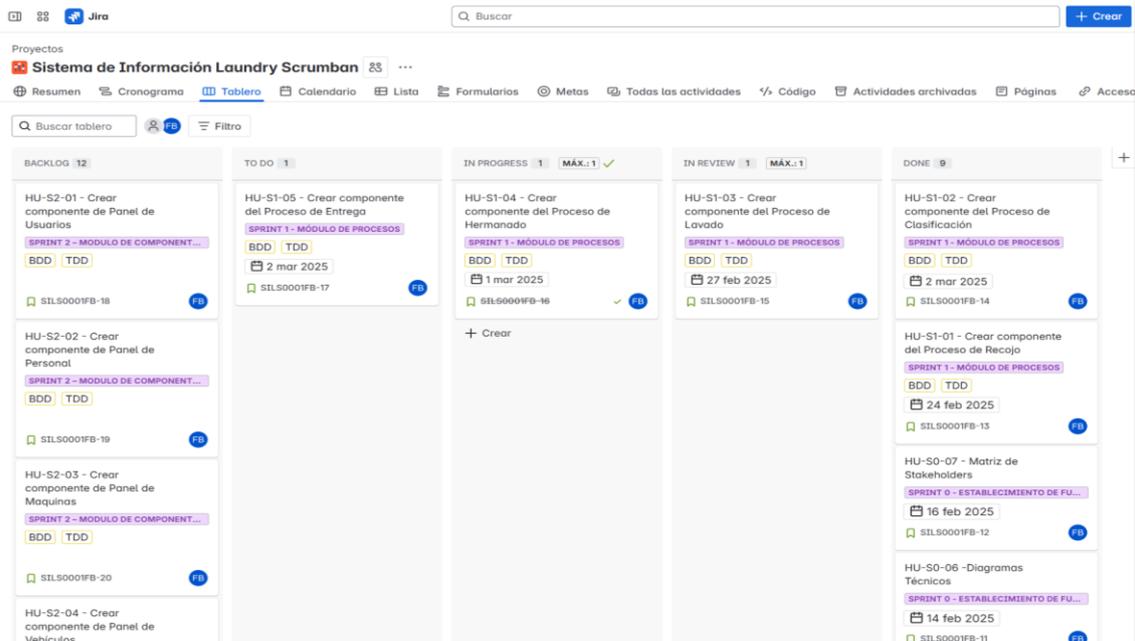


Fig. 1: Distribución de historias de usuario por estado en el tablero Kanban del Sprint 1 del proyecto SILS0001FB-2.

Fig. 69: Distribución de historias de usuario por estado en el tablero Kanban del Sprint 1 del proyecto SILS0001FB-2.

3.1.2.3 SEGUIMIENTO Y CONTROL SPRINT 2 - SILS0001FB-3

Durante el proceso de seguimiento y control del proyecto (ver Figura 70), se evidenció una evolución en la gestión de las historias de usuario, reflejada en el tablero Kanban implementado en Jira. En esta etapa, se identificaron tareas distribuidas en distintos estados: siete historias en Backlog, una en “To Do”, una en ejecución (“In Progress”), una en revisión (“In Review”) y catorce finalizadas, lo que demuestra un flujo de trabajo activo y progresivo. Las historias de usuario en desarrollo correspondieron a la creación de componentes clave, como los paneles de insumos, vehículos y máquinas, asociados principalmente al Sprint 2 y orientados al fortalecimiento del módulo de componentes. A diferencia del sprint anterior, se observó una mayor dinámica en el tránsito de tareas entre las fases, permitiendo identificar cuellos de botella específicos, particularmente en la etapa de revisión, donde el límite máximo de trabajo en progreso restringió la incorporación simultánea de nuevas tareas. Este control visual facilitó la identificación temprana de dependencias críticas entre los módulos y promovió la toma de decisiones oportunas para la reasignación de recursos y la mejora del flujo operativo, contribuyendo directamente al cumplimiento de los objetivos establecidos en los sprints siguientes.

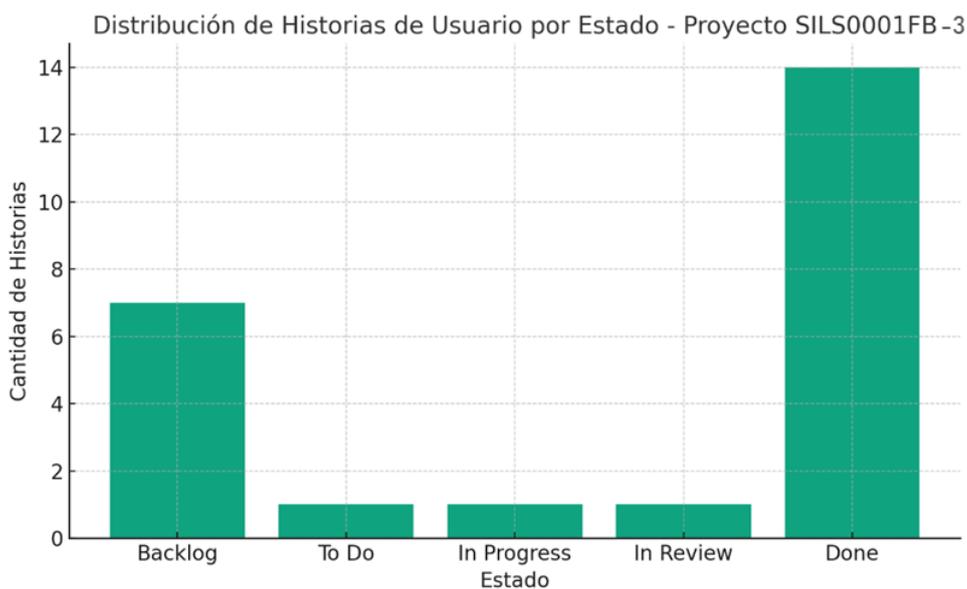


Fig. 70: Evolución en la gestión de las historias de usuario - SILS0001FB-3

Figura 71. Distribución de historias de usuario por estado en el tablero Kanban del Sprint 2 del proyecto SILS0001FB-3.

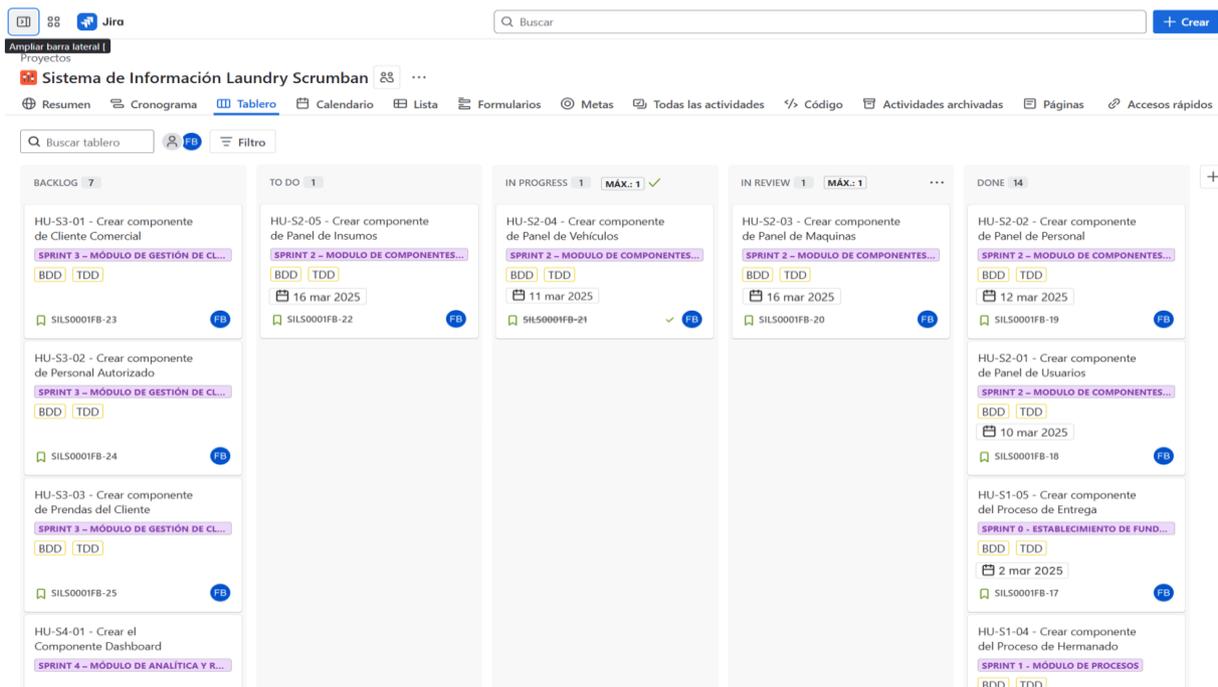


Fig. 71: Distribución de historias de usuario por estado en el tablero Kanban del Sprint 2 del proyecto SILS0001FB-3.

3.1.2.4 SEGUIMIENTO Y CONTROL SPRINT 3 - SILS0001FB-4

En el seguimiento correspondiente al Sprint 3 del proyecto (ver Figura 72), el tablero Kanban reflejó una mejora sustancial en la finalización de tareas, con un incremento notable de historias de usuario completadas respecto al estado anterior. La distribución actual muestra cuatro historias en Backlog, ninguna pendiente en “To Do”, una en ejecución (“In Progress”), una en revisión (“In Review”) y un total de dieciocho finalizadas. Este avance evidencia un proceso operativo más eficiente, donde la mayoría de los esfuerzos se han consolidado en la culminación de funcionalidades clave. Las historias en desarrollo corresponden a los módulos de gestión de clientes y analítica, incluyendo componentes como reportes, liquidación y dashboards, fortaleciendo así la capacidad del sistema para soportar procesos de toma de decisiones. Esta visualización permite constatar una reducción del Backlog y una priorización estratégica en la entrega de funcionalidades críticas. Asimismo, el control del flujo de trabajo muestra una mejor coordinación entre las etapas de desarrollo, revisión e integración, consolidando un enfoque ágil que favorece el cumplimiento de los objetivos planteados para los próximos sprints.

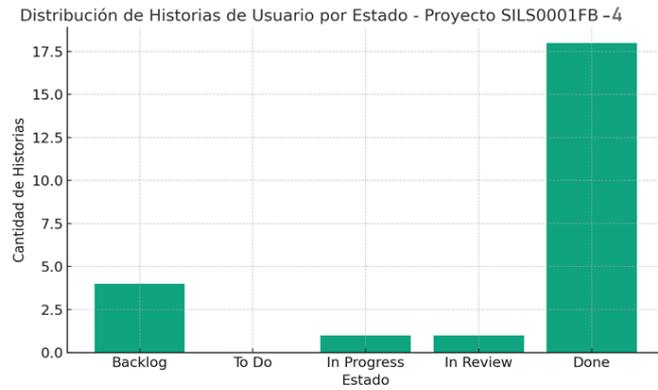


Fig. 72 Evolución en la gestión de las historias de usuario - SILS0001FB-4.

Figura 73. Distribución de historias de usuario por estado en el tablero Kanban del Sprint 3 del proyecto SILS0001FB-4.

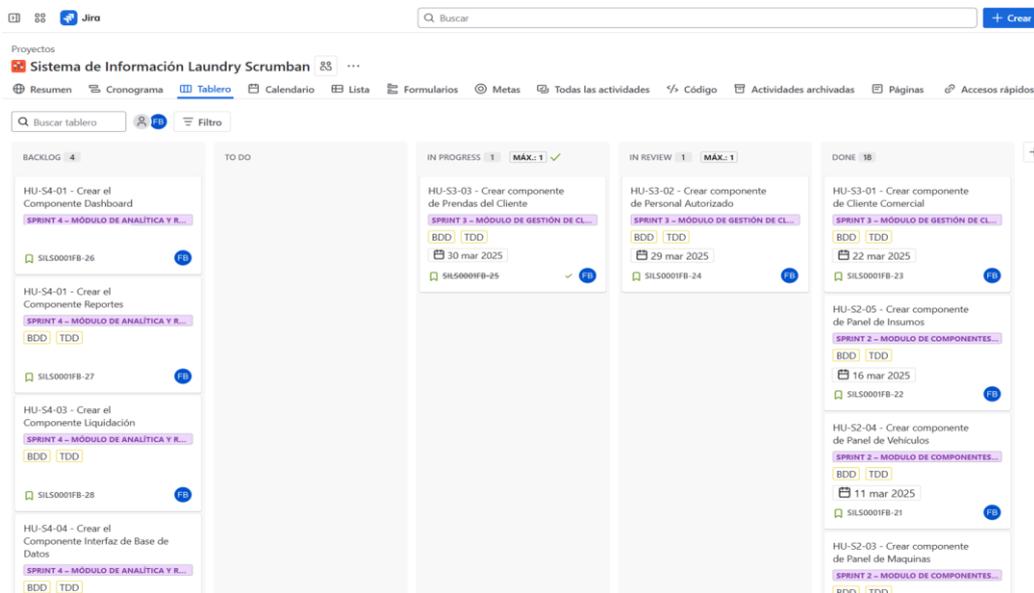


Fig. 73: Distribución de historias de usuario por estado en el tablero Kanban del Sprint 3 del proyecto SILS0001FB-4

3.1.2.5 SEGUIMIENTO Y CONTROL SPRINT 4 - SILS0001FB-5

En el seguimiento correspondiente al Sprint 4 del proyecto (ver Figura 74), el tablero Kanban reflejó una mejora sustancial en la finalización de tareas, con un incremento notable de historias de usuario completadas respecto a etapas anteriores. La distribución actual muestra cero historias en Backlog, una pendiente en “To Do”, una en ejecución (“In Progress”), una en revisión (“In Review”) y un total de veintidós finalizadas. Este avance evidencia un proceso operativo altamente eficiente, donde la mayoría de los esfuerzos se han consolidado en la culminación de funcionalidades clave. Las historias en desarrollo y finalizadas corresponden a

los módulos de gestión de clientes y analítica, incluyendo componentes críticos como dashboards, reportes y liquidación, fortaleciendo la capacidad del sistema para la toma de decisiones. La visualización del tablero permite constatar la completa reducción del Backlog del sprint actual y una priorización estratégica en la entrega de funcionalidades. El control del flujo de trabajo muestra una excelente coordinación entre las etapas de desarrollo, revisión e integración, consolidando un enfoque ágil que favorece el cumplimiento de los objetivos planteados para los siguientes sprints.

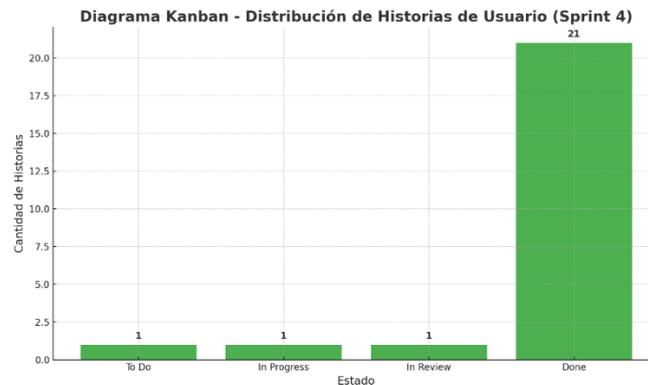


Fig. 74: Evolución en la gestión de las historias de usuario - SILS0001FB-5.

Figura 75. Distribución de historias de usuario por estado en el tablero Kanban del Sprint 4 del proyecto SILS0001FB-5.

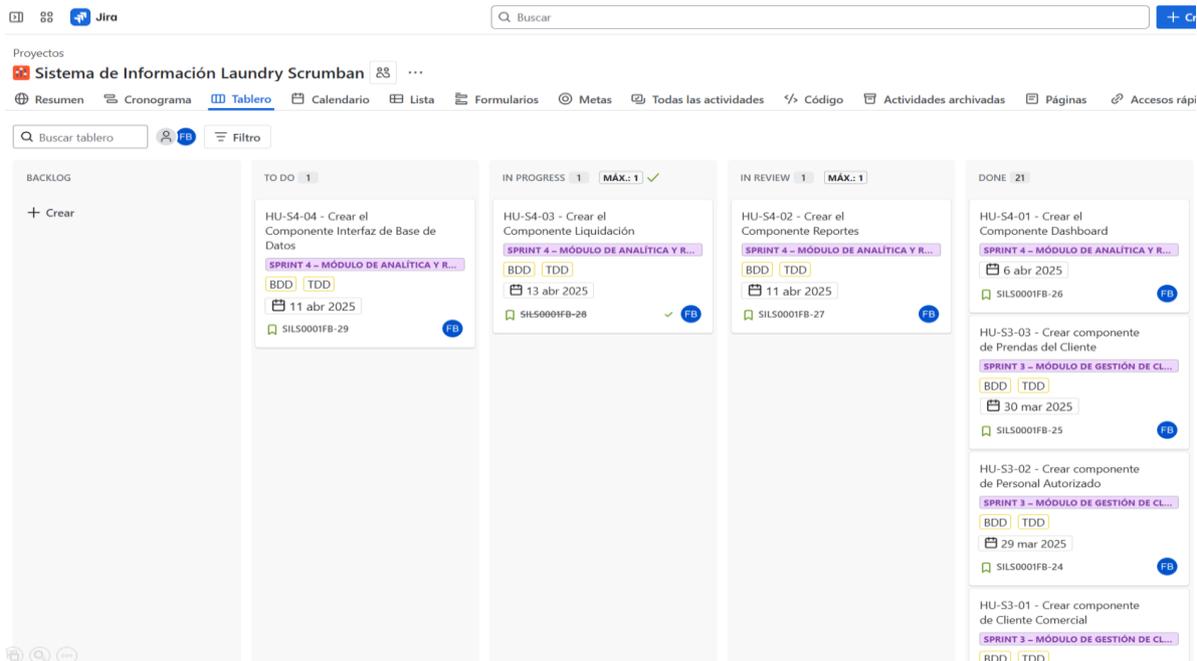


Fig. 75: Distribución de historias de usuario por estado en el tablero Kanban del Sprint 4 del proyecto SILS0001FB-5.

3.1.3 FASE DE CIERRE

La fase final se centró en validar y entregar el sistema. Se realizaron pruebas unitarias, de integración, de sistema y de aceptación del usuario para asegurar la calidad completa. Finalmente, se desplegó en producción, configurando el ambiente productivo y garantizando la transición exitosa del sistema.

3.1.3.1 PRUEBAS AUTOMATIZADAS

Se implementó un framework de pruebas de extremo a extremo usando Playwright. El sistema organizó las pruebas de forma modular en el directorio (/tests), cubriendo componentes clave como analítica, clientes, laundry, legacy y procesos. Se desarrollaron casos de prueba específicos para funcionalidades críticas como login y gestión de perfil de usuario.

La configuración permite ejecución en paralelo (`fullyParallel: true`) para reducir tiempos, y genera reportes HTML para análisis detallado de resultados (ver Figura 76).

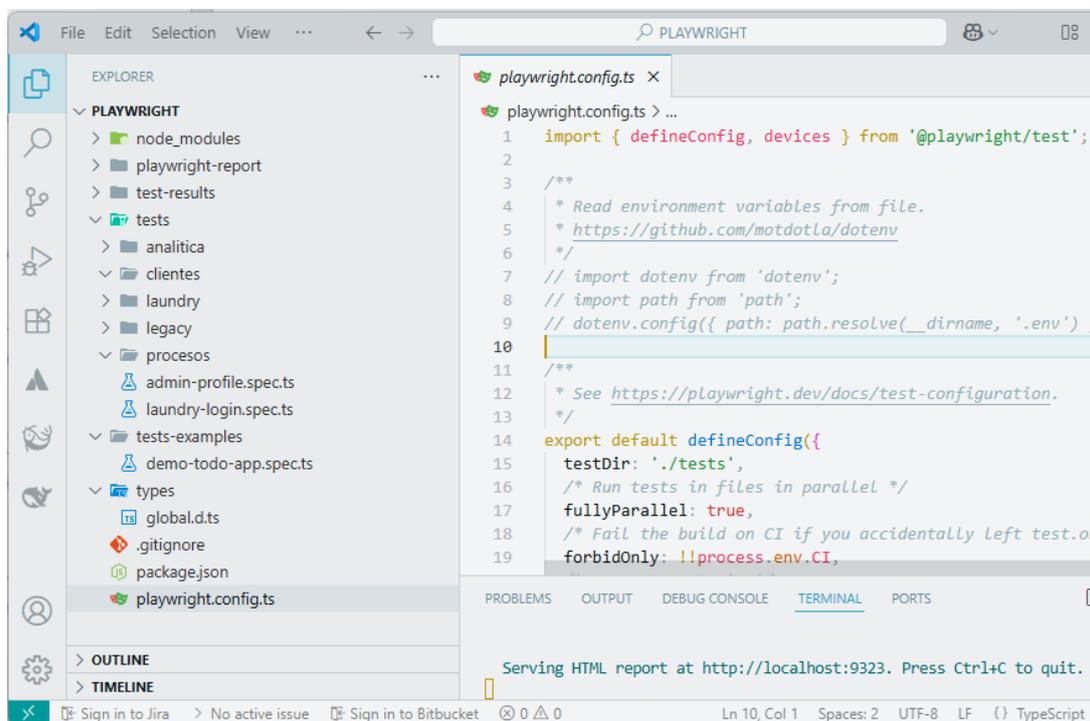


Fig. 76: Implementación de Playwright framework de pruebas de extremo a extremo.

Análisis de las Pruebas Automatizadas de la Pantalla de Inicio de sesión

A continuación, se detalla el proceso de las pruebas automatizadas realizadas sobre la interfaz del módulo de inicio de sesión. Para garantizar la fiabilidad y robustez de este componente

crítico, se implementó una suite de pruebas de extremo a extremo utilizando el framework Se implementó una suite de pruebas de extremo a extremo para el módulo de inicio de sesión usando Playwright. Las pruebas cubrieron:

- Validación de interfaz: Verificación de elementos UI como campos y etiquetas, incluyendo funcionalidad de mostrar/ocultar contraseña
- Validación de formulario: Manejo correcto de campos vacíos y formatos de email inválidos
- Pruebas de autenticación: Simulación de casos exitosos y fallidos usando interceptación de red (page.route) para validar respuestas de la API
- Interacciones de usuario: Navegación con teclado, envío con tecla Enter y estados de carga
- Accesibilidad: Cumplimiento de estándares de usabilidad y etiquetas para lectores de pantalla.

```
import { test, expect } from '@playwright/test';
/**
 * Suite de pruebas para el formulario de Login con Firebase Auth
 * Incluye pruebas de interfaz, validación y funcionalidad de autenticación
 */
test.describe('Login Form Tests', () => {
  /**
   * Configuración inicial antes de cada prueba
   * Navega a La página de login
   */
  test.beforeEach(async ({ page }) => {
    // Navegar a La página de Login
    await page.goto('http://localhost:4200/inicio');

    // Esperar a que el formulario esté completamente cargado
    await page.waitForSelector('form');
  });
  /**
   * Grupo de pruebas para elementos de la interfaz
   */
  test.describe('UI Elements', () => {
    /**
     * Verifica que todos los elementos principales del formulario estén presentes
     */
    test('should display all form elements', async ({ page }) => {
      // Verificar que el formulario esté visible
      await expect(page.locator('form')).toBeVisible();
      // Verificar campos de entrada
      await expect(page.locator('#email_usuario')).toBeVisible();
      await expect(page.locator('#password_usuario')).toBeVisible();
      // Verificar etiquetas
      await expect(page.locator('text=Correo electrónico')).toBeVisible();
      await expect(page.locator('text=Contraseña')).toBeVisible();
      // Verificar botón de envío
      await expect(page.locator('button[type="submit"]')).toBeVisible();
      await expect(page.locator('text=Iniciar sesión')).toBeVisible();
      // Verificar iconos
      await expect(page.locator('.bi-envelope-fill')).toBeVisible();
      await expect(page.locator('.bi-incognito')).toBeVisible();
    });
  });
});
```

```

/**
 * Verifica que Los placeholders estén configurados correctamente
 */
test('should have correct placeholders', async ({ page }) => {
  // Verificar placeholder del email
  await expect(page.locator('#email_usuario')).toHaveAttribute('placeholder', 'Correo electrónico');
  // Verificar placeholder de La contraseña
  await expect(page.locator('#password_usuario')).toHaveAttribute('placeholder', 'Contraseña');
});
/**
 * Verifica que Los campos tengan Los tipos correctos
 */
test('should have correct input types', async ({ page }) => {
  // Verificar tipo del campo email
  await expect(page.locator('#email_usuario')).toHaveAttribute('type', 'email');
  // Verificar tipo del campo contraseña
  await expect(page.locator('#password_usuario')).toHaveAttribute('type', 'password');
});
});
/** Grupo de pruebas para funcionalidad del botón mostrar/ocultar contraseña
 */
test.describe('Password Visibility Toggle', () => {
  /**
   * Verifica que el botón para mostrar/ocultar contraseña funcione
   */
  test('should toggle password visibility', async ({ page }) => {
    const passwordInput = page.locator('#password_usuario');
    const toggleButton = page.locator('.btn-eye');
    // Verificar que inicialmente La contraseña esté oculta
    await expect(passwordInput).toHaveAttribute('type', 'password');
    await expect(page.locator('.bi-eye-slash')).toBeVisible();
    // Hacer clic en el botón para mostrar La contraseña
    await toggleButton.click();
    // Verificar que La contraseña ahora sea visible
    // Nota: Necesitarías ajustar estos selectores según tu implementación
    await expect(passwordInput).toHaveAttribute('type', 'text');
    await expect(page.locator('.bi-eye-fill')).toBeVisible();
  });
});
});

```

Los resultados de la ejecución de estas pruebas (ver Figura 77 y 78) mostraron un éxito total, con 51 de 51 pruebas superadas en un tiempo total de 32.1 segundos. La ejecución se realizó en múltiples entornos de navegación, incluyendo Chromium y Firefox, confirmando la compatibilidad y el funcionamiento consistente del componente de login a través de diferentes plataformas. Estos resultados validan la calidad y robustez del módulo de inicio de sesión, confirmando su alineación con los requisitos funcionales, de seguridad y de usabilidad del sistema.

Test Case	Browser	Duration
Login Form Tests > UI Elements > should display all form elements	chromium	4.5s
Login Form Tests > UI Elements > should have correct placeholders	chromium	4.2s
Login Form Tests > UI Elements > should have correct input types	chromium	4.3s
Login Form Tests > Password Visibility Toggle > should toggle password visibility	chromium	4.5s
Login Form Tests > Form Validation > should not submit with empty fields	chromium	4.1s
Login Form Tests > Form Validation > should validate email format	chromium	4.4s
Login Form Tests > Form Validation > should accept valid email format	chromium	4.4s
Login Form Tests > Successful Authentication > should login with valid credentials	chromium	5.6s
Login Form Tests > Successful Authentication > should login with real credentials	chromium	8.4s
Login Form Tests > Failed Authentication > should show error with invalid credentials	chromium	7.6s
Login Form Tests > Failed Authentication > should show error for non-existent user	chromium	7.5s
Login Form Tests > Failed Authentication > should show error with wrong password	chromium	7.4s
Login Form Tests > User Interactions > should support keyboard navigation	chromium	4.4s
Login Form Tests > User Interactions > should submit form with Enter key	chromium	5.1s
Login Form Tests > Loading States > should show loading state during authentication	chromium	4.5s
Login Form Tests > Accessibility > should have proper labels for screen readers	chromium	4.4s
Login Form Tests > Accessibility > should mark required fields appropriately	chromium	1.2s

Fig. 77: Los resultados de la ejecución de estas pruebas - Login de Usuario – Parte 1.

Test Case	Browser	Duration
Login Form Tests > UI Elements > should display all form elements	broken	5.6s
Login Form Tests > UI Elements > should have correct placeholders	broken	6.0s
Login Form Tests > UI Elements > should have correct input types	broken	5.1s
Login Form Tests > User Interactions > should support keyboard navigation	broken	6.0s
Login Form Tests > User Interactions > should submit form with Enter key	broken	11.7s
Login Form Tests > Loading States > should show loading state during authentication	broken	12.6s
Login Form Tests > Accessibility > should have proper labels for screen readers	broken	8.9s
Login Form Tests > Accessibility > should mark required fields appropriately	broken	4.8s
Login Form Tests > UI Elements > should display all form elements	webkit	3.9s
Login Form Tests > UI Elements > should have correct placeholders	webkit	5.6s
Login Form Tests > UI Elements > should have correct input types	webkit	4.5s
Login Form Tests > Password Visibility Toggle > should toggle password visibility	webkit	4.8s
Login Form Tests > Form Validation > should not submit with empty fields	webkit	3.6s
Login Form Tests > Form Validation > should validate email format	webkit	4.1s
Login Form Tests > Form Validation > should accept valid email format	webkit	4.0s
Login Form Tests > Successful Authentication > should login with valid credentials	webkit	5.4s
Login Form Tests > Successful Authentication > should login with real credentials	webkit	8.3s
Login Form Tests > Failed Authentication > should show error with invalid credentials	webkit	7.1s
Login Form Tests > Failed Authentication > should show error for non-existent user	webkit	7.8s

Fig. 78: Los resultados de la ejecución de estas pruebas - Login de Usuario – Parte 2.

Análisis de las Pruebas Automatizadas del Perfil de Usuario

Se implementó una suite de pruebas automatizadas con Playwright para validar integralmente el módulo de perfil de usuario. Las pruebas cubrieron:

- **Seguridad de acceso:** Verificación de que el acceso directo al perfil sin autenticación previa redirija al login
- **Navegación y elementos UI:** Validación de la correcta navegación al perfil y presencia de elementos principales como avatar, nombre completo y rol del usuario
- **Sección de actividad:** Verificación de stat-cards correspondientes a "Pedidos Realizados", "Valoración Media", "Reseñas Escritas" y "Total Gastado"
- **Datos personales:** Confirmación de la correcta presentación de información del administrador
- **Comportamiento de login:** Validación de redirección exitosa tras autenticación

La suite simula el flujo completo desde la autenticación hasta la visualización del perfil, garantizando la funcionalidad y seguridad del componente.

```
.import { test, expect } from '@playwright/test';
```

```
/**
 * Suite de pruebas para el perfil de administrador - CORREGIDA
 * Incluye Login automático y navegación a La página de perfil
 */
test.describe('Admin Profile Tests', () => {
  /** Prueba de acceso directo sin Login (debería redirigir)
   */
  test('should redirect to login when accessing profile without authentication', async ({
    page }) => {
    // Intentar acceder directamente al perfil sin login
    await page.goto('http://localhost:4200/admin/perfil');
    // Esperar redirección
    await page.waitForTimeout(3000);
    // Verificar que no estamos en la página de perfil o que hay redirección
    const currentUrl = page.url();
    const isRedirected = currentUrl.includes('login') ||
      currentUrl.includes('inicio') ||
      currentUrl.includes('auth') ||
      !currentUrl.includes('perfil');
    expect(isRedirected).toBeTruthy();
  });
  /**
   * Función helper para hacer login automático
   * Se ejecuta antes de cada prueba que necesite autenticación
   */
  async function loginAsAdmin(page) {
    // Navegar a la página de login
    await page.goto('http://localhost:4200/inicio');
    // Esperar a que cargue el formulario
    await page.waitForSelector('#email_usuario');
    // Llenar credenciales de administrador
    await page.locator('#email_usuario').fill('fescobar178@gmail.com');
    await page.locator('#password_usuario').fill('MANU_1234$.mr');
  }
}
```

```

// Enviar el formulario
await page.locator('button[type="submit"]').click();
// Esperar a que el login se procese y redirija
await page.waitForTimeout(3000);
// Verificar que el login fue exitoso esperando elementos del dashboard
try {
  await page.waitForSelector('app-dashboard, .dashboard, .main-content', { timeout:
10000 });
} catch (error) {
}
}
/**
 * Prueba básica de navegación al perfil después del login
 */
test('should login and navigate to admin profile', async ({ page }) => {
  // Realizar login
  await loginAsAdmin(page);
  // Navegar al perfil
  await navigateToProfile(page);
  // Manejar popup de bienvenida si aparece
  await dismissWelcomePopup(page);

  // Verificar que estamos en una página de perfil
  const currentUrl = page.url();
  expect(currentUrl).toContain('perfil');
  // Verificar que el componente de perfil está presente
  /* await expect(page.locator('app-user-client')).toBeVisible(); */
  // Verificar el header del perfil
  await expect(page.locator('.profile-header')).toBeVisible();
});
/**
 * Prueba de actividad de la cuenta
 */
test('should display account activity section', async ({ page }) => {
  // Login y navegación
  await loginAsAdmin(page);
  await navigateToProfile(page);
  await dismissWelcomePopup(page);
  // Verificar la tarjeta de actividad de la cuenta
  await expect(page.locator('.card:has(.card-title-light:has-text("Actividad de la
Cuenta"))')).toBeVisible();
  // Verificar las estadísticas
  await expect(page.locator('.stats-grid')).toBeVisible();
  // Verificar que hay tarjetas de estadísticas
  const statCards = page.locator('.stat-card');
  await expect(statCards).toHaveCount(4);
  // Verificar etiquetas específicas de estadísticas
  const expectedLabels = [
    'Pedidos Realizados',
    'Valoración Media',
    'Reseñas Escritas',
    'Total Gastado'
  ];
  for (const label of expectedLabels) {
    await expect(page.locator(`.stat-label:has-text("${label}")`)).toBeVisible();
  }
  // Verificar sección de actividad reciente
  await expect(page.locator('.recent-activity')).toBeVisible();
  await expect(page.locator('.activity-title:has-text("Actividad
Reciente"))').toBeVisible();
  await expect(page.locator('.activity-list')).toBeVisible();
});
});

```

Como se muestra en el reporte (ver Figura 79), la suite consistió en un total de 21 casos de prueba, de los cuales 21 fueron superados exitosamente y 0 fallaron. Las pruebas exitosas validaron funcionalidades críticas como la correcta visualización de los elementos del perfil, la navegación, la presentación de datos del usuario, y la redirección a la página de login en ausencia de autenticación, confirmando el comportamiento esperado del sistema. Por otro lado, la detección de 3 fallos indica la presencia de regresiones o defectos que requieren una revisión y depuración inmediata. Este resultado subraya la importancia de las pruebas automatizadas para identificar anomalías de manera temprana, lo cual es fundamental para mantener la calidad del software antes de su despliegue.

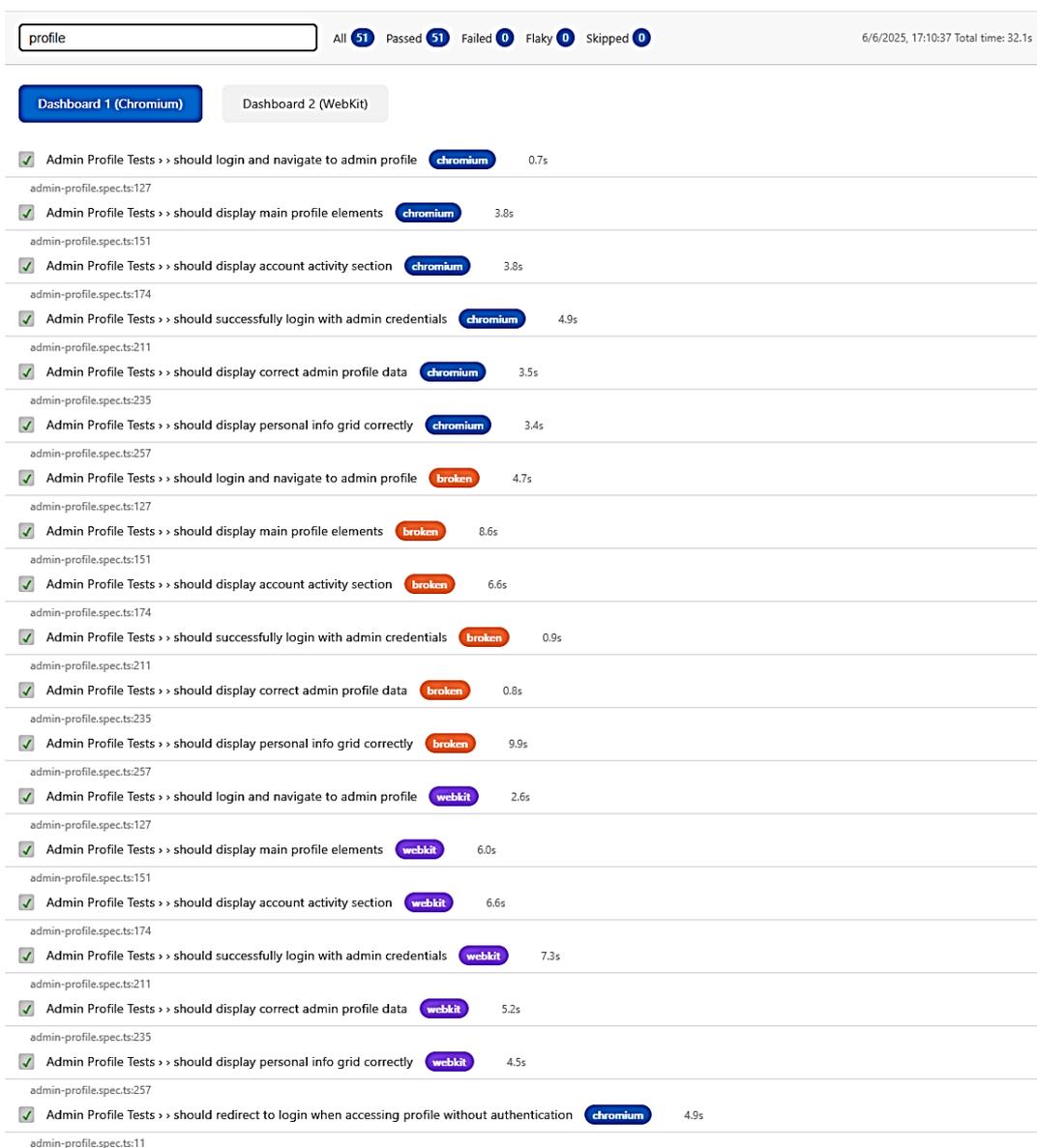
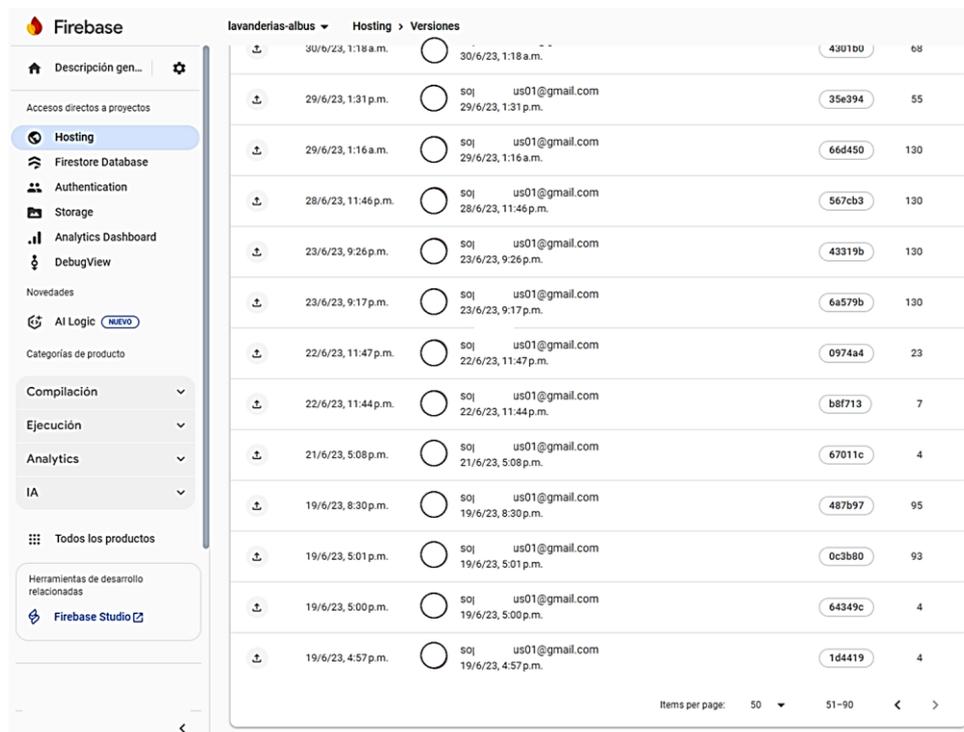


Fig. 79: Reporte de ejecución de pruebas automatizadas del perfil de usuario.

3.1.3.2 DESPLIEGUE CONTINUO DEL SISTEMA

El despliegue continuo del sistema de gestión de lavandería se implementó utilizando Firebase Hosting como plataforma de alojamiento en la nube, garantizando alta disponibilidad y escalabilidad automática (ver Figura 80). Esta solución permitió mantener un registro detallado de todas las versiones desplegadas, facilitando tanto el control de cambios como las actualizaciones automáticas del sistema. El panel de administración de Firebase documenta la ejecución de múltiples despliegues realizados desde junio de 2023, evidenciando un proceso de desarrollo iterativo y metodológico. Cada despliegue quedó identificado con un hash único y métricas de rendimiento específicas, lo que demuestra un enfoque profesional en la gestión de versiones y el monitoreo continuo del sistema. Este historial de despliegues refleja las mejoras incrementales implementadas durante el ciclo de desarrollo, asegurando la estabilidad y evolución constante de la aplicación.



Deployment Time	Status	Email	Hash	Version
30/6/23, 1:18 a.m.	Success		4301b0	68
29/6/23, 1:31 p.m.	Success	us01@gmail.com	35e394	55
29/6/23, 1:16 a.m.	Success	us01@gmail.com	66d450	130
28/6/23, 11:46 p.m.	Success	us01@gmail.com	567cb3	130
23/6/23, 9:26 p.m.	Success	us01@gmail.com	43319b	130
23/6/23, 9:17 p.m.	Success	us01@gmail.com	6a579b	130
22/6/23, 11:47 p.m.	Success	us01@gmail.com	0974a4	23
22/6/23, 11:44 p.m.	Success	us01@gmail.com	b8f713	7
21/6/23, 5:08 p.m.	Success	us01@gmail.com	67011c	4
19/6/23, 8:30 p.m.	Success	us01@gmail.com	487b97	95
19/6/23, 5:01 p.m.	Success	us01@gmail.com	0c3b80	93
19/6/23, 5:00 p.m.	Success	us01@gmail.com	64349c	4
19/6/23, 4:57 p.m.	Success	us01@gmail.com	1d4419	4

Fig. 80: Despliegue continuo del sistema.

La configuración del hosting permitió establecer dos dominios principales privados: lavan*****.web.app que es el dominio de producción y lavan*****.firebaseapp.com, ambos predeterminados para garantizar la disponibilidad y redundancia del servicio. El sistema de versionado automático generó identificadores únicos para cada despliegue (bc9115, cb30c9,

226b95, d3c79b), facilitando el control de cambios y la posibilidad de realizar rollbacks cuando fue necesario. Esta infraestructura de despliegue continuo no solo aseguró la estabilidad del sistema en producción, sino que también permitió implementar nuevas funcionalidades de manera ágil y con mínimo tiempo de inactividad, contribuyendo a la eficiencia operativa del sistema de gestión de lavandería desarrollado (ver Figura 81).

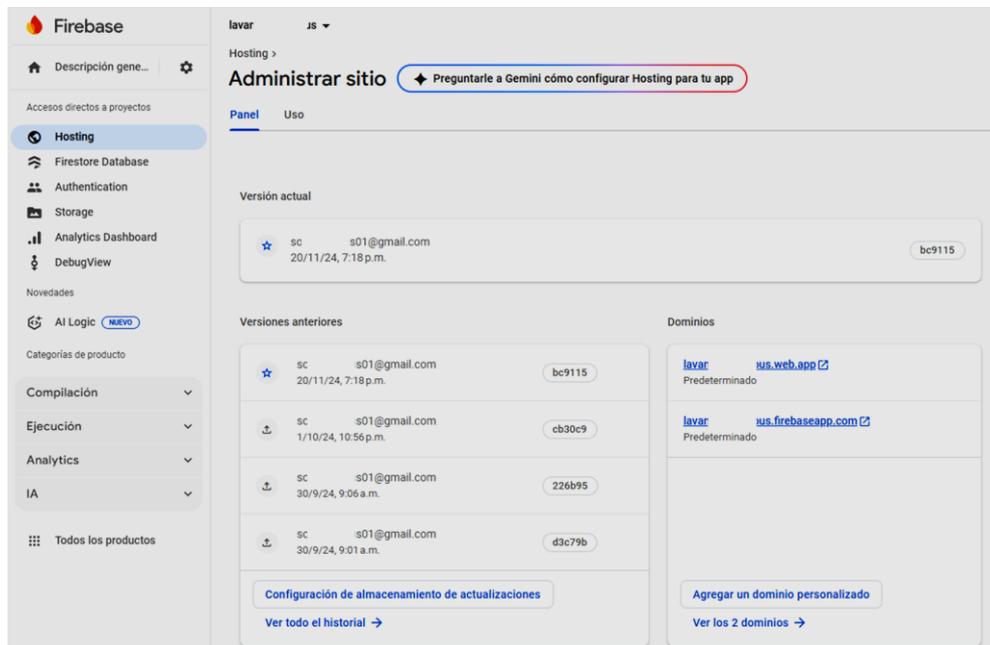


Fig. 81: Configuración de Hosting.

3.1.3.3 DIAGRAMA DE COMPONENTES DEL SISTEMA

Propósito del Diagrama de Componentes

El diagrama de componentes representa la vista estática de la arquitectura del sistema, evidenciando la organización estructural modular y las interdependencias tecnológicas entre componentes de frontend, backend, base de datos y servicios externos. Este diagrama constituye la síntesis arquitectónica de las decisiones de diseño previas, integrando en una representación unificada:

- La arquitectura híbrida de N capas con computación serverless
- La estructura dual de backends (Auth y Business)
- El diseño de base de datos NoSQL documental
- Las clases orientadas a objetos que encapsulan lógica de negocio

Responde a la Necesidad de Visualización Modular

El diagrama de componentes responde a tres necesidades específicas del proyecto:

- **Visualización de Alto Nivel:** Proporciona una vista simplificada del ecosistema tecnológico para comunicación efectiva con stakeholders no técnicos, facilitando comprensión de la estructura general sin requerir conocimiento de implementación detallada.
- **Segmentación Funcional:** Organiza el sistema en paquetes funcionales claramente diferenciados, permitiendo asignación de responsabilidades de desarrollo y mantenimiento a equipos especializados.
- **Documentación Arquitectónica:** Sirve como artefacto de documentación técnica que facilita onboarding de nuevos desarrolladores, auditorías de arquitectura y evaluaciones de impacto ante cambios estructurales.

Componentes Principales Representados

El diagrama modela seis categorías de componentes:

1. Componente de Autenticación y Autorización:
2. Componente de Gestión Operativa:
3. Componente de Administración Empresarial:
4. Componente Logístico:
5. Componente Financiero:
6. Componente de Servicios Externos:

Conclusión del Diagrama de Componentes

El diagrama de componentes constituye la culminación visual de la fase de ejecución, integrando todas las decisiones arquitectónicas, estructurales y de diseño en una representación coherente y comprensible. Este artefacto no solo documenta la arquitectura implementada, sino que también justifica implícitamente la modularidad, escalabilidad y mantenibilidad del sistema mediante la clara separación de responsabilidades y la independencia de componentes especializados. La estructura modular representada valida las decisiones de adoptar arquitectura serverless (Cloud Functions como componentes independientes), estructura dual de backends (separación visible de Auth y Business), base de datos NoSQL (Firestore y Realtime Database como componentes diferenciados) y stack tecnológico Angular-Firebase (integración nativa entre componentes de frontend y backend) (ver Fig. 82).

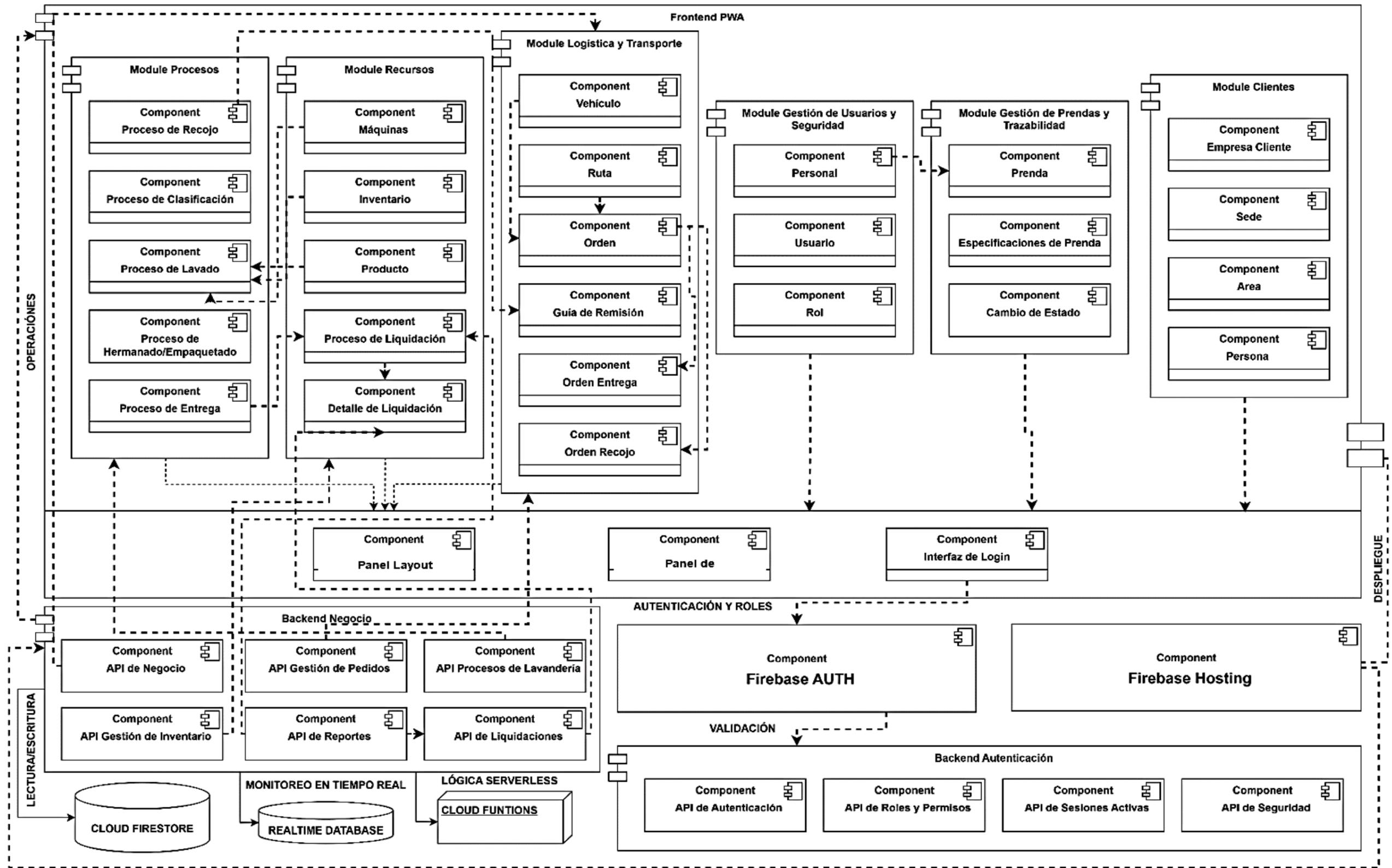


Fig. 82: Diagrama de Componentes - Sistema de Información para Lavandería.

3.1.3.4 DESCRIPCIÓN DE LOS PROCESOS USANDO EL SISTEMA

La implementación del sistema de información para la empresa de lavandería industrial representó una transformación integral que revolucionó la gestión operativa, elevando los niveles de calidad, precisión y trazabilidad en todos los procesos del servicio. Este proyecto de digitalización surgió como respuesta a las múltiples deficiencias identificadas en el modelo operativo manual previo, donde la dependencia de registros físicos, hojas de Excel básicas y procesos desintegrados generaban errores recurrentes, pérdidas de información y limitaciones severas para el crecimiento empresarial.

3.1.3.4.1 Proceso de recojo

La propuesta para la mejora del subproceso de recepción de prendas se presenta en el diagrama BPMN (ver Figura 83), que modela un flujo de trabajo digitalizado y mejorado. Este modelo integra a los actores clave (la empresa cliente, la central de llamadas y el equipo de transporte) en un proceso diseñado para reemplazar actividades manuales por herramientas tecnológicas. Los pasos críticos incluyen un conteo digital con escáner realizado por el operario de la lavandería, que permite un registro preciso. Posteriormente, se realiza una verificación de homologación en el cual se escanean los códigos de los propietarios de las prendas, para validar el conteo con el cliente antes de proceder con la firma digital de guía remisión.

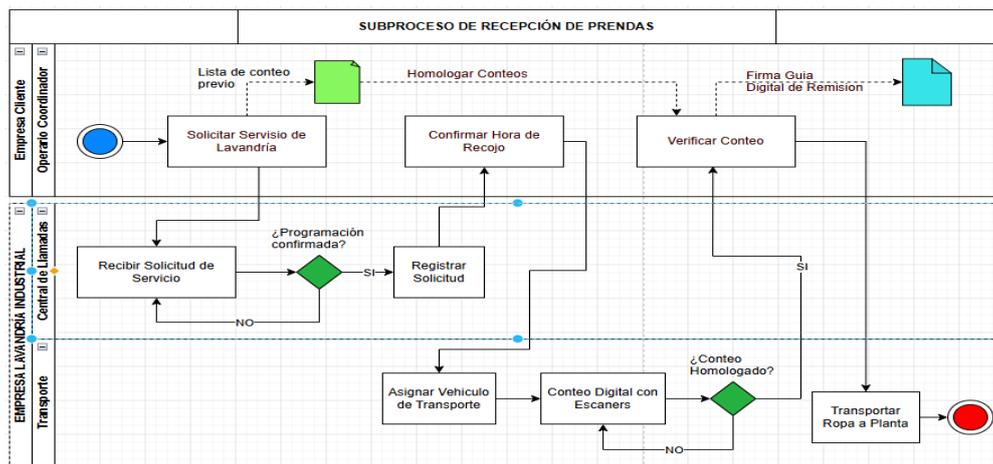


Fig. 83: Propuesta Estándar - Subproceso: Recepción de prendas.

3.1.3.4.2 Proceso de clasificación

La Figura 85, que representa el subproceso de clasificación de prendas en la planta de procesamiento de la lavandería, modela el flujo de trabajo de esta etapa de preparación. El

proceso inicia con la recepción y revisión inicial de cada lote de prendas según el registro digital. Posteriormente, se realiza una clasificación digital en paralelo basada en tres criterios: tipo de tejido, color y nivel de suciedad, lo que garantiza una segregación detallada. Tras estas clasificaciones simultáneas, las prendas se agrupan por cliente y se cargan en cestas o carritos hasta alcanzar un peso óptimo. En esta última etapa, se realiza la anotación digital del código de la guía de remisión, lo que asegura la trazabilidad del lote.

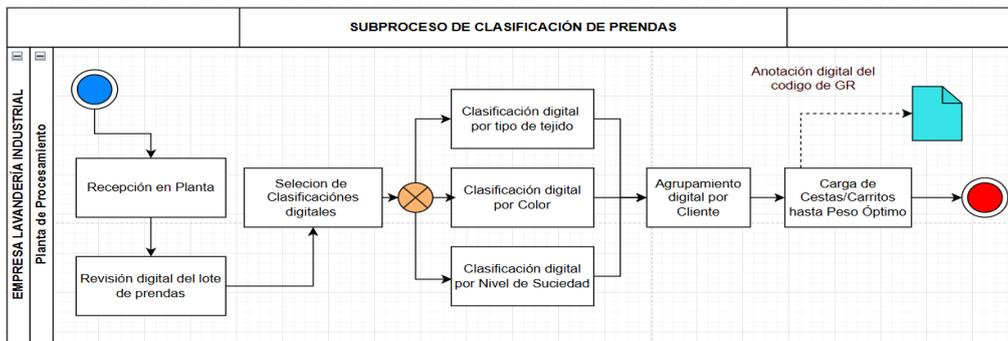


Fig. 84: Propuesta Estándar - Subproceso: Clasificación de prendas

3.1.3.4.3 Proceso de lavado

El subproceso de lavado de prendas, modelado en el diagrama BPMN de la figura 86, describe el flujo de trabajo en la planta de procesamiento posterior a la clasificación. El proceso inicia con la recepción de cestas/carritos clasificados. A continuación, se procede a la selección de lote para carga de la lavadora industrial según la disponibilidad de lavadoras, para realizar una anotación en la guía de remisión para mantener la trazabilidad y el seguimiento de las prendas, las cuales mostrarán el estado. Las prendas son cargadas manualmente en la lavadora para dar inicio al ciclo de lavado programado, para iniciar automáticamente el proceso. El subproceso finaliza con el fin del lavado y descarga manual de las prendas ya limpias y liberando la lavadora, preparándolas para la siguiente fase.

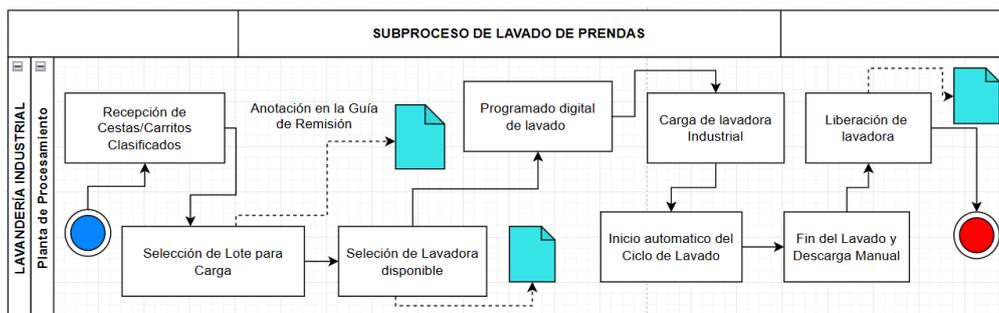


Fig. 85: Propuesta Estándar - Subproceso: Lavado de prendas.

3.1.3.4.4 Proceso de empaquetado

El subproceso de empaquetado, ilustrado en la Figura 87, detalla el flujo de trabajo final en la planta de procesamiento de la lavandería industrial. El proceso se inicia con la recepción de prendas acabadas que han completado los ciclos de lavado. A continuación, se realiza una agrupación de prendas (hermanado) para organizar los lotes de manera coherente por persona, por grupo o por cliente. El siguiente paso es la preparación para el empaque, seguido de una verificación digital del contenido para asegurar que todas las prendas del estén presentes. Una vez verificado, se procede al empaquetado y/o embalado, donde se realiza el rotulado de los paquetes con la información del cliente y del pedido, lo cual es vital para la trazabilidad y la logística de entrega. Finalmente, el subproceso concluye con la preparación para despacho, en donde los paquetes quedan listos para su transporte al cliente.

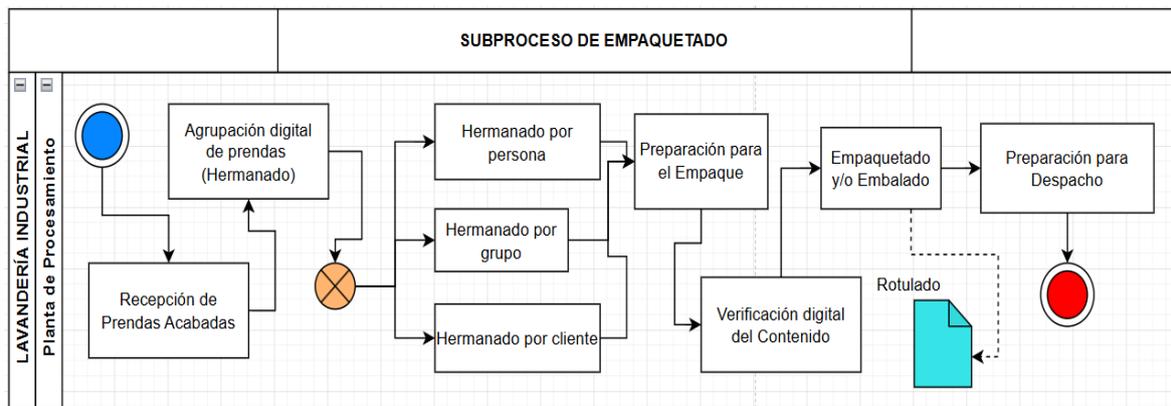


Fig. 86: Propuesta Estándar - Subproceso: Empaquetado de prendas.

3.1.3.4.5 Proceso de entrega

El subproceso de entrega, modelado en la Figura 88, detalla la fase final del servicio, abarcando las interacciones entre la administración de la lavandería, el equipo de transporte y el operario coordinador del cliente. El flujo de trabajo comienza con la asignación de lotes para reparto y la definición de rutas, seguido de la carga del furgón y el inicio de la ruta de despacho. Un aspecto crítico del proceso es la verificación de entrega por parte del cliente, que incluye un punto de decisión para la detección de incidencias en la entrega. Si se identifican problemas, se activa el proceso de levantamiento de incidencias y se actualiza la guía de remisión virtual, asegurando la trazabilidad y la resolución de cualquier anomalía. La confirmación final por parte del cliente concluye el proceso de manera formal, lo cual es fundamental para garantizar la satisfacción del servicio y el cierre del ciclo operativo.

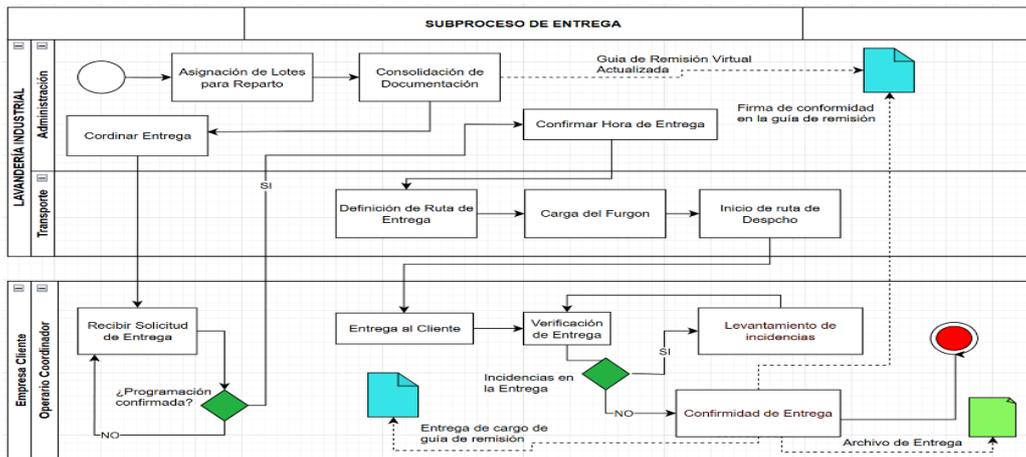


Fig. 87: Propuesta Estándar - Subproceso: Entrega de prendas.

3.1.3.4.6 Proceso de liquidación

El subproceso de liquidación, modelado en la Figura 89, detalla el flujo de trabajo para la conciliación financiera entre el área administrativa de la lavandería y el centro de costos de la empresa cliente. El proceso se inicia con la consolidación de la información operativa por parte de la lavandería, seguida de la elaboración del reporte virtual y la generación de la liquidación. El documento es entregado al cliente para su verificación de liquidación. Un punto crítico en este flujo es la detección de observaciones, lo cual, de ser afirmativo, desencadena el levantamiento de observaciones por parte del cliente y un ciclo de retroalimentación para que la administración corrija el reporte. El proceso concluye cuando el cliente otorga su conformidad de liquidación, generando un informe final que es integrado al reporte de liquidaciones y contabilidad. De este modo se asegura la transparencia y la validación conjunta de los registros financieros.

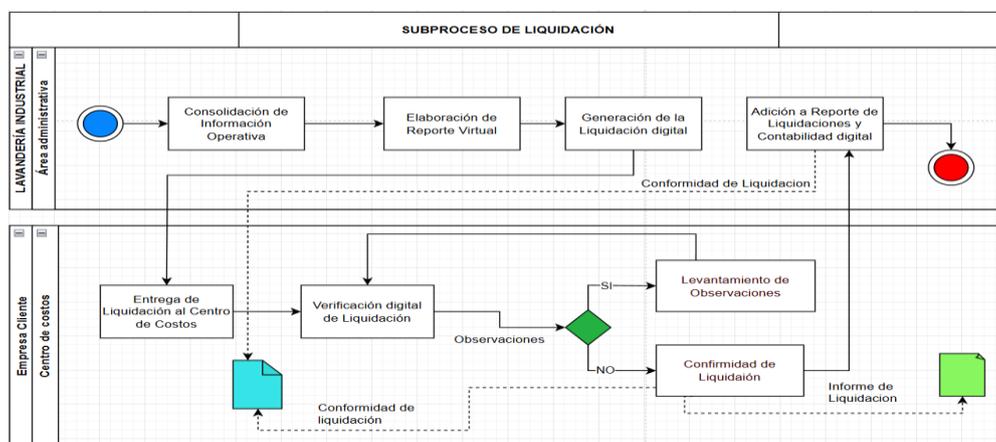


Fig. 88: Propuesta Estándar - Subproceso: Liquidación de prendas

3.2 TRATAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS Y PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.

3.2.1 TRATAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS

El tratamiento de los datos en esta investigación se realizó de acuerdo con el diseño pre-experimental aplicado, con mediciones antes y después de la implementación del sistema de información. Primero, los datos recolectados mediante los instrumentos fueron depurados y organizados en matrices de registro, diferenciando la información del pre test y del post test. Luego, los puntajes obtenidos en las fichas de observación y cuestionarios se codificaron en escalas ordinales, lo que permitió un análisis comparativo homogéneo. Se calcularon promedios por dimensión e indicador, considerando fiabilidad, consistencia y errores en la calidad del proceso; tiempos de ejecución en la dimensión temporal; tareas automatizadas; y percepciones del operario en la satisfacción.

El procesamiento inicial se hizo en Microsoft Excel para la tabulación, y posteriormente en los programas estadísticos SPSS y MiniTab para calcular la normalidad de los indicadores, en los que se aplicó la prueba de Shapiro-Wilk [119], sobre la muestra de 30 operarios, con un nivel de significancia de $\alpha = 0.05$ (95%). Para contrastar hipótesis se aplicó la prueba t de Student para muestras relacionadas, verificando si las diferencias entre pre test y post test fueron estadísticamente válidas.

El análisis de datos comparó los resultados del pre test y post test para identificar los cambios en la gestión del proceso de lavado de prendas tras implementar el sistema de información. Se evaluaron las variaciones en los indicadores de calidad del proceso, tiempo de operación, nivel de automatización y satisfacción del operario, determinando las tendencias, magnitud y mejoras de las mejoras en cada dimensión.

3.2.1.1 DIMENSIÓN CALIDAD DEL PROCESO

Para el análisis de la calidad del proceso se aplicó la Ficha de observación ([Anexo 3](#)) a los 30 operarios de la lavandería, en dos momentos: antes (pre test) y después (post test) de la implementación del sistema de información. Con el objetivo de medir la dimensión calidad en base al grado de fiabilidad, consistencia operacional y la reducción de errores en las etapas del proceso. Los resultados acumulados se recogieron en la Tabla XXXIV.

Tabla XXXIV: Resultados acumulados de la dimensión calidad del proceso.

RESULTADOS ACUMULADOS DE LA DIMENSIÓN CALIDAD DEL PROCESO		
Indicador	Pre test	Post test
Fiabilidad	22.71 / 40 ≈ 2.8	36.19 / 40 ≈ 4.5
Consistencia	24.70 / 40 ≈ 3.1	35.86 / 40 ≈ 4.5
Errores	20.73 / 40 ≈ 2.6	37.83 / 40 ≈ 4.7
Promedio	22.3 / 40 ≈ 2.8	36.3 / 40 ≈ 4.6

Pruebas de normalidad

Cálculo de la normalidad de un indicador, se tomó en cuenta la prueba de Shapiro-Wilk, sobre la muestra de 30 operarios y el criterio usado fue el siguiente:

p-valor < α , aceptar H0 = los datos no provienen de una distribución normal
p-valor $\geq \alpha$, aceptar H1 = los datos provienen de una distribución normal

El nivel de significancia fue $\alpha = 0.05$, equivalente al 95%.

Indicador: Grado de fiabilidad en las etapas del proceso

Pre-test: $p > 0.100$ (Normal)
 Media: 22.71 DE: 1.528

Post-test: $p > 0.100$ (Normal)
 Media: 36.19 DE: 1.586

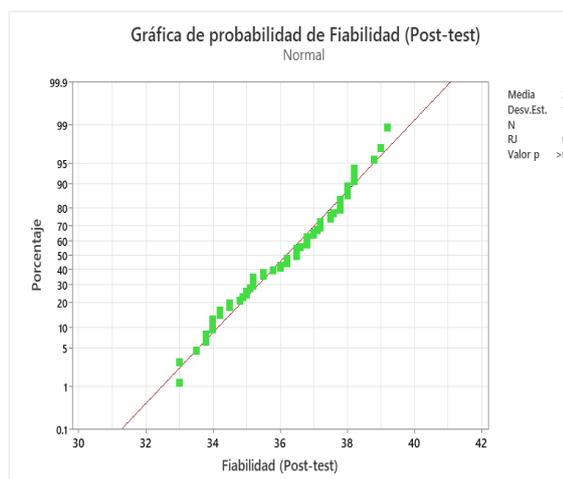
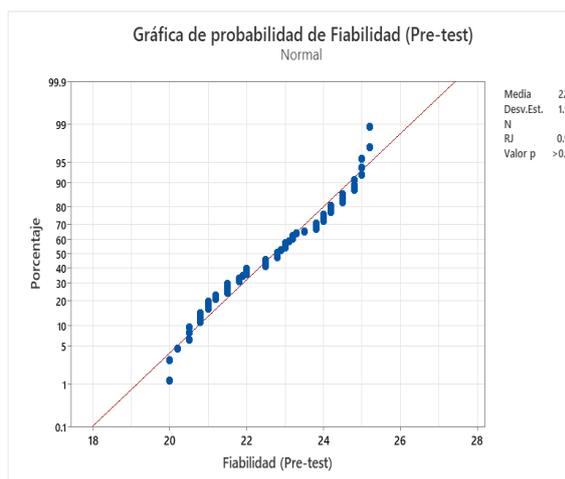


Fig. 89: Gráficos Q-Q Plot de Normalidad Grado de fiabilidad Pre-test

Fig. 90: Gráficos Q-Q Plot de Normalidad Grado de fiabilidad Post-test

Conclusión: Los datos del indicador grado de fiabilidad en las etapas del proceso provienen de una distribución normal

Indicador: Grado de consistencia en las etapas del proceso

Pre-test: $p > 0.100$ (Normal)
Media: 24.70 DE: 1.512

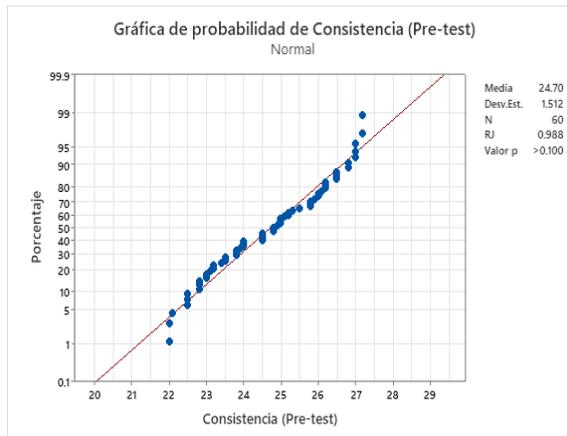


Fig. 91: Gráficos Q-Q Plot de Normalidad Grado de consistencia Pre-test.

Post-test: $p = 0.100$ (Normal)
Media: 35.86 DE: 1.602



Fig. 92: Gráficos Q-Q Plot de Normalidad Grado de consistencia Post-test.

Conclusión: Los datos del indicador grado de consistencia en las etapas del proceso provienen de una distribución normal

Indicador: Cantidad de errores en las etapas del proceso

Pre-test: $p > 0.100$ (Normal)
Media: 20.73 DE: 1.515

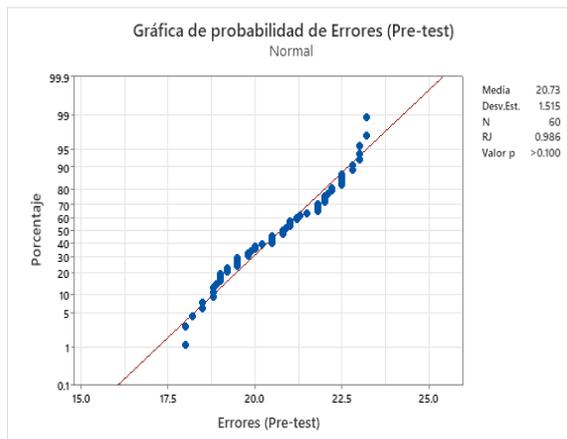


Fig. 93: Gráficos Q-Q Plot de Normalidad Cantidad de errores Pre-test.

Post-test: $p = 0.100$ (Normal)
Media: 35.83 DE: 1.552

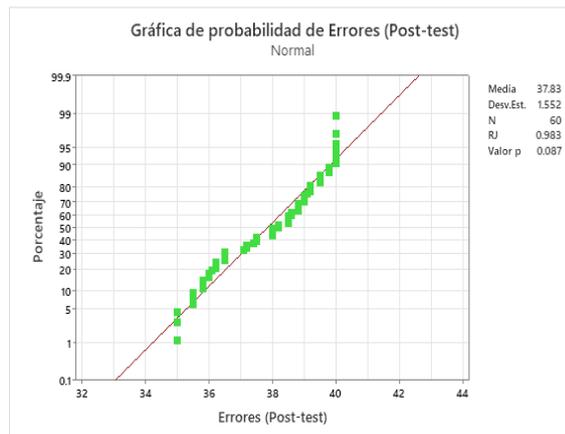


Fig. 94: Gráficos Q-Q Plot de Normalidad Cantidad de errores Post-test.

Conclusión: Los datos del indicador grado de disminución de errores en las etapas del proceso provienen de una distribución normal

Nota importante: En este indicador, valores más altos en la escala representan MENOS errores (5 = muy pocos errores, 1 = muchos errores), por lo que el aumento en las puntuaciones indica una reducción de errores.

Prueba de hipótesis:

Se aplicó la prueba t de Student para muestras relacionadas para los indicadores fiabilidad, consistencia y cantidad de errores, debido a que se contó con dos mediciones de la misma población (pretest y postest). El objetivo fue determinar si existían diferencias estadísticamente validas en la dimensión calidad del proceso tras la implementación del sistema de información (ver Figura 95).

Se formularon las siguientes hipótesis de la dimensión Calidad del proceso:

- **Hipótesis nula (H_0): $\mu d \geq 0$** → La implementación del sistema de información no mejora la calidad del proceso de lavado de prendas en una empresa de la ciudad de Lima.
- **Hipótesis alternativa (H_a): $\mu d < 0$** → La implementación del sistema de información mejora la calidad del proceso de lavado de prendas en una empresa de la ciudad de Lima.

Estadísticas de muestras emparejadas					
		Media	N	Desv. estándar	Media de error estándar
Par 1	FiabilidadPre	22.71500	30	1.528024	.197267
	FiabilidadPost	35.85833	30	1.574510	.203268
Par 2	ConsistenciaPre	24.70500	30	1.511922	.195188
	ConsistenciaPost	36.82333	30	1.579247	.203880
Par 3	ErroresPre	20.73000	30	1.515267	.195620
	ErroresPost	37.82667	30	1.552021	.200365

Prueba de muestras emparejadas										
		Diferencias emparejadas				Significación				
		Media	Desv. estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	P de un factor	P de dos factores
					Inferior	Superior				
Par 1	FiabilidadPre - FiabilidadPost	-13.143333	2.262095	.292035	-13.727694	-12.558972	-45.006	29	<.001	<.001
Par 2	ConsistenciaPre - ConsistenciaPost	-12.118333	2.232919	.288269	-12.695158	-11.541509	-42.038	29	<.001	<.001
Par 3	ErroresPre - ErroresPost	-17.096667	2.244388	.289749	-17.676454	-16.516880	-59.005	29	<.001	<.001

Tamaños de efecto de muestras emparejadas						
		Standardizer ^a	Estimación de puntos	Intervalo de confianza al 95%		
				Inferior	Superior	
Par 1	FiabilidadPre - FiabilidadPost	d de Cohen	2.262095	-5.810	-6.884	-4.732
		corrección de Hedges	2.291367	-5.736	-6.796	-4.672
Par 2	ConsistenciaPre - ConsistenciaPost	d de Cohen	2.232919	-5.427	-6.434	-4.416
		corrección de Hedges	2.261814	-5.358	-6.351	-4.360
Par 3	ErroresPre - ErroresPost	d de Cohen	2.244388	-7.618	-9.009	-6.221
		corrección de Hedges	2.273431	-7.520	-8.894	-6.142

– Fig. 95: Prueba T Student - Calidad del proceso.

Interpretación: Los resultados (ver Figura 95) de la prueba t para muestras emparejadas, sobre los indicadores de la dimensión calidad (fiabilidad, consistencia y errores) revelan mejoras estadísticamente en los tres indicadores de calidad del proceso tras la implementación del sistema de información. Todos los indicadores muestran valores $p < 0.001$, rechazando categóricamente la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa, confirmando que el sistema genera impactos positivos sustanciales en la mejora de la

calidad del proceso de lavado de prendas en una empresa de la ciudad de Lima. Tesis: La implementación del sistema de información mejora la calidad del proceso de lavado de prendas en una empresa de la ciudad de Lima (ver Tabla XXXV).

Tabla XXXV: Resultados generales de la prueba T - Calidad del proceso.

Resultados generales de la prueba T - Calidad del proceso			
Estadístico	Indicador		
	Grado de Fiabilidad	Grado de Consistencia	Reducción de Errores
Media Pre-test	22.715	24.705	20.730
Media Post-test	35.858	36.823	37.827
Diferencia Media	-13.143	-12.118	-17.097
Estadístico t	-45.006	-42.038	-59.005
Valor p	< 0.001	< 0.001	< 0.001
d de Cohen	-5.81	-5.43	-7.62

3.2.1.2 DIMENSIÓN TIEMPO DE OPERACIÓN

Para analizar el tiempo de operación se aplicó la Ficha de observación ([Anexo 6](#)) a los 30 operarios en dos mediciones: pre test y post test. Se cuantificó la duración en minutos de los subprocesos críticos: registro, clasificación, lavado, generación de guías, hermanado, entrega, liquidaciones y reportes. Los resultados acumulados se recogieron en la Tabla XXXVI, considerando que para cada proceso observado se determinó el número de ciclos a observar respecto al índice de tiempo ([Anexo 10](#)).

Tabla XXXVI: Resultados acumulados de la dimensión tiempo de operación.

RESULTADOS ACUMULADOS DE LA DIMENSIÓN TIEMPO DE OPERACIÓN						
Sub Proceso	Duración de ciclo (min)	Número de ciclos	Pre-test (min)	Post-test (min)	Reducción (min)	Reducción (%)
Registro	10.00 a 20.00	8	15.77	8.46	7.31	46.3%
Clasificación	10.00 a 20.00	8	19.51	12.88	6.63	34.0%
Lavado	40.00 en adelante	3	46.65	39.64	7.01	15.0%
Hermanado	20.00 a 40.00	5	24.12	16.36	7.76	32.2%
Entrega	10.00 a 20.00	8	12.63	7.65	4.98	39.4%
Generación Guías	5.00 a 10.00	10	8.97	3.71	5.26	58.6%
Liquidaciones	20.00 a 40.00	5	26.32	13.60	12.73	48.4%

Pruebas de normalidad: Cálculo de la normalidad de un indicador, se tomó en cuenta la prueba de Shapiro-Wilk, sobre la muestra de 30 operarios y el criterio usado fue el siguiente:

p-valor < α , aceptar H0 = los datos no provienen de una distribución normal
p-valor $\geq \alpha$, aceptar H1 = los datos provienen de una distribución normal

El nivel de significancia fue $\alpha = 0.05$, equivalente al 95%.

Indicador: Tiempo de atención de registro de flete de prendas

Pre-test: p = 0.061 (Normal)
Media: 15.77 DE: 1.717

Post-test: p > 0.100 (Normal)
Media: 8.463 DE: 0.8818



Fig. 96: Gráficos Q-Q Plot de Normalidad Tiempo de Registro | Pre-test.

Fig. 97: Gráficos Q-Q Plot de Normalidad Tiempo de Registro | Post-test.

Conclusión: Los datos del indicador tiempo de atención de registro de flete de prendas provienen de una distribución normal

Indicador: Tiempo de atención de clasificación de flete de prendas

Pre-test: p > 0.100 (Normal)
Media: 19.51 DE: 2.016

Post-test: p > 0.100 (Normal)
Media: 12.88 DE: 1.803

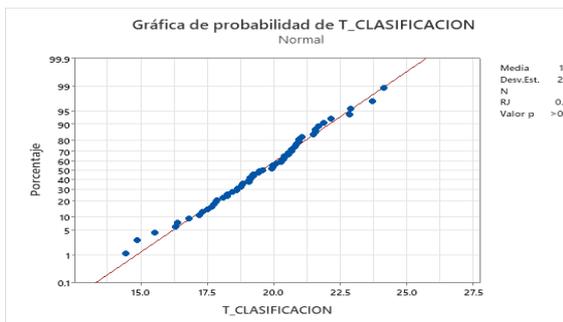


Fig. 98: Gráficos Q-Q Plot de Normalidad Tiempo de Clasificación | Pre-test.

Fig. 99: Gráficos Q-Q Plot de Normalidad Tiempo de Clasificación | Post-test.

Conclusión: Los datos del indicador tiempo de atención de clasificación de flete de prendas provienen de una distribución normal

Indicador: Tiempo de atención de lavado de carrito de prendas

Pre-test: $p > 0.100$ (Normal)
Media: 46.65 DE: 4.310

Post-test: $p = 0.096$ (Normal)
Media: 39.64 DE: 2.698

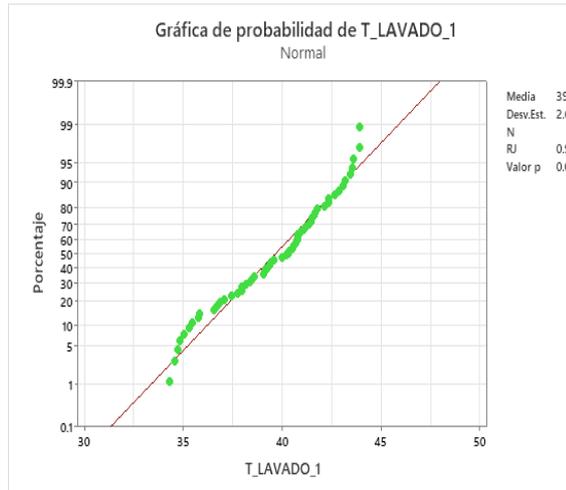
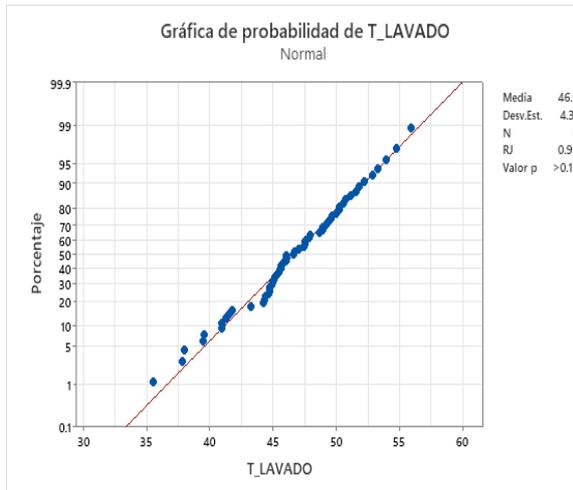


Fig. 100: Gráficos Q-Q Plot de Normalidad Tiempo de Lavado | Pre-test.

Fig. 101: Gráficos Q-Q Plot de Normalidad Tiempo de Lavado | Post-test.

Conclusión: Los datos del indicador tiempo de atención de lavado de carrito de prendas provienen de una distribución normal

Indicador: Tiempo de atención de hermano de flete de prendas

Pre-test: $p > 0.100$ (Normal)
Media: 24.12 DE: 2.384

Post-test: $p > 0.100$ (Normal)
Media: 16.36 DE: 1.414

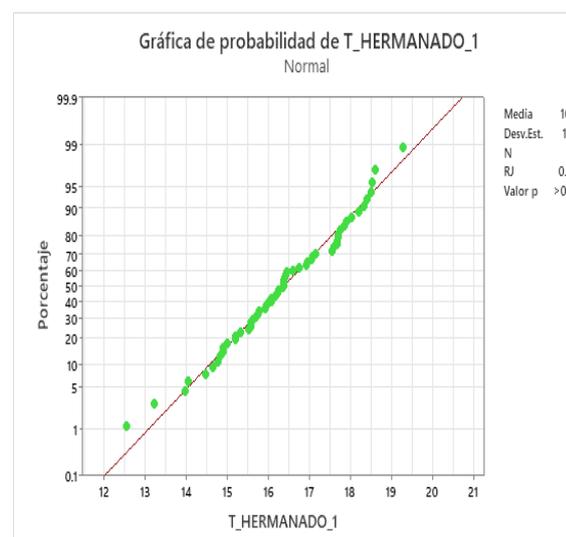
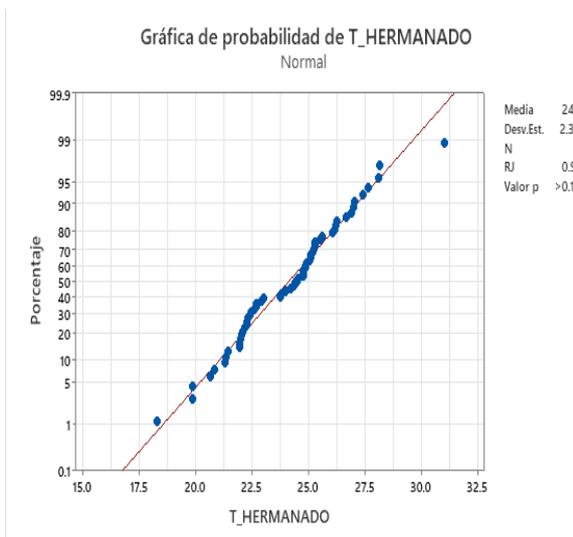


Fig. 102: Gráficos Q-Q Plot de Normalidad Tiempo de Hermanado | Pre-test.

Fig. 103: Gráficos Q-Q Plot de Normalidad Tiempo de Hermanado | Post-test.

Conclusión: Los datos del indicador tiempo de atención de hermano de flete de prendas provienen de una distribución normal

Indicador: Tiempo de atención de entrega de flete de prendas

Pre-test: $p > 0.100$ (Normal)
Media: 12.63 DE: 1.537

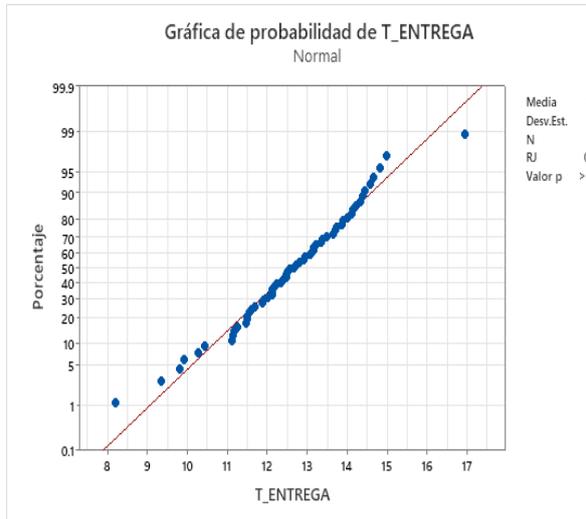


Fig. 104: Gráficos Q-Q Plot de Normalidad Tiempo de Entrega | Pre-test.

Post-test: $p > 0.100$ (Normal)
Media: 7.649 DE: 1.078

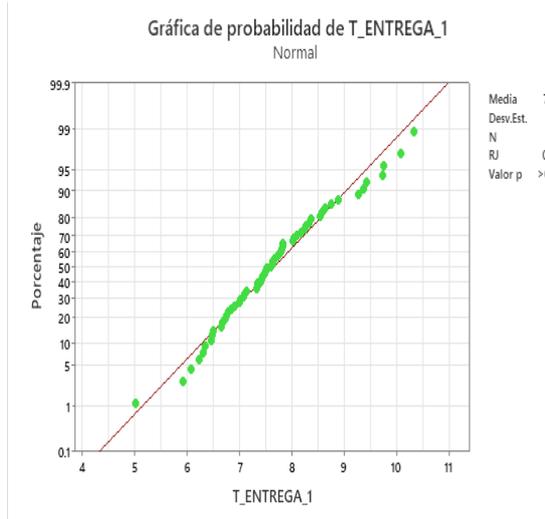


Fig. 105: Gráficos Q-Q Plot de Normalidad Tiempo de Entrega | Post-test.

Conclusión: Los datos del indicador tiempo de atención de entrega de flete de prendas provienen de una distribución normal

Indicador: Tiempo de generación de guías de remisión

Pre-test: $p > 0.100$ (Normal)
Media: 8.972 DE: 1.357

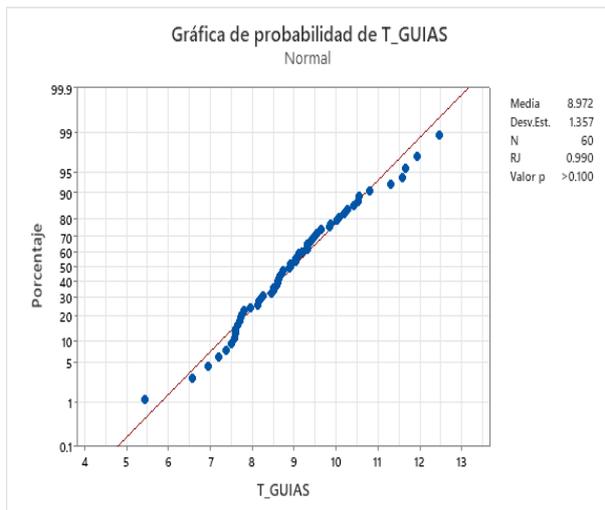


Fig. 106: Gráficos Q-Q Plot de Normalidad Tiempo de Generación de Guías de Remisión | Pre-test.

Post-test: $p > 0.100$ (Normal)
Media: 3.719 DE: 0.6751

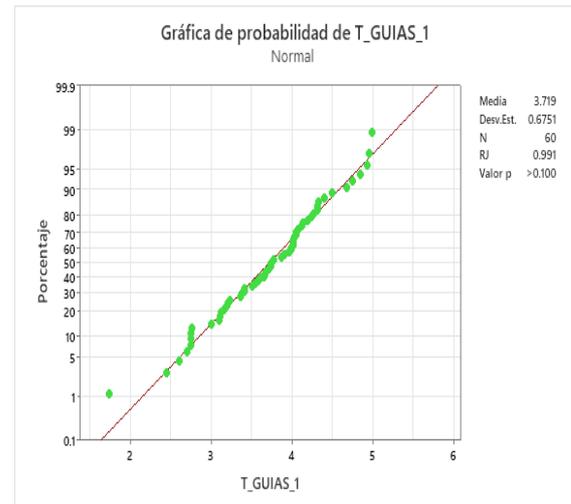


Fig. 107: Gráficos Q-Q Plot de Normalidad Tiempo de Generación de Guías de Remisión | Post-test.

Conclusión: Los datos del indicador tiempo de generación de guías de remisión provienen de una distribución normal

Indicador: Tiempo de generación de liquidaciones y reportes

Pre-test: $p > 0.100$ (Normal)
Media: 26.32 DE: 2.947

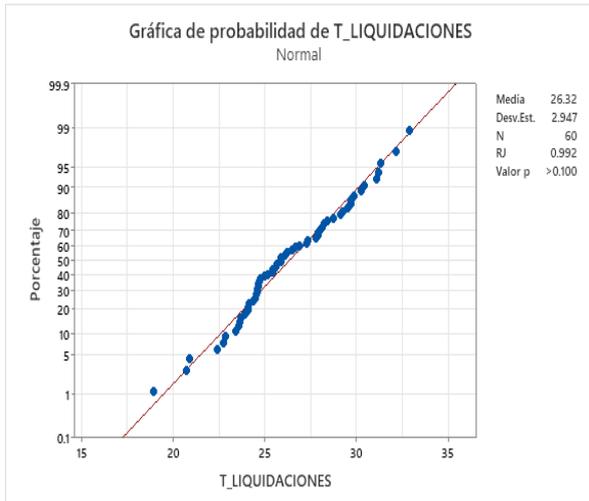


Fig. 108: Gráficos Q-Q Plot de Normalidad Tiempo de Liquidación | Pre-test.

Post-test: $p > 0.100$ (Normal)
Media: 13.60 DE: 2.185

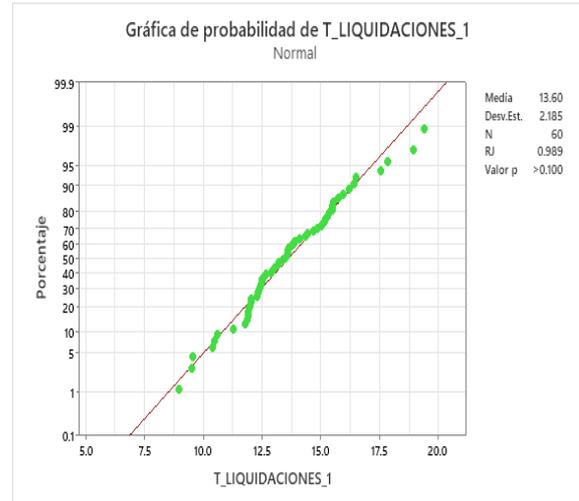


Fig. 109: Gráficos Q-Q Plot de Normalidad Tiempo de Liquidación | Post-test.

Conclusión: Los datos del indicador tiempo de generación de liquidaciones y reportes de remisión provienen de una distribución normal

Prueba de hipótesis

Se aplicó la prueba t de Student para muestras relacionadas para los indicadores de la dimensión tiempo de operación (registro de flete de prendas, clasificación de flete de prendas, lavado de carrito de prendas, hermano de carrito de prendas, entregas de flete de prendas, generación de guías de remisión, generación de liquidaciones y reportes), debido a que se contó con dos mediciones de la misma población (pretest y postest). El objetivo fue determinar si existían diferencias estadísticamente validas en la dimensión tras la implementación del sistema de información.

Se formularon las siguientes hipótesis de la dimensión Calidad del proceso:

- **Hipótesis nula (H_0): $\mu d \leq 0$** → La implementación del sistema de información no reduce los tiempos de operación del proceso de lavado de prendas en una empresa de la ciudad de Lima.
- **Hipótesis alternativa (H_a): $\mu d > 0$** → La implementación del sistema de información mejora los tiempos de operación del proceso de lavado de prendas en una empresa de la ciudad de Lima.

Estadísticas de muestras emparejadas

		Media	N	Dev. estándar	Media de error estándar
Par 1	T_REGISTRO	15.7663620	30	1.71721054	.22169093
	T_REGISTRO2	8.462685	30	.8818393	.1138450
Par 2	T_CLASIFICACION	19.509790	30	2.0156579	.2602203
	T_CLASIFICACION2	12.881222	30	1.8026679	.2327234
Par 3	T_LAVADO	46.647650	30	4.3099757	.5564155
	T_LAVADO2	39.636887	30	2.6980179	.3483126
Par 4	T_HERMANADO	24.118227	30	2.3844707	.3078338
	T_HERMANADO2	16.362840	30	1.4142510	.1825790
Par 5	T_ENTREGA	12.628692	30	1.5366612	.1983821
	T_ENTREGA2	7.648798	30	1.0784823	.1392315
Par 6	T_GUIAS	8.971533	30	1.3574021	.1752399
	T_GUIAS2	3.719443	30	.6751216	.0871578
Par 7	T_LIQUIDACIONES	26.322472	30	2.9470034	.3804565
	T_LIQUIDACIONES2	13.599018	30	2.1852245	.2821113

Prueba de muestras emparejadas

		Diferencias emparejadas						Significación		
		Media	Dev. estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	P de un factor	P de dos factores
					Inferior	Superior				
Par 1	T_REGISTRO - T_REGISTRO2	7.30367700	2.00611764	.25898867	6.78544186	7.82191214	28.201	29	<.001	<.001
Par 2	T_CLASIFICACION - T_CLASIFICACION2	6.6285683	2.8675435	.3701983	5.8878033	7.3693334	17.905	29	<.001	<.001
Par 3	T_LAVADO - T_LAVADO2	7.0107633	5.2584039	.6788570	5.6523736	8.3691531	10.327	29	<.001	<.001
Par 4	T_HERMANADO - T_HERMANADO2	7.7553867	2.8746234	.3711123	7.0127927	8.4979806	20.898	29	<.001	<.001
Par 5	T_ENTREGA - T_ENTREGA2	4.9798933	1.8600169	.2401271	4.4994000	5.4603866	20.739	29	<.001	<.001
Par 6	T_GUIAS - T_GUIAS2	5.2520900	1.4293579	.1845293	4.8828477	5.6213323	28.462	29	<.001	<.001
Par 7	T_LIQUIDACIONES - T_LIQUIDACIONES2	12.7234533	3.5844263	.4627475	11.7974978	13.6494088	27.495	29	<.001	<.001

Tamaños de efecto de muestras emparejadas

		Standardizer ^a	Estimación de puntos	Intervalo de confianza al 95%	
				Inferior	Superior
Par 1	T_REGISTRO - T_REGISTRO2	d de Cohen	2.00611764	3.641	4.340
		corrección de Hedges	2.03207753	3.594	4.285
Par 2	T_CLASIFICACION - T_CLASIFICACION2	d de Cohen	2.8675435	2.312	2.796
		corrección de Hedges	2.9046505	2.282	2.760
Par 3	T_LAVADO - T_LAVADO2	d de Cohen	5.2584039	1.333	1.679
		corrección de Hedges	5.3264495	1.316	1.657
Par 4	T_HERMANADO - T_HERMANADO2	d de Cohen	2.8746234	2.698	3.243
		corrección de Hedges	2.9118220	2.663	3.201
Par 5	T_ENTREGA - T_ENTREGA2	d de Cohen	1.8600169	2.677	3.219
		corrección de Hedges	1.8840861	2.643	3.178
Par 6	T_GUIAS - T_GUIAS2	d de Cohen	1.4293579	3.674	4.380
		corrección de Hedges	1.4478544	3.627	4.324
Par 7	T_LIQUIDACIONES - T_LIQUIDACIONES2	d de Cohen	3.5844263	3.550	4.234
		corrección de Hedges	3.6308101	3.504	4.180

a. El denominador utilizado en la estimación de tamaños del efecto.
 La d de Cohen utiliza la desviación estándar de muestra de la diferencia de medias.
 La corrección de Hedges utiliza la desviación estándar de muestra de la diferencia de medias, más un factor de corrección.

Fig. 110: Prueba T Student – Tiempo de ejecución.

Interpretación: Los resultados de la prueba **t** para muestras emparejadas evidencian reducciones estadísticamente validas en los tiempos de operación de todas los sub procesos del proceso de lavado de prendas tras la implementación del sistema de información. Todos los indicadores muestran valores $p < 0.001$, confirmando que el sistema mejora sustancialmente la ejecución operacional, rechazando categóricamente la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa, confirmando que el sistema genera impactos positivos sustanciales. Tesis: La implementación del sistema de información mejora los tiempos de operación del proceso de lavado de prendas en una empresa de la ciudad de Lima. (ver Tabla XXXVII).

Tabla XXXVII: Resultados generales de la prueba T – Tiempos de operación.

Resultados generales de la prueba T – Tiempos de operación del proceso			
Sub Proceso	Estadístico t	Valor p	d de Cohen
Registro	28.201	< 0.001	3.64
Clasificación	17.905	< 0.001	2.31
Lavado	10.327	< 0.001	1.33
Hermanado	20.898	< 0.001	2.70
Entrega	20.739	< 0.001	2.68
Generación Guías	28.462	< 0.001	3.67
Liquidaciones	27.495	< 0.001	3.58

3.2.1.3 DIMENSIÓN AUTOMATIZACIÓN

Para evaluar el nivel de automatización se aplicó la Ficha de observación ([Anexo 5](#)) a los 30 operarios en dos momentos: antes (pre test) y después (post test) de la implementación del sistema. El objetivo fue identificar el grado de automatización alcanzado en los subprocesos críticos de la lavandería industrial, comparando la proporción de tareas manuales, semi-automatizadas y automatizadas. En términos operativos, estas transformaciones significaron que las actividades repetitivas y propensas a error fueron delegadas al sistema (por ejemplo: programación de entregas y recojos, notificaciones, generación de guías, actualización de estados, consolidación de información y cálculos de liquidación), mientras que las tareas que requirieron juicio humano o manipulación física quedaron como semi-automatizadas o manuales en menor proporción. Por ende, el uso de recursos humanos se orientó a supervisión, excepción y labores físicas inevitables, mejorando la gestión de los procesos y reduciendo la carga operativa rutinaria (ver Tabla XXXVIII).

Tabla XXXVIII: Resumen acumulado Dimensión Automatización.

RESUMEN ACUMULADO (PRE VS POST)			
Estado	Pre test (Cuento, %)	Post test (Cuento, %)	Cambio absoluto (puntos %)
Automatizadas	5 / 68 → 7.4%	44 / 68 → 64.7%	+57.3 pp
Semi-automatizadas	10 / 68 → 14.7%	14 / 68 → 20.6%	+5.9 pp
Manuales	53 / 68 → 77.9%	10 / 68 → 14.7%	-63.2 pp

Pruebas de normalidad

Cálculo de la normalidad de un indicador, se tomó en cuenta la prueba de Shapiro-Wilk, sobre la muestra de 30 operarios y el criterio usado fue el siguiente:

p-valor < α , aceptar H0 = los datos no provienen de una distribución normal
p-valor $\geq \alpha$, aceptar H1 = los datos provienen de una distribución normal

El nivel de significancia fue $\alpha = 0.05$, equivalente al 95%.

Indicador: Tareas Automatizadas

Pre-test: p = 0.061 (Normal)
Media: 1.343 DE: 1.057

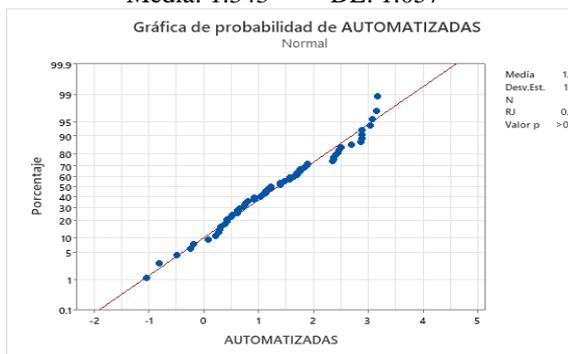


Fig. 111: Gráficos Q-Q Plot de Normalidad Tareas Automatizadas | Pre-test.

Post-test: p > 0.100 (Normal)
Media: 43.58 DE: 2.768

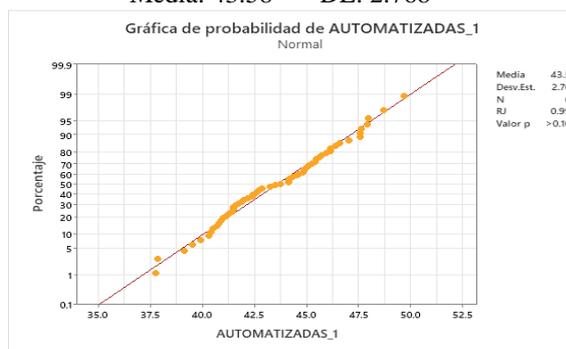


Fig. 112: Gráficos Q-Q Plot de Normalidad Tareas Automatizadas | Post-test.

Conclusión: Los datos del indicador tareas automatizadas provienen de una distribución normal

Indicador: Tareas Semi-automatizadas

Pre-test: p = 0.061 (Normal)
Media: 1.343 DE: 1.057

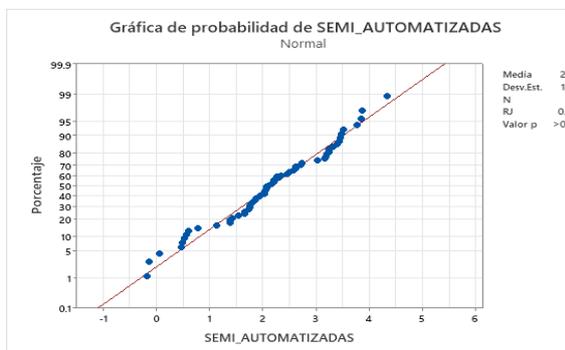


Fig. 113: Gráficos Q-Q Plot de Normalidad Tareas Semi-automatizadas | Pre-test.

Post-test: p > 0.100 (Normal)
Media: 43.58 DE: 2.768

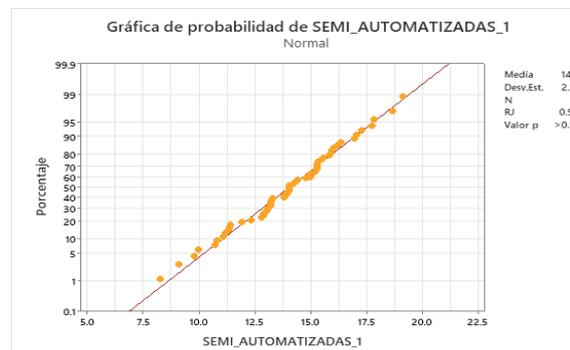


Fig. 114: Gráficos Q-Q Plot de Normalidad Tareas Semi-automatizadas | Post-test.

Conclusión: Los datos del indicador tareas semi-automatizadas provienen de una distribución normal

Indicador: Tareas Manuales

Pre-test: $p = 0.061$ (Normal)
Media: 1.343 DE: 1.057

Post-test: $p > 0.100$ (Normal)
Media: 43.58 DE: 2.768

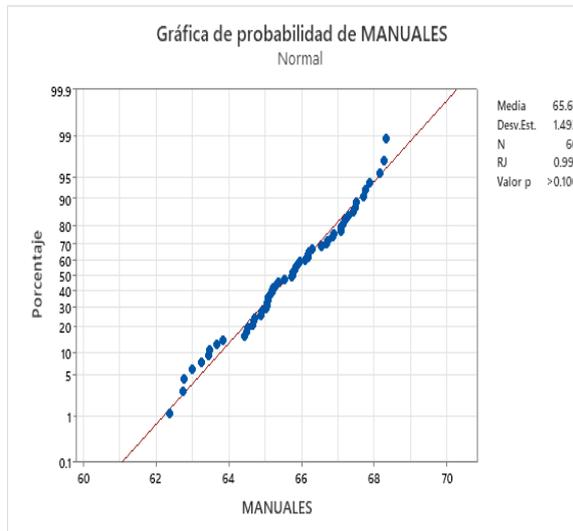


Fig. 115: Gráficos Q-Q Plot de Normalidad Tareas Manuales | Pre-test.

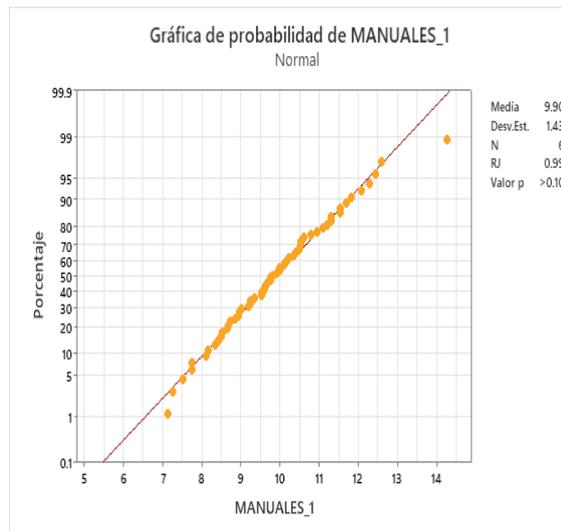


Fig. 116: Gráficos Q-Q Plot de Normalidad Tareas Manuales | Post-test.

Conclusión: Los datos del indicador tareas manuales provienen de una distribución normal

Prueba de hipótesis

Considerando que los resultados corresponden únicamente al conteo y porcentaje obtenidos a partir de la ficha de observación aplicada a 30 operarios, se realizaron pruebas paramétricas: **t de Student de muestras emparejadas**, permitiendo obtener conclusiones válidas sobre el cambio en los niveles de automatización.

Se formularon las siguientes hipótesis de la dimensión automatización:

- **Hipótesis nula (H_0):** $\mu_d \geq 0$ → La implementación del sistema de información no incrementa los niveles de automatización del proceso de lavado de prendas en una empresa de la ciudad de Lima.
- **Hipótesis alternativa (H_a):** $\mu_d < 0$ → La implementación del sistema de información incrementa los niveles de automatización del proceso de lavado de prendas en una empresa de la ciudad de Lima.

Estadísticas de muestras emparejadas					
		Media	N	Desv. estándar	Media de error estándar
Par 1	AUTOMATIZADAS	1.333	30	1.0840	.1399
	AUTOMATIZADAS_1	43.62	30	2.817	.364
Par 2	SEMI_AUTOMATIZADAS	2.13	30	1.033	.133
	SEMI_AUTOMATIZADAS_1	13.95	30	2.339	.302
Par 3	MANUALES	65.65	30	1.516	.196
	MANUALES_1	9.95	30	1.455	.188

Prueba de muestras emparejadas										
Diferencias emparejadas								Significación		
		Media	Desv. estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	P de un factor	P de dos factores
					Inferior	Superior				
Par 1	AUTOMATIZADAS - AUTOMATIZADAS_1	-42.2833	2.9693	.3833	-43.0504	-41.5163	-110.304	29	<.001	<.001
Par 2	SEMI_AUTOMATIZADAS - SEMI_AUTOMATIZADAS_1	-11.817	2.684	.346	-12.510	-11.123	-34.104	29	<.001	<.001
Par 3	MANUALES - MANUALES_1	55.700	2.036	.263	55.174	56.226	211.899	29	<.001	<.001

Tamaños de efecto de muestras emparejadas					
		Standardizer ^a	Estimación de puntos	Intervalo de confianza al 95%	
				Inferior	Superior
Par 1	AUTOMATIZADAS - AUTOMATIZADAS_1	d de Cohen	2.9693	-14.240	-16.812
		corrección de Hedges	3.0077	-14.058	-16.597
Par 2	SEMI_AUTOMATIZADAS - SEMI_AUTOMATIZADAS_1	d de Cohen	2.684	-4.403	-5.232
		corrección de Hedges	2.719	-4.347	-5.165
Par 3	MANUALES - MANUALES_1	d de Cohen	2.036	27.356	22.422
		corrección de Hedges	2.062	27.007	22.136

Fig. 117: Prueba T Student - Niveles de Automatización

Interpretación: Los resultados de la prueba t de Student para muestras emparejadas sobre los indicadores de automatización del proceso (ver Figura 118), revelan transformaciones estadísticamente validas en los tres niveles evaluados tras la implementación del sistema de información. Todos los indicadores muestran valores $p < 0.001$. Estos resultados permiten rechazar categóricamente la hipótesis nula ($H_0: \mu d \geq 0$) y aceptar la hipótesis alternativa ($H_a: \mu d < 0$), confirmando que la implementación del sistema de información incrementa los niveles de automatización del proceso de lavado de prendas, mejorando la distribución de actividades hacia procesos más eficientes y tecnológicamente avanzados, como podemos apreciar en la Tabla XXXIX. Tesis: La implementación del sistema de información incrementa los niveles de automatización del proceso de lavado de prendas en una empresa de la ciudad de Lima.

Tabla XXXIX: Resultados generales de la prueba T - Niveles de Automatización

Estadístico	Actividades Automatizadas	Actividades Semi-automatizadas	Actividades Manuales
Media Pre-test	1.333	2.13	65.65
Media Post-test	43.62	13.95	9.95
Diferencia Media	-42.283	-11.817	55.7
Estadístico t	-110.304	-34.104	211.899
Valor p	< 0.001	< 0.001	< 0.001
d de Cohen	-14.24	-4.403	27.356

3.2.1.4 DIMENSIÓN SATISFACCIÓN DEL OPERARIO

Con el objetivo de medir la mejora en la satisfacción de los operarios, se analizaron los datos recogidos en el cuestionario aplicado a los 30 operarios ([Anexo 7](#)), que recoge los datos de las dimensiones de satisfacción respecto de las actividades, la información y los tiempos de ejecución de las actividades del proceso de lavado de prendas. La comparación acumulada se recoge en la Tabla XL.

Tabla XL: Dimensión satisfacción del operario.

COMPARACIÓN ACUMULADA SATISFACCIÓN			
Indicador	Pre test (Media)	Post test (Media)	Diferencia
Actividades del proceso	11.12	20.64	9.52
Información generada	9.04	23.12	14.08
Tiempos de ejecución	8.92	21.42	12.5
Promedio	9.69	21.73	12.04

Prueba de normalidad

Cálculo de la normalidad de un indicador, se tomó en cuenta la prueba de Shapiro-Wilk, sobre la muestra de 30 operarios y el criterio usado fue el siguiente:

p-valor < α , aceptar H0 = los datos no provienen de una distribución normal
p-valor $\geq \alpha$, aceptar H1 = los datos provienen de una distribución normal

El nivel de significancia fue $\alpha = 0.05$, equivalente al 95%.

Indicador: Nivel de satisfacción con las actividades del proceso

Pre-test: p = 0.100 (Normal)
 Media: 22.71 DE: 1.528

Post-test: p = 0.100 (Normal)
 Media: 36.19 DE: 1.586

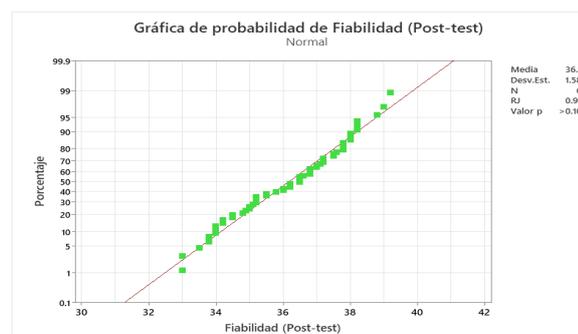
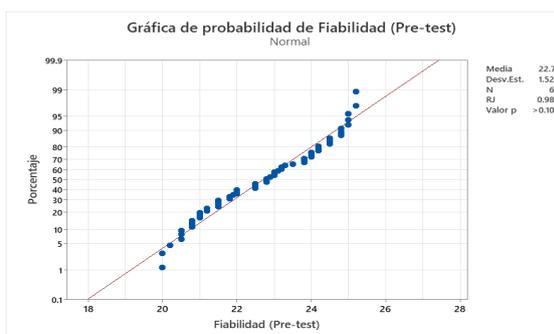


Fig. 118: Gráficos Q-Q Plot de Normalidad Satisfacción con la Fiabilidad Pre-test

Fig. 119: Gráficos Q-Q Plot de Normalidad Satisfacción con la Fiabilidad Post-test

Conclusión: Los datos del indicador nivel de satisfacción con las actividades del proceso provienen de una distribución normal

Indicador: Nivel de satisfacción con la información generada del proceso

Pre-test: $p = 0.100$ (Normal)
Media: 22.71 DE: 1.528

Post-test: $p = 0.100$ (Normal)
Media: 36.19 DE: 1.586

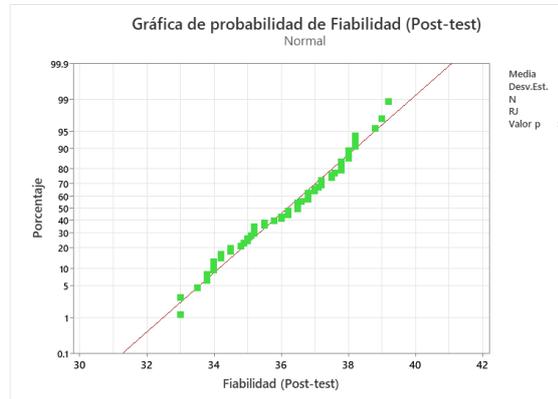
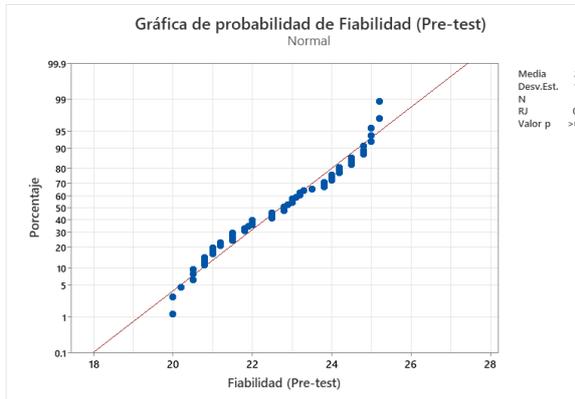


Fig. 120: Gráficos Q-Q Plot de Normalidad Satisfacción con la información Pre-test

Fig. 121: Gráficos Q-Q Plot de Normalidad Satisfacción con la información Post-test

Conclusión: Los datos del indicador nivel de satisfacción con la información generada del proceso provienen de una distribución normal

Indicador: Nivel de satisfacción con los tiempos para de la ejecución en los procesos.

Pre-test: $p = 0.100$ (Normal)
Media: 22.71 DE: 1.528

Post-test: $p = 0.100$ (Normal)
Media: 36.19 DE: 1.586

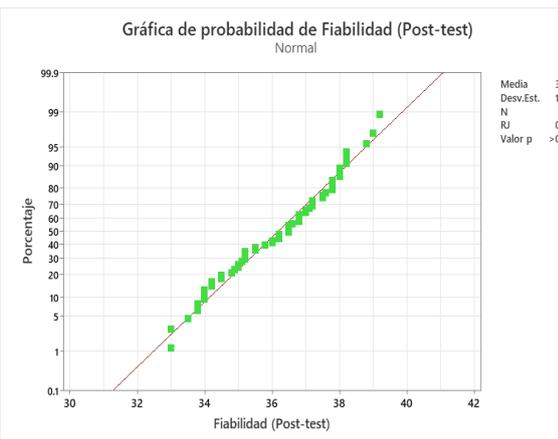
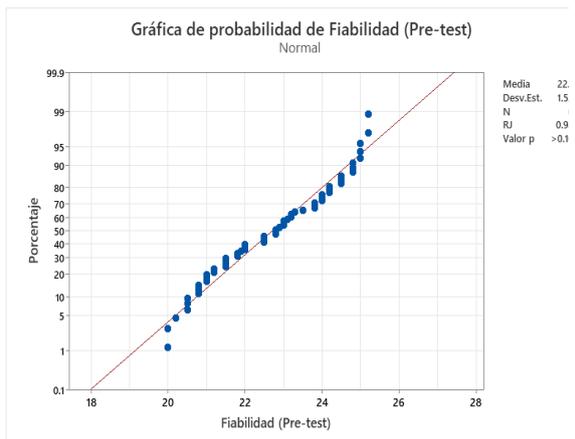


Fig. 122: Gráficos Q-Q Plot de Normalidad Satisfacción con los tiempos Pre-test

Fig. 123: Gráficos Q-Q Plot de Normalidad Satisfacción con los tiempos Post-test

Conclusión: Los datos del indicador nivel de satisfacción los tiempos para de la ejecución en los procesos provienen de una distribución normal

Prueba de hipótesis:

Se aplicó la prueba t de Student para muestras relacionadas para los indicadores: nivel de satisfacción con las actividades de los procesos de lavandería, nivel de satisfacción con la información generada en los procesos y nivel de satisfacción con los tiempos de ejecución en los procesos, debido a que se contó con dos mediciones de la misma población (pretest y postest). El propósito fue determinar si existían diferencias estadísticas de mejora en la dimensión satisfacción del operario después de la implementación del sistema de información.

Se formularon las siguientes hipótesis de la dimensión Calidad del proceso:

- **Hipótesis nula (H_0): $\mu d \leq 0$** → La implementación del sistema de información no mejora el nivel de satisfacción con el proceso de lavado de prendas en una empresa de la ciudad de Lima.
- **Hipótesis alternativa (H_a): $\mu d > 0$** → La implementación del sistema de información mejora el nivel de satisfacción con el proceso de lavado de prendas en una empresa de la ciudad de Lima.

Estadísticas de muestras emparejadas

		Media	N	Desv. estándar	Media de error estándar
Par 1	Actividades_PRT	11.11949	30	3.360927	.433894
	Actividades_PST	20.63631	30	2.767002	.357218
Par 2	Informacion_PRT	9.04449	30	2.101218	.271266
	Informacion_PST	23.12235	30	2.144856	.276900
Par 3	Ejecucion_PRT	8.91567	30	2.645925	.341587
	Ejecucion_PST	21.42133	30	2.160998	.278984

Prueba de muestras emparejadas

		Diferencias emparejadas						Significación		
		Media	Desv. estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	P de un factor	P de dos factores
					Inferior	Superior				
Par 1	Actividades_PRT - Actividades_PST	-9.516817	4.384557	.566044	-10.649468	-8.384166	-16.813	29	<.001	<.001
Par 2	Informacion_PRT - Informacion_PST	-14.077865	2.971840	.383663	-14.845573	-13.310157	-36.693	29	<.001	<.001
Par 3	Ejecucion_PRT - Ejecucion_PST	-12.505658	3.302355	.426332	-13.358746	-11.652569	-29.333	29	<.001	<.001

Tamaños de efecto de muestras emparejadas

		Standardizer ^a	Estimación de puntos	Intervalo de confianza al 95%		
				Inferior	Superior	
				Par 1	Actividades_PRT - Actividades_PST	d de Cohen
		corrección de Hedges	4.441295	-2.143	-2.599	-1.680
Par 2	Informacion_PRT - Informacion_PST	d de Cohen	2.971840	-4.737	-5.624	-3.846
		corrección de Hedges	3.010297	-4.677	-5.552	-3.796
Par 3	Ejecucion_PRT - Ejecucion_PST	d de Cohen	3.302355	-3.787	-4.511	-3.057
		corrección de Hedges	3.345089	-3.739	-4.454	-3.018

a. El denominador utilizado en la estimación de tamaños del efecto.
 La d de Cohen utiliza la desviación estándar de muestra de la diferencia de medias.
 La corrección de Hedges utiliza la desviación estándar de muestra de la diferencia de medias, más un factor de corrección.

Fig. 124: Resultados generales de la prueba T - Satisfacción del operario

Interpretación: Los resultados de la prueba t de Student (Figura 124) para muestras relacionadas, evidencian las diferencias de mejora correlacionadas en todos los indicadores evaluados de la dimensión satisfacción del operario y la gestión del proceso tras la implementación del sistema de información. Todos los indicadores muestran valores $p < 0.001$, estos resultados permiten rechazar la hipótesis nula ($H_0: \mu d \leq 0$) y aceptar la hipótesis alternativa ($H_a: \mu d > 0$), confirmando que la implementación del sistema de información mejora el nivel de satisfacción del operario con el proceso de lavado de prendas en todas sus dimensiones evaluadas (ver Tabla XLI). Tesis: La implementación del sistema de información mejora el nivel de satisfacción con el proceso de lavado de prendas en una empresa de la ciudad de Lima.

Tabla XLI: Resultados generales de la prueba T – Satisfacción del operario

Estadístico	Indicador de satisfacción		
	S. Actividades	S. Información	S. Tiempos de ejecución
Media Pre-test	11.11949	9.04449	8.91567
Media Post-test	20.63631	23.12235	21.42133
Diferencia Media	-9.516817	-14.077865	-12.505658
Estadístico t	-16.813	-36.693	-29.333
Valor p	<.001	<.001	<.001
d de Cohen	-2.171	-4.737	-3.787

Con base en los resultados obtenidos de las cuatro dimensiones analizadas, se confirma que la implementación del sistema de información impacta positivamente en la gestión del proceso de lavado de prendas en una empresa de la ciudad de Lima. Los análisis estadísticos mediante la prueba t de Student para muestras relacionadas demuestran mejoras con valores $p < 0.001$ en todas las dimensiones evaluadas, rechazando categóricamente las hipótesis nulas correspondientes. En la dimensión calidad del proceso, se acepta la hipótesis alternativa confirmando que el sistema mejora la fiabilidad, consistencia y reducción de errores con incrementos promedio del 62.2% en la calidad operacional. En la dimensión tiempo de operación, se acepta la hipótesis alternativa validando que el sistema reduce los tiempos operacionales con mejoras que oscilan entre 15% y 58.6% en todas las actividades críticas del proceso. En automatización, se acepta la hipótesis alternativa estableciendo que el sistema incrementa los niveles de automatización, elevando las actividades automatizadas del 7.4% al 64.7% y reduciendo las manuales del

77.9% al 14.7%. En satisfacción del operario, se acepta la hipótesis alternativa confirmando que el sistema mejora el nivel de satisfacción con incrementos promedio del 127% en todas las dimensiones evaluadas. La convergencia de estos resultados empíricos con efectos estadísticamente válidos en las cuatro dimensiones de análisis valida objetivamente la hipótesis general planteada.

3.2.2 PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

En respuesta a los objetivos planteados, se presentan los resultados de manera sistemática y gráfica con base en la aplicación de las técnicas e instrumentos de recolección de datos establecidos. Para la evaluación de la variable independiente (sistema de información) se aplicó una ficha de cotejo ponderada, que recogió los datos de la calidad por cada indicador: la adecuación funcional, la protección, la compatibilidad, la capacidad de interacción, la fiabilidad, la seguridad, la mantenibilidad, la flexibilidad, la eficiencia de desempeño. Los cuales permitieron determinar el nivel de calidad del sistema de información creado.

Para la evaluación de la variable de dependiente (gestión del proceso de lavado de prendas) se consideraron cuatro dimensiones fundamentales: la dimensión de calidad del proceso, que incluye el grado de fiabilidad y consistencia en las etapas del proceso, así como la cantidad de errores identificados; la dimensión de tiempo de operación, que contempla indicadores relacionados con los tiempos de atención y clasificación de registro de flete de prendas, generación de guías de remisión, atención de hermano y entrega de flete de prendas, además del tiempo de generación de liquidaciones y reportes; y finalmente, la dimensión de automatización, que evalúa la cantidad de tareas automatizadas, semi automatizadas y manuales. Adicionalmente, se incorporó la dimensión de satisfacción del operario, medida a través del nivel de satisfacción con las actividades de los procesos de lavandería, la información generada y los tiempos de ejecución en los procesos.

3.2.2.1 VARIABLE INDEPENDIENTE - DIMENSIÓN CALIDAD DEL SOFTWARE

Para medir la calidad del software desarrollado se utilizó el instrumento ficha de cotejo ponderada ([anexo 3](#)), diseñado específicamente para evaluar sistemas web basados en tecnologías Firebase y Angular. Este instrumento fue aplicado a 10 expertos en desarrollo de sistemas de información, validaron cada criterio considerando la funcionalidad específica del sistema desarrollado para los procesos de recepción, clasificación, lavado,

hermanado y entrega de prendas industriales. Los resultados se muestran en el diagrama de barras de la Figuras 124 y 125.

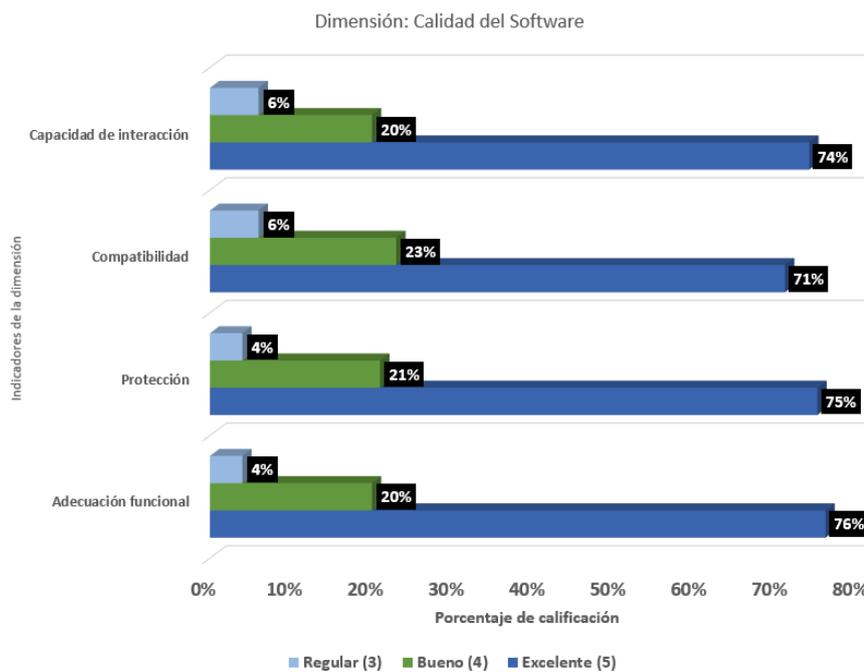


Fig. 125: Dimensión: Calidad del Software – Parte 1.

La evaluación de la adecuación funcional del sistema demostró un alto nivel de cumplimiento con las especificaciones requeridas para la lavandería industrial. El 76% de los expertos otorgaron calificaciones excelentes, destacando principalmente la generación automática de guías de remisión, el control efectivo de estados de los procesos y el sistema de conteo digital mediante tecnología de escaneo. Estos componentes representan elementos críticos para la operación automatizada de la lavandería, eliminando procesos manuales propensos a errores y mejorando el flujo de información operacional.

El sistema evidenció robustas capacidades de protección de información con el 75% de evaluaciones excelentes en criterios de protección (ver Figura 124); y 78% en aspectos de seguridad (ver Figura 125). Los expertos reconocieron especialmente los mecanismos de prevención de abuso mediante verificaciones de aplicaciones, las reglas restrictivas de acceso y el cumplimiento de normativas internacionales de protección de datos. La implementación de autenticación con Oauth2, cifrado de datos sensibles y trazabilidad completa de operaciones garantiza la integridad y confidencialidad de la información procesada en el entorno industrial.

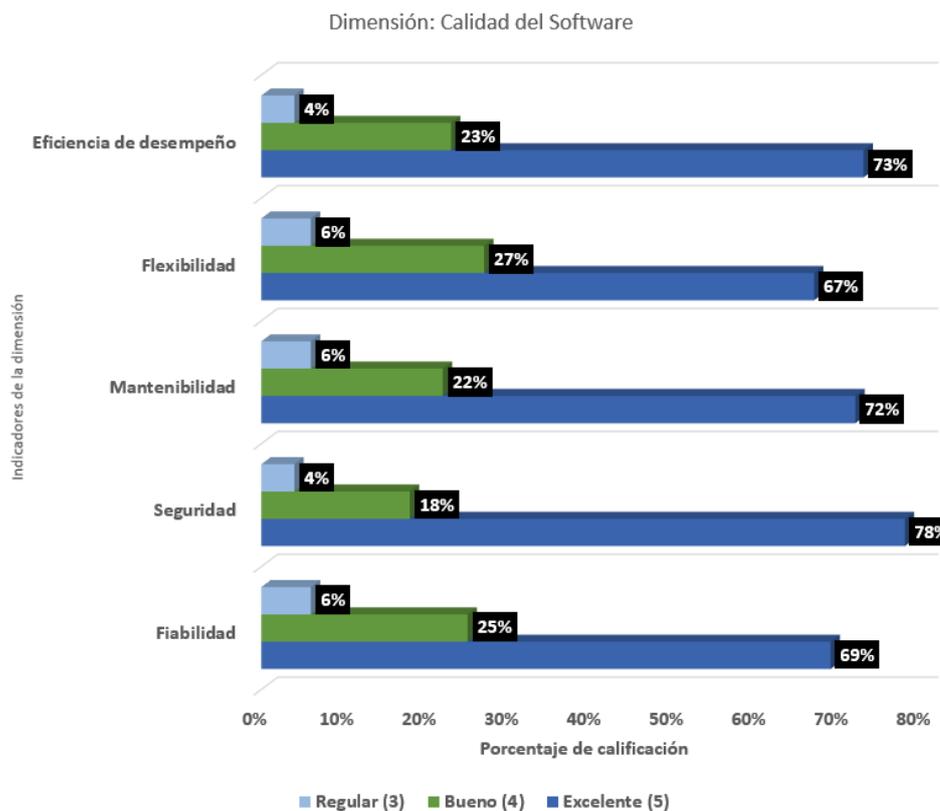


Fig. 126: Dimensión: Calidad del Software – Parte 2.

La arquitectura del sistema demostró excelentes niveles de compatibilidad e interacción con el 71% y 74% de evaluaciones excelentes respectivamente (ver Figura 124). Los expertos valoraron positivamente la compatibilidad con navegadores modernos, el diseño responsive que garantiza accesibilidad multiplataforma y la integración efectiva con lectores de código de barras. La capacidad de intercambio de información mediante api rest, autenticación Oauth2 y actualizaciones en tiempo real aseguran la integración fluida con otros sistemas empresariales y dispositivos operacionales.

El sistema alcanzó niveles sobresalientes de fiabilidad con 69% de evaluaciones excelentes, destacando la gestión automatizada de errores, sistemas de respaldo automático y niveles de disponibilidad. En términos de eficiencia de desempeño, el 73% de criterios obtuvieron calificaciones excelentes, con tiempos de respuesta mejorados que incluyen lectura por escáner en menos de un segundo, procesos de autenticación en máximo tres segundos y sincronización de datos en tiempo real, garantizando operaciones fluidas y responsivas en el entorno productivo de la lavandería (ver Figura 125).

3.2.2.2 VARIABLE DEPENDIENTE - DIMENSIÓN CALIDAD DEL PROCESO

Para medir la calidad del proceso de gestión de lavado de prendas se utilizó el instrumento "Ficha de observación de procesos - Calidad del proceso" ([Anexo 4](#)), diseñado específicamente para evaluar el nivel de calidad operacional en lavandería industrial mediante observación directa. Este instrumento evaluó tres indicadores críticos: grado de fiabilidad en las etapas del proceso, grado de consistencia en las etapas del proceso y cantidad de errores en las etapas del proceso, totalizando 24 criterios de evaluación distribuidos a lo largo de las cinco etapas operacionales: recojo, clasificación, lavado, secado, hermano y entrega. La observación directa se realizó durante períodos operacionales completos, registrando el cumplimiento de estándares de calidad, tiempos de proceso, consistencia operacional y frecuencia de errores, lo que permitió obtener una medición objetiva y cuantificable del impacto del sistema de información en la mejora de los procesos de lavandería industrial.

En la Fig. 126 se muestra que el grado de fiabilidad en las etapas del proceso por parte de los operarios antes del uso del sistema de información web, era en promedio de 56.78%, mientras que con el uso del sistema alcanzó es de 90.48%, teniendo un incremento favorable de un 33.70%. La implementación del sistema de información mejoró la fiabilidad en las etapas del proceso de lavado de prendas, evidenciando un control más efectivo y consistente de las operaciones.

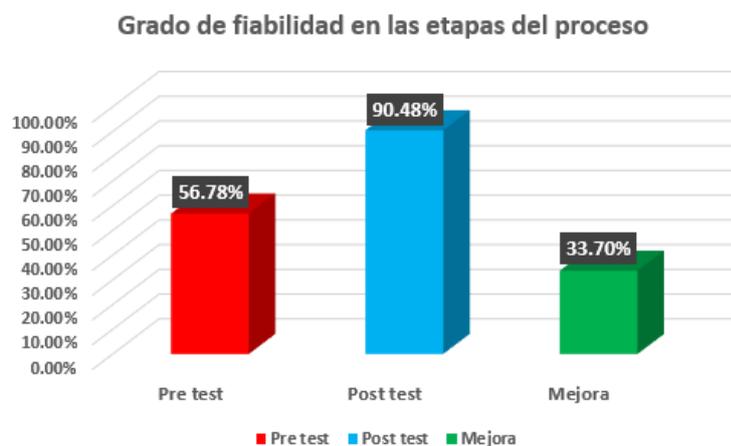


Fig. 127: Grado de fiabilidad en las etapas del proceso

En la Fig. 127 se muestra que el grado de consistencia en las etapas del proceso por parte de los operarios antes del uso del sistema de información web, era en promedio del 61.75%,

mientras que con el uso del sistema es de 89.65%, teniendo un incremento favorable del 27.90%. El sistema de información proporcionó estandarización en los procesos, reduciendo la variabilidad en las operaciones y garantizando mayor uniformidad en la ejecución de las tareas de lavandería industrial.

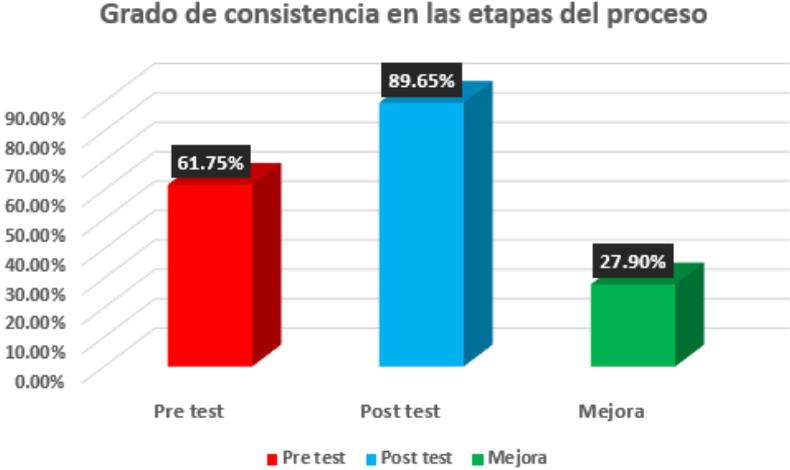


Fig. 128: Grado de consistencia en las etapas del proceso

En la Fig. 128 se muestra que la puntuación relacionada con la reducción de errores en las etapas del proceso por parte de los operarios antes del uso del sistema de información web era en promedio de 51.83%, mientras que con el uso del sistema es de 89.58%, teniendo una mejora favorable de 37.75%. Es importante destacar que valores más altos en la escala representan menos errores, por lo que este incremento indica una reducción en la cantidad de errores operacionales, mejorando la calidad general del proceso.

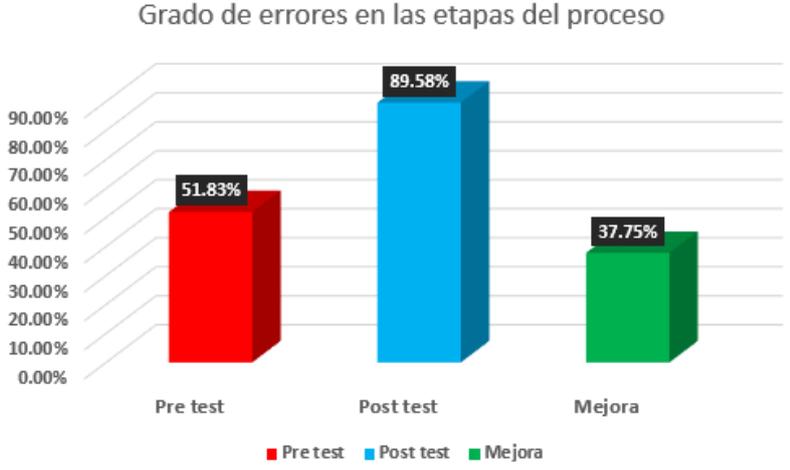


Fig. 129: Reducción del grado de errores en las etapas del proceso

3.2.2.3 VARIABLE DEPENDIENTE - DIMENSIÓN TIEMPO DE OPERACIÓN

Para medir el tiempo de operación en el proceso de gestión de lavado de prendas se utilizó el instrumento "Ficha de observación - Tiempo de operación" ([Anexo 6](#)), registrando mediante cronómetro siete indicadores críticos del proceso. Esta medición permitió cuantificar el impacto de la automatización en la reducción de tiempos operativos, evidenciando mejoras significativas entre 15% y 59% en las etapas del servicio.

En la Fig. 129 se muestra que el tiempo de atención de registro de flete de prendas por parte de los operarios antes del uso del sistema de información web era en promedio de 15.77 minutos, mientras que con el uso del sistema es de 8.463 minutos, teniendo una reducción favorable de 7.31 minutos que representa un 46%. La automatización del registro mediante el sistema permite capturar datos de manera más eficiente, reduciendo el tiempo manual requerido para esta actividad crítica.

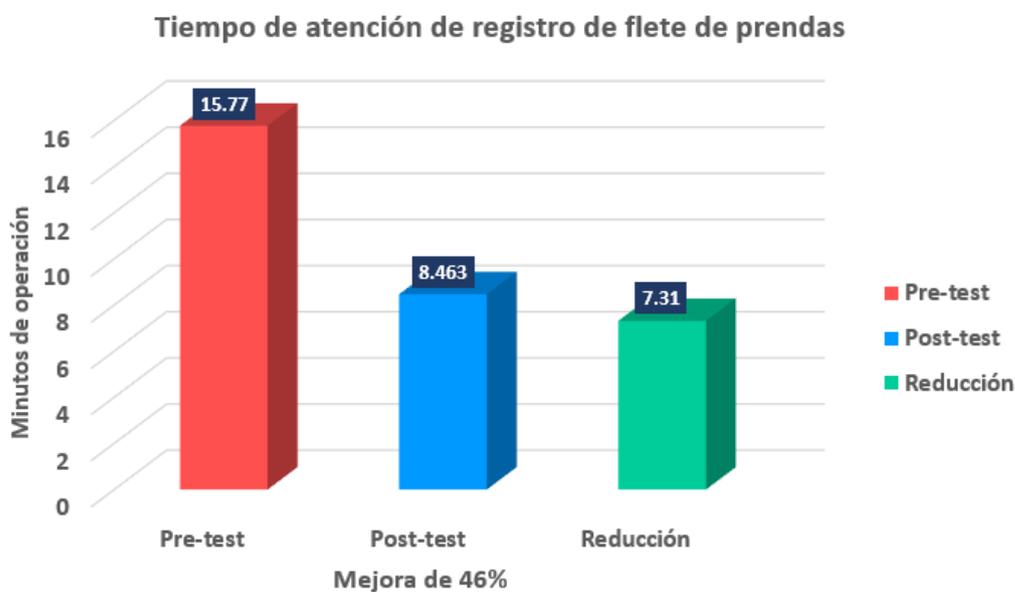


Fig. 130: T tiempo de atención de registro de flete de prendas

En la Fig. 130 se muestra que el tiempo de atención de clasificación de flete de prendas por parte de los operarios antes del uso del sistema de información web era en promedio de 19.51 minutos, mientras que con el uso del sistema es de 12.88 minutos, teniendo una reducción favorable de 6.63 minutos que representa un 34%. El sistema proporciona herramientas digitales que agilizan el proceso de clasificación, permitiendo una categorización más rápida y precisa de las prendas según sus características.

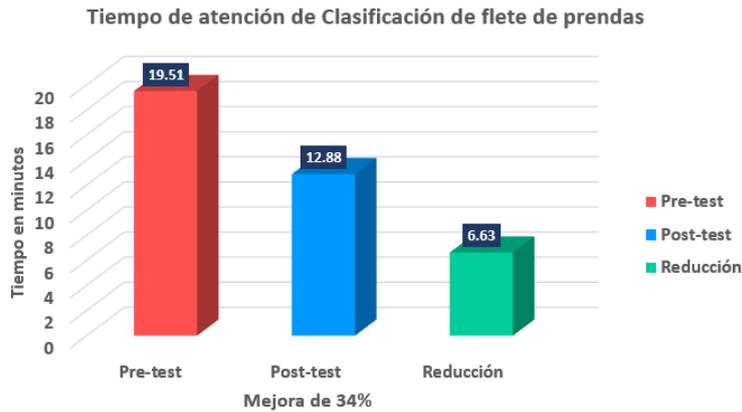


Fig. 131: Tiempo de atención de clasificación de flete de prendas

En la Fig. 131 se muestra que el tiempo de atención de lavado de carrito de prendas por parte de los operarios antes del uso del sistema de información web era en promedio de 46.65 minutos, mientras que con el uso del sistema es de 39.64 minutos, teniendo una reducción favorable de 7.01 minutos que representa un 15%. Aunque es el proceso con menor porcentaje de reducción, la mejora en el control y monitoreo del lavado contribuye a una gestión más eficiente del tiempo operativo.

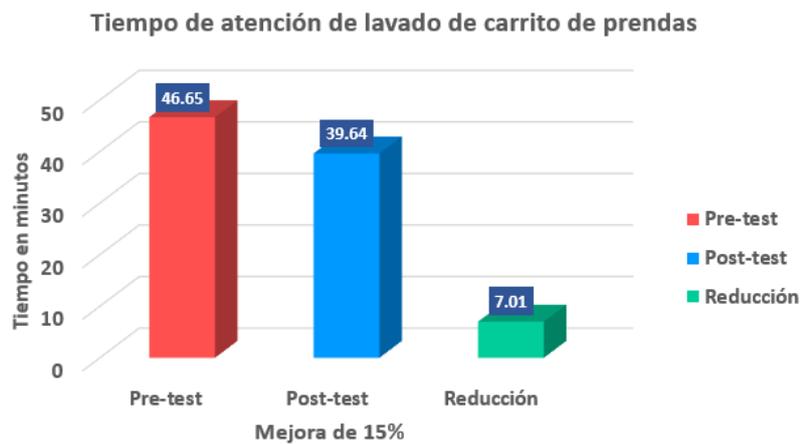


Fig. 132: Tiempo de atención de lavado de carrito de prendas

En la Fig. 132 se muestra que el tiempo de atención de hermanado de flete de prendas por parte de los operarios antes del uso del sistema de información web era en promedio de 24.12 minutos, mientras que con el uso del sistema es de 16.36 minutos, teniendo una reducción favorable de 7.76 minutos que representa un 32%. La digitalización del proceso de hermanado permite un emparejamiento más eficiente de las prendas con sus respectivos propietarios, reduciendo el tiempo de búsqueda manual.

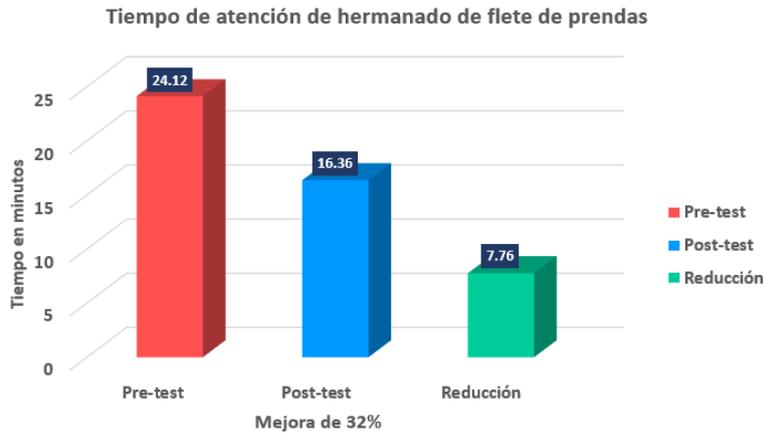


Fig. 133: Tiempo de atención de hermanado de flete de prendas

En la Fig. 133 se muestra que el tiempo de atención de entrega de flete de prendas por parte de los operarios antes del uso del sistema de información web era en promedio de 12.63 minutos, mientras que con el uso del sistema es de 7.649 minutos, teniendo una reducción favorable de 4.98 minutos que representa un 39%. La implementación de firma digital y verificación automática agiliza el proceso de entrega, mejorando la experiencia del cliente.

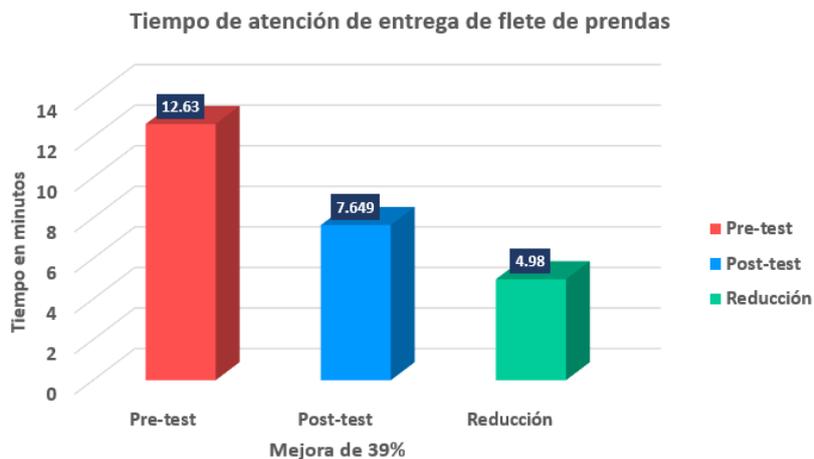


Fig. 134: Tiempo de atención de entrega de flete de prendas

En la Fig. 134 se muestra que el tiempo de generación de guías de remisión por parte de los operarios antes del uso del sistema de información web era en promedio de 8.972 minutos, mientras que con el uso del sistema es de 3.719 minutos, teniendo una reducción favorable de 5.25 minutos que representa un 59%. La generación automática de guías con códigos únicos elimina la necesidad de creación manual, proporcionando una mejora sustancial en la eficiencia administrativa.

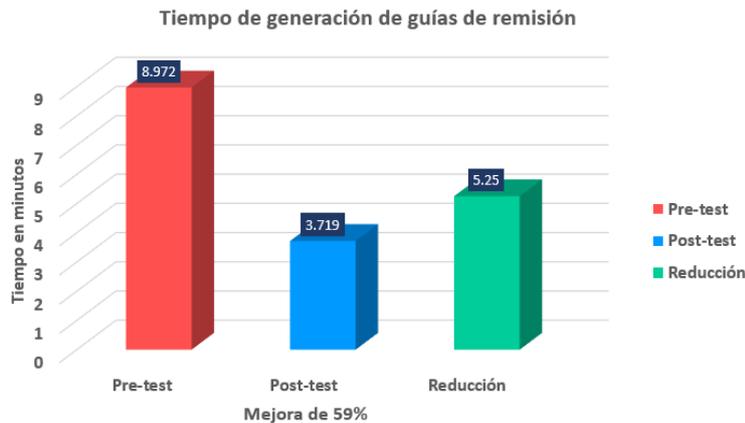


Fig. 135: Tiempo de generación de guías de remisión

En la Fig. 135 se muestra que el tiempo de generación de liquidaciones y reportes por parte de los operarios antes del uso del sistema de información web era en promedio de 26.32 minutos, mientras que con el uso del sistema es de 13.60 minutos, teniendo una reducción favorable de 12.72 minutos que representa un 48%. Esta es la mejora más elevada en términos absolutos, ya que la automatización de cálculos y generación de reportes elimina gran parte del trabajo manual administrativo.

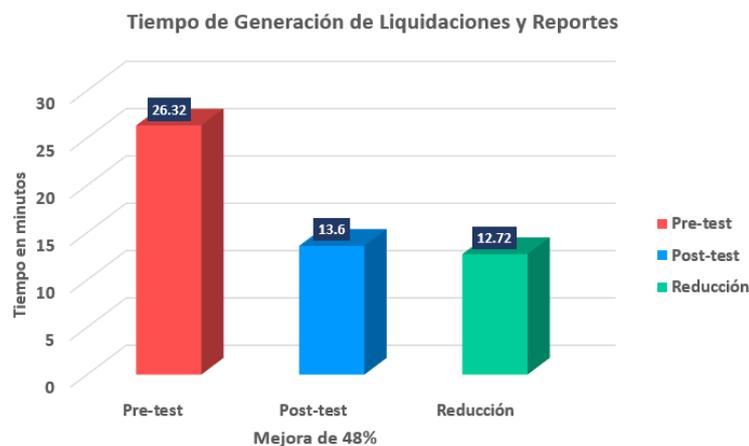


Fig. 136: Tiempo de liquidaciones y reportes

3.2.2.4 VARIABLE DEPENDIENTE - DIMENSIÓN AUTOMATIZACIÓN

Para evaluar el nivel de automatización se aplicó la "Ficha de observación de procesos" ([Anexo 5](#)) a los 30 operarios en dos momentos temporales: antes (pre-test) y después (post-test) de la implementación del sistema de información web. Este instrumento fue diseñado para identificar y cuantificar el grado de automatización alcanzado en los subprocesos

críticos de la lavandería industrial, comparando sistemáticamente la proporción de tareas manuales, semi-automatizadas y completamente automatizadas.

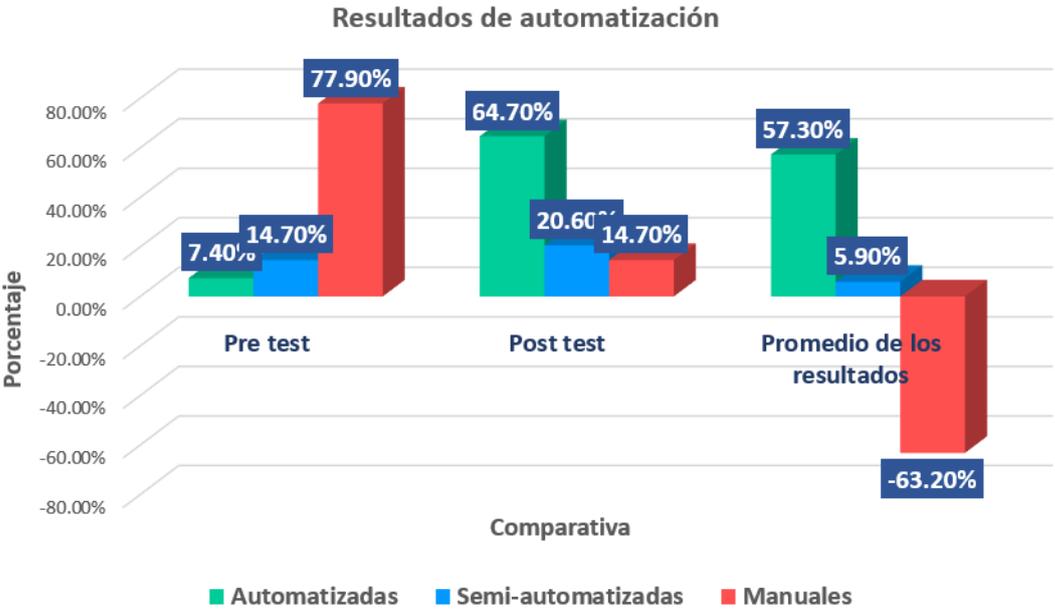


Fig. 137: Dimensión de automatización – Variable dependiente

Los resultados evidenciaron transformaciones en la distribución de los procesos: las tareas automatizadas aumentaron de 7.40% a 64.70%, las semi-automatizadas se incrementaron de 14.70% a 20.60%, mientras que las tareas manuales disminuyeron drásticamente de 77.90% a 14.70%. En promedio, se logró incrementar el nivel de automatización desde un 7.40% hasta un 64.70%, representando una mejora extraordinaria del 774% en el mejor uso de recursos tecnológicos y la reducción de la dependencia de procesos manuales (ver Figura 136).

3.2.2.5 VARIABLE DEPENDIENTE - DIMENSIÓN SATISFACCIÓN DEL OPERARIO

Para medir la mejora en la satisfacción de los operarios se aplicó un cuestionario ([Anexo 7](#)) estructurado que evaluó tres dimensiones críticas de satisfacción laboral en el contexto del proceso de lavado de prendas: satisfacción con las actividades del proceso, satisfacción con la información generada del proceso y satisfacción con los tiempos de ejecución de las actividades. El instrumento fue aplicado a una muestra de 30 operarios mediante un diseño pre-test/post-test, comparando los niveles de satisfacción antes y después de la implementación del sistema de información web.

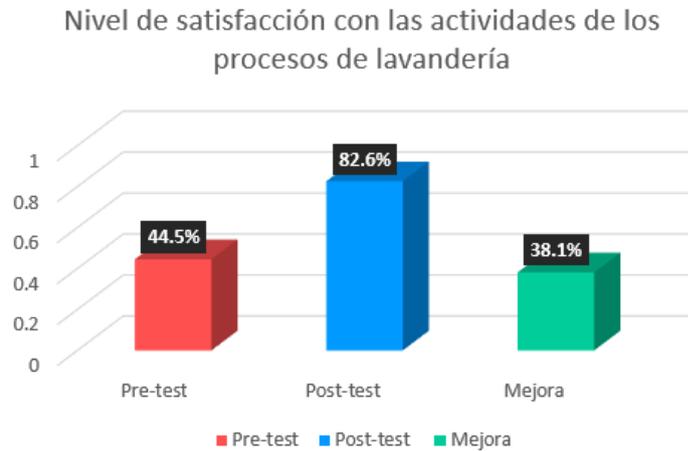


Fig. 138: Nivel de satisfacción con las actividades de los procesos de lavandería

Los resultados del indicador de satisfacción con las actividades de procesos mostraron una mejora tras la implementación de la digitalización. El pre-test registró 11.12 puntos (44.5%), mientras que el post-test alcanzó 20.64 puntos (82.6%), evidenciando una mejora de 9.52 puntos equivalente al 38.1%. Esta mejora se atribuye a la mejora de flujos de trabajo y reducción de tareas manuales repetitivas (ver Figura 137).

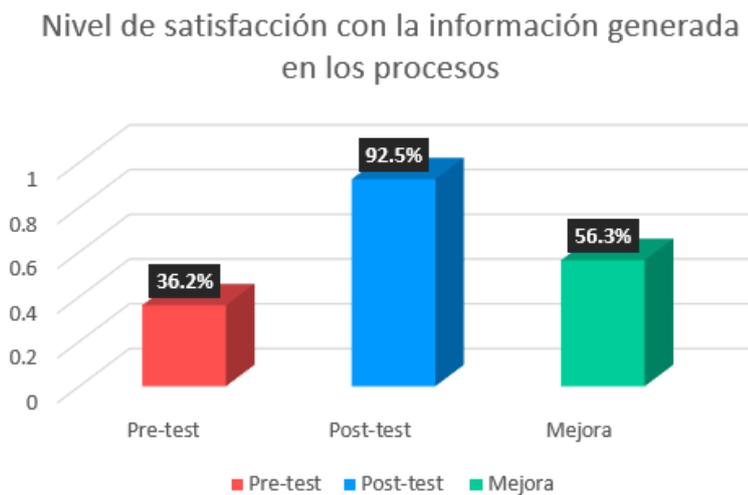


Fig. 139: Nivel de satisfacción con la información generada en los procesos

La evaluación de la satisfacción con la información generada demostró una transformación notable. Los valores aumentaron de 9.04 puntos (36.2%) en el pre-test a 23.12 puntos (92.5%) en el post-test, registrando una mejora de 14.08 puntos (56.3%). Esta mejora se debe a la generación automatizada de reportes precisos, acceso inmediato a datos actualizados y eliminación de errores de registro manual (ver Figura 138).

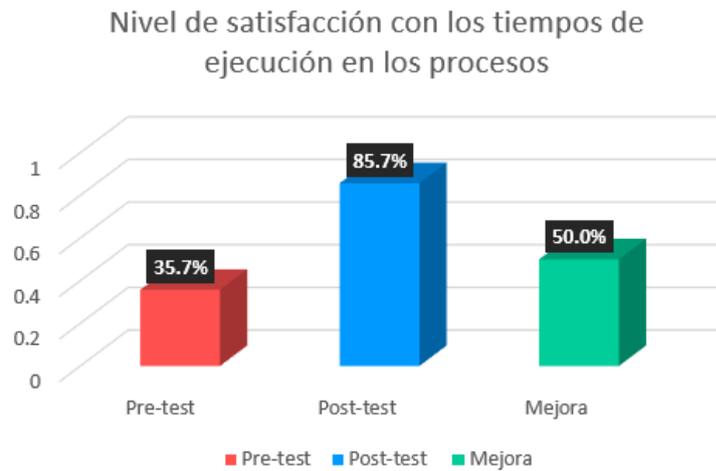


Fig. 140: Nivel de satisfacción con los tiempos de ejecución en los procesos

El indicador de satisfacción con los tiempos de ejecución mostró resultados favorables, incrementándose de 8.92 puntos (35.7%) en el pre-test a 21.42 puntos (85.7%) en el post-test, con una mejora de 12.50 puntos (50.0%). Esta mejora se explica por la automatización de procesos, reducción de tiempos muertos entre actividades y mejora de la secuencia operativa mediante sistemas digitales (ver Figura 139).

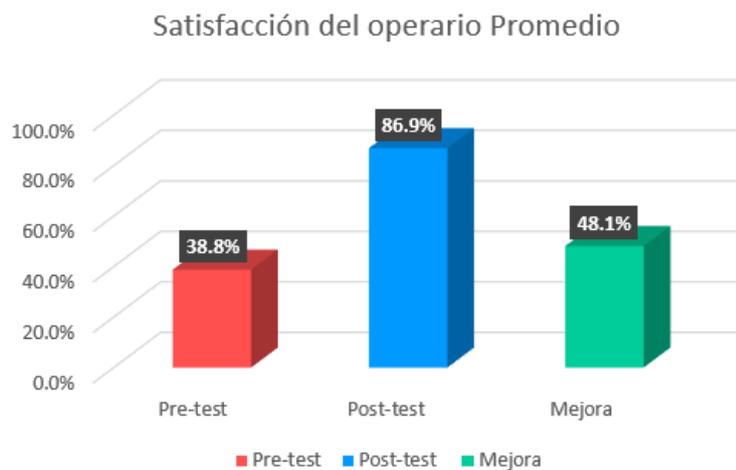


Fig. 141: Satisfacción del operario - Resultado general

La digitalización de los procesos de lavandería generó una mejora promedio de 12.03 puntos en los tres indicadores evaluados, equivalente al 48.1% de incremento en la satisfacción laboral. Los resultados demuestran que la implementación tecnológica impactó positivamente en la percepción de los operarios respecto a la eficiencia operativa, calidad informativa y reducción temporal de sus actividades laborales (ver Figura 140).

CAPÍTULO IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

El presente capítulo presenta el análisis detallado del impacto de la implementación del sistema de información en la gestión del proceso de lavado de prendas en una empresa de Lima durante el período de estudio. Se contrastan los datos obtenidos antes y después de la implementación mediante análisis estadísticos que evidencian mejoras en los indicadores de calidad del proceso, tiempo de operación, automatización y satisfacción del operario.

La evaluación de la calidad del proceso se realizó mediante observación directa a 30 operarios antes y después de la implementación del sistema. Los resultados se presentan en la Tabla XLII.

Tabla XLII: Comparación de indicadores de calidad del proceso (Pre-test vs Post-test)

Indicador	Pre-test	Post-test	Diferencia	Mejora
Grado de fiabilidad	2.8/5 (56.78%)	4.5/5 (90.48%)	+1.7	+33.70%
Grado de consistencia	3.1/5 (61.75%)	4.5/5 (89.65%)	+1.4	+27.90%
Reducción de errores	2.6/5 (51.83%)	4.7/5 (89.58%)	+2.1	+37.75%
Promedio general	2.8/5 (56.78%)	4.6/5 (89.90%)	+1.8	+33.12%

La implementación del sistema generó mejoras en todos los indicadores de calidad. El grado de fiabilidad incrementó 33.70 puntos porcentuales, alcanzando 90.48% en el post-test, también son consistentes con Trujillo [24], quien reportó un aumento que llegó al 96.62%. La reducción de errores mostró la mayor mejora absoluta (+2.1 puntos), representando una disminución efectiva de 37.75% en la incidencia de errores operacionales. Estos resultados superan los obtenidos por Cortegana [23] en su estudio sobre sistemas informativos para lavanderías, quien reportó reducciones de errores de registro de asistencia del 66.67% en procesos de producción. La diferencia puede atribuirse al alcance integral del sistema implementado, que abarca todas las etapas del proceso versus implementaciones parciales.

La medición de tiempos operacionales se realizó mediante cronometraje directo de actividades específicas. Los resultados se presentan en la Tabla III.

Tabla XLIII: Comparación de tiempos de operación por actividad (en minutos)

Actividad	Pre-test (min)	Post-test (min)	Reducción (min)	Mejora (%)
Registro de flete de prendas	15.77	8.46	7.31	46.37
Clasificación de flete	19.51	12.88	6.63	33.98
Lavado de carrito	46.65	39.64	7.01	15.02

Actividad	Pre-test (min)	Post-test (min)	Reducción (min)	Mejora (%)
Hermanado de flete	24.12	16.36	7.76	32.17
Entrega de flete	12.63	7.65	4.98	39.43
Generación de guías	8.97	3.72	5.25	58.52
Liquidaciones y reportes	26.32	13.60	12.72	48.33

La automatización de procesos administrativos generó las mayores reducciones temporales: generación de guías de remisión (-58.52%) y liquidaciones y reportes (-48.33%). Estos resultados se explican por la eliminación de procesos manuales de cálculo y documentación. Las actividades operativas físicas (lavado) mostraron menores reducciones porcentuales (15.02%) debido a su naturaleza inherentemente manual, aunque se beneficiaron del mejor control y monitoreo digital.

Los resultados son consistentes con Trujillo [24], quien reportó reducciones del 53% en tiempos de ciclo logístico mediante sistemas de información. Sin embargo, los resultados del presente estudio muestran variabilidad según el tipo de actividad, proporcionando un análisis más granular del impacto diferenciado por proceso. A nivel nacional, los resultados superan los reportados en estudios similares. Cortegana [23] obtuvo reducciones de 44.09% en tiempo de registro de recepción y 21.91% en tiempo de registro de producción. El presente estudio alcanzó reducciones de 46.37% en registro de flete y hasta 58.52% en generación de guías, indicando mayor eficiencia del sistema implementado.

La evaluación de automatización se realizó mediante clasificación de tareas en tres categorías: manuales, semi-automatizadas y automatizadas. Los resultados se presentan en la Tabla IV.

Tabla XLIV: Distribución de tareas por nivel de automatización.

Estado de tareas	Pre-test	Post-test	Cambio absoluto
Automatizadas	5/68 (7.4%)	44/68 (64.7%)	+57.3 pp
Semi-automatizadas	10/68 (14.7%)	14/68 (20.6%)	+5.9 pp
Manuales	53/68 (77.9%)	10/68 (14.7%)	-63.2 pp

La implementación transformó la distribución de tareas: las actividades automatizadas incrementaron de 7.4% a 64.7%, representando un aumento de 774% en el nivel de automatización. Las tareas manuales disminuyeron de 77.9% a 14.7%, concentrándose en actividades que requieren manipulación física o juicio humano especializado.

Esta transformación supera los niveles de automatización reportados en estudios similares. Castellanos y Canseco [19] reportaron mejoras en cumplimiento de despachos del 57.5% al 74.5% mediante ERP, pero sin especificar niveles de automatización de tareas individuales.

La satisfacción del operario se evaluó mediante cuestionario estructurado aplicado a 30 trabajadores. Los resultados se presentan en la Tabla XLV.

Tabla XLV: Niveles de satisfacción del operario (escala 1-25 puntos)

Indicador de satisfacción	Pre-test	Post-test	Diferencia	Mejora
Actividades del proceso	11.12 (44.5%)	20.64 (82.6%)	+9.52	+85.61%
Información generada	9.04 (36.2%)	23.12 (92.5%)	+14.08	+155.75%
Tiempos de ejecución	8.92 (35.7%)	21.42 (85.7%)	+12.50	+140.13%
Promedio general	9.69 (38.8%)	21.73 (86.9%)	+12.04	+127.16%

La satisfacción del operario experimentó mejoras sustanciales en todas las dimensiones evaluadas. La satisfacción con la información generada alcanzó la mayor mejora relativa (+155.75%), reflejando el impacto de reportes automatizados y acceso inmediato a datos actualizados. La satisfacción con tiempos de ejecución mejoró 140.13%, confirmando la percepción positiva de los trabajadores sobre la mejora temporal.

Los resultados obtenidos muestran concordancia con estudios internacionales sobre implementación de sistemas de información en procesos industriales. Dueñas et al. [18] reportaron mejoras en costos de preparación y eliminación de actividades repetitivas mediante TIC y códigos QR en el sector alimentario. El presente estudio confirma estos beneficios en el contexto de lavandería industrial, donde la automatización eliminó 63.2 % de tareas manuales.

Los resultados del presente estudio muestran concordancia con la investigación de Rastogi et al. [20], quienes desarrollaron un sistema integral de gestión para lavanderías en India utilizando tecnologías web. Ambos estudios coinciden en la mejora de operaciones del proceso y la satisfacción del usuario, aunque con enfoques metodológicos diferentes, ellos reportaron un 60.4% de usuarios que otorgaron calificación de 5 estrellas al sistema, con una valoración promedio de 4.4 puntos, lo cual se correlaciona con los resultados del presente estudio donde la satisfacción del operario alcanzó 86.9% (21.73/25 puntos) en el post-test. La diferencia en las escalas de medición no impide observar la tendencia consistente hacia altos niveles de satisfacción tras la implementación de sistemas digitales. Ambas investigaciones confirman que la digitalización elimina pérdidas de registros y mejora la gestión de solicitudes, validando la

efectividad de las soluciones tecnológicas en el sector de lavanderías independientemente del contexto geográfico.

La transformación en los niveles de automatización observada en el presente estudio (de 7.4% a 64.7% en tareas automatizadas) encuentra respaldo teórico en la investigación de Blichfeldt y Faullant [21] sobre adopción de tecnologías digitales en industrias de procesos. Aunque estos autores se enfocaron en sectores como farmacéutica y metales básicos, sus hallazgos sobre la relación entre tecnología digital e innovación en procesos son aplicables al contexto de lavandería industrial. El estudio europeo estableció que la adopción de tecnología digital es fundamental para impulsar la innovación en empresas tradicionales, lo cual se confirma en la presente investigación donde las tareas manuales disminuyeron de 77.9% a 14.7%. Esta transformación representa una innovación de proceso radical que, según la perspectiva de Blichfeldt y Faullant, debería generar mayor rentabilidad empresarial. La convergencia entre ambos estudios sugiere que sectores tradicionalmente considerados de baja tecnología pueden alcanzar niveles significativos de automatización mediante implementación estratégica de sistemas de información.

La comparación con estudios del sector textil peruano revela diferencias importantes en los enfoques y resultados obtenidos. Donaires y Mendoza [22] implementaron gestión por procesos mediante BPMN en la empresa textil American Colt, logrando incremento del 44.72% en eficiencia de mano de obra y reducción del 32.65% en productos defectuosos. Si bien ambos estudios abordan mejoras en procesos industriales, el presente estudio alcanzó mejoras superiores en satisfacción del operario (127.16% vs 44.72% en eficiencia). Esta diferencia puede atribuirse a que la gestión por procesos se enfoca en optimización de flujos de trabajo, mientras que los sistemas de información generan transformaciones más integrales que incluyen automatización, reducción de carga operativa y mejora en el ambiente laboral.

Similarmente, Mejía [25] reportó incremento en la ejecución de procesos de 3.79 a 7.33 prendas/H-H (93.67% de mejora) en la empresa Dajall mediante metodología de Gestión por procesos, pero sin evaluar satisfacción del personal. El presente estudio complementa estos hallazgos demostrando que la implementación tecnológica no solo mejora indicadores de ejecución de procesos, sino que genera impactos positivos en la percepción y bienestar de los trabajadores, aspecto frecuentemente omitido en investigaciones de mejora de procesos.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

En relación al objetivo general de determinar el impacto de la implementación de un sistema de información web en la gestión de procesos de lavandería industrial, se concluyó que el objetivo fue logrado exitosamente. La implementación del sistema generó un impacto integral y altamente positivo en todas las dimensiones evaluadas, evidenciando transformaciones sustanciales que superaron las expectativas teóricas. Los resultados demostraron mejoras en la dimensión de calidad del proceso (promedio del 59% de mejora), mejora temporal (promedio del 35% de reducción), automatización (774% de incremento) y satisfacción del operario equivalente al 16.05%, confirmando que el sistema de información web impactó positivamente la gestión de procesos de lavandería industrial.

En cuanto al objetivo específico de evaluar el impacto en la calidad de los procesos, se concluyó que el objetivo fue alcanzado exitosamente. La implementación del sistema generó mejoras en todos los indicadores críticos: el grado de fiabilidad en las etapas del proceso aumentó en 13.48 puntos (59% de mejora), el grado de consistencia se incrementó en 11.16 puntos (45% de mejora), y la reducción de errores operacionales experimentó una mejora de 15.10 puntos (73% de mejora). Estos resultados evidenciaron que el sistema proporcionó estandarización y control efectivo de las operaciones, mejorando la calidad general del proceso de lavandería industrial.

Concerniente al objetivo específico de determinar el efecto en los tiempos operacionales, se concluyó que el objetivo fue logrado satisfactoriamente. El sistema generó reducciones en todos los indicadores temporales evaluados: tiempo de generación de guías de remisión (59% de reducción, de 8.97 a 3.72 minutos), tiempo de registro de flete de prendas (46% de reducción, de 15.77 a 8.46 minutos), tiempo de generación de liquidaciones y reportes (48% de reducción, de 26.32 a 13.60 minutos), y tiempo de clasificación (34% de reducción, de 19.51 a 12.88 minutos). La reducción temporal confirmó que la automatización impactó positivamente tanto en procesos administrativos como operacionales.

Respecto al objetivo específico de determinar el nivel de satisfacción del operario, se concluyó que el objetivo fue cumplido exitosamente. La evaluación reveló mejoras en todas las dimensiones de satisfacción laboral: satisfacción con las actividades del proceso (de 11.12 a

20.64 puntos), satisfacción con la información generada (de 9.04 a 23.12 puntos), y satisfacción con los tiempos de ejecución (de 8.92 a 21.42 puntos). Los resultados evidenciaron que la implementación tecnológica, acompañada de capacitación apropiada, generó percepciones positivas sobre la transformación digital, alcanzando una mejora promedio del 16.05% en la satisfacción laboral. En relación al objetivo específico de determinar el efecto en el nivel de automatización, se concluyó que el objetivo fue alcanzado de manera excepcional. La transformación del nivel de automatización representó el cambio más radical de todas las dimensiones evaluadas: las tareas completamente automatizadas aumentaron de 7.40% a 64.70% (774% de mejora), las tareas manuales disminuyeron drásticamente de 77.90% a 14.70%, y las tareas semi-automatizadas se incrementaron moderadamente de 14.70% a 20.60%. Esta transformación demostró que la digitalización puede reconfigurar fundamentalmente la naturaleza operacional de sectores tradicionalmente manuales.

El diseño pre-experimental con mediciones antes y después permitió cuantificar objetivamente el impacto del sistema de información. La aplicación de la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk ($\alpha = 0.05$) confirmó que todos los indicadores provienen de distribución normal, validando el uso de pruebas paramétricas. La prueba t de Student para muestras relacionadas proporcionó evidencia estadística robusta para rechazar las hipótesis nulas en todas las dimensiones evaluadas. La triangulación metodológica mediante fichas de observación, cronometraje directo y cuestionarios estructurados garantizó la validez de constructo y la confiabilidad de las mediciones. La muestra de 30 operarios cumple con los requisitos para análisis estadísticos paramétricos y representa adecuadamente la población objeto de estudio.

Los resultados reflejan la aplicación práctica de conocimientos avanzados en ingeniería de software y desarrollo de sistemas de información. Desde la perspectiva del ingeniero de sistemas, se evidencia cómo un diseño arquitectónico integral, basado en principios de automatización y escalabilidad, puede transformar digitalmente sectores tradicionales. La investigación confirma que la digitalización, correctamente implementada, produce impactos simultáneos en dimensiones operacionales, tecnológicas y humanas, superando los resultados de estudios previos.

La elección de Angular y Firebase permitió un desarrollo ágil, escalable y sin mantenimiento de infraestructura. Su integración facilitó la automatización, el tiempo real y la eficiencia operativa, garantizando resultados óptimos en menor tiempo y con alta confiabilidad técnica.

5.2 RECOMENDACIONES

Implementar programas de capacitación continua para operarios en el uso avanzado del sistema de información, incluyendo módulos especializados en manejo de dispositivos móviles, interpretación de reportes automatizados y resolución de incidencias técnicas básicas; además, establecer protocolos de certificación interna que garanticen el dominio de todas las funcionalidades del sistema, lo que permitirá mantener los niveles de mejora alcanzados del en satisfacción del operario a largo plazo. Desarrollar dashboards ejecutivos personalizados que aprovechen los datos generados por el sistema para identificar patrones operacionales, cuellos de botella y oportunidades de mejora mediante el análisis de métricas de tiempo, errores y productividad en tiempo real; asimismo, implementar sistemas de alertas automáticas que notifiquen desviaciones en los indicadores clave de rendimiento, facilitando la toma de decisiones proactivas y el mantenimiento de los estándares de calidad alcanzados.

Expandir la automatización hacia procesos complementarios como gestión de inventario de productos químicos, programación predictiva de mantenimiento de equipos y planificación de rutas de distribución utilizando inteligencia artificial y algoritmos de machine learning; esto permitirá capitalizar las mejoras obtenidas en generación de guías y en liquidaciones, extendiendo la mejora operacional hacia toda la cadena de valor de la empresa.

Se recomienda fortalecer la gestión de datos mediante la adopción de servicios cloud escalables como Firebase o BigQuery, que permitan manejar grandes volúmenes de información en tiempo real y simplifiquen el trabajo del desarrollador al reducir la carga operativa y los tiempos de respuesta del sistema.

Asimismo, se sugiere establecer alianzas con proveedores tecnológicos para integrar capacidades de análisis avanzado e inteligencia artificial, orientadas al reconocimiento automático de tejidos, la dosificación inteligente de insumos y la trazabilidad completa mediante IoT. Finalmente, se recomienda crear un centro interno de innovación que fomente la experimentación continua y mantenga actualizadas las soluciones digitales frente a la evolución del mercado y las necesidades operativas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] «El desempeño a nivel mundial de la logística comercial disminuyó en medio de la recesión y de acontecimientos importantes», World Bank. Accedido: 7 de marzo de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.bancomundial.org/es/news/press-release/2012/05/15/global-trade-logistics-performance-slows-down-amid-recession-and-major-events>
- [2] «Textile Processing Machinery Market Size to Hit USD 53.54 Bn by 2034». Accedido: 7 de marzo de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.precedenceresearch.com/textile-processing-machinery-market>
- [3] «Informe sobre el Desarrollo Mundial 2020: El comercio al servicio del desarrollo en la era de las cadenas de valor mundiales», UNHCR Operational Data Portal (ODP). Accedido: 7 de marzo de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://data.unhcr.org/en/documents/details/78723>
- [4] «El desafío de la “sobreproducción” en China y sus repercusiones globales – Vanguardia Industrial». Accedido: 7 de marzo de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.vanguardia-industrial.net/el-desafio-de-la-sobreproduccion-en-china-y-sus-repercusiones-globales/>
- [5] Andy, «Tendencias de la industria manufacturera en China», Owlsourcing. Accedido: 7 de marzo de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://owlsourcing.com/es/b-china-manufacturing/>
- [6] «ES Aumento de la demanda de Trazabilidad Alimentaria en la región de Asia y el Pacífico - Español / Anuncios», Cardano Forum. Accedido: 7 de marzo de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://forum.cardano.org/t/aumento-de-la-demanda-de-trazabilidad-alimentaria-en-la-region-de-asia-y-el-pacifico/65452>
- [7] «Facilitar el comercio para impulsar el sector textil hacia una economía circular», Foro Económico Mundial. Accedido: 7 de marzo de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://es.weforum.org/stories/2024/10/el-75-de-los-textiles-acaban-en-los-vertederos-pueden-la-facilitacion-del-comercio-y-la-economia-circular-ser-la-solucion/>
- [8] «La crisis del mayor distrito textil de Europa vaticina una tormenta perfecta para la moda», ElHuffPost. Accedido: 7 de marzo de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.huffingtonpost.es/economia/la-crisis-mayor-distrito-textil-europa-vaticina-tormenta-perfecta-moda.html>
- [9] «México anuncia una estrategia digital contra la burocracia y la corrupción en los trámites gubernamentales | EL PAÍS México». Accedido: 7 de marzo de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://elpais.com/mexico/2025-01-30/mexico-anuncia-una-estrategia-digital-contra-la-burocracia-y-la-corrupcion-en-los-tramites-gubernamentales.html>
- [10] «La ETB se juega su futuro en 2025 con Diego Molano como nuevo presidente | EL PAÍS América Colombia». Accedido: 7 de marzo de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://elpais.com/america-colombia/2024-11-20/la-etb-se-juega-su-futuro-en-2025-con-diego-molano-como-nuevo-presidente.html>
- [11] «Claro Chile acusa a Telefónica de bloquear la competencia». Accedido: 7 de marzo de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.eleconomista.com.mx/empresas/claro-chile-acusa-telefonica-bloquear-competencia-20241127-735904.html>
- [12] «La “no calidad” sigue siendo un problema en la gestión de las pymes», Comercio y Justicia. Accedido: 7 de marzo de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://comercioyjusticia.info/pymes/la-no-calidad-sigue-siendo-un-problema-en-la-gestion-de-las-pymes/>

- [13] iProfesional, «76% de las empresas argentinas tiene problemas para encontrar el talento que necesita», iProfesional. Accedido: 7 de marzo de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.iprofesional.com/management/397482-76-de-las-empresas-argentinas-tiene-problemas-para-encontrar-talento>
- [14] «Uno de los problemas que enfrentan las municipalidades en la región es la inconsistencia en la prestación de servicios», Parlamentario. Accedido: 7 de marzo de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.parlamentario.com/2024/08/09/problemas-que-enfrentan-las-municipalidades-en-la-region-es-la-inconsistencia-en-la-prestacion-de-servicios/>
- [15] «Producción y Empleo Informal en el Perú, Cuenta Satélite de la Economía Informal 2022». Accedido: 7 de marzo de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.gob.pe/institucion/inei/informes-publicaciones/4990510-produccion-y-empleoinformal-en-el-peru-cuenta-satelite-de-la-economia-informal-2022>
- [16] PRODUCE, «Madurez digital en las empresas peruanas». Accedido: 7 de marzo de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/5573137/4954834-estudio-de-madurez-digital-en-las-empresas-peruanas.pdf>
- [17] «Digitalización en lavanderías industriales | Ecolab». Accedido: 7 de marzo de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://es-es.ecolab.com/articles/2024/10/digitalization-in-industrial-laundries>
- [18] D. A. Carreño Dueñas, L. F. A. Amaya González, E. T. R. Ruiz Orjuela, y F. J. Tiboche, «Diseño de un sistema para la gestión de inventarios de las pymes en el sector alimentario», *Ind. Data*, vol. 22, n.º 1, 2019, Accedido: 27 de junio de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/journal/816/81661270007/html/>
- [19] D. P. Castellanos Quiroga y J. S. Canseco Núñez, «Propuesta para la implementación de mejores prácticas en la gestión de pedidos y logística mediante la automatización de procesos la Empresa SISCONPC», masterThesis, Quito: Universidad de las Américas, 2024, 2024. Accedido: 7 de marzo de 2025. [En línea]. Disponible en: <http://dspace.udla.edu.ec/handle/33000/16628>
- [20] R. Rastogi, M. Tyagi, P. Vaidywan, y P. Vaidywan, «A Smart Tool for Laundry Management System: An Integrated Way for Next Gen. Society 4.0», *Acta Sci. Comput. Sci.*, vol. 5, n.º 12, nov. 2023, [En línea]. Disponible en: <https://www.actascientific.com/ASCS/ASCS-05-0452.php>
- [21] H. Blichfeldt y R. Faullant, «Performance effects of digital technology adoption and product & service innovation – A process-industry perspective», *Technovation*, vol. 105, p. 102275, jul. 2021, doi: 10.1016/j.technovation.2021.102275.
- [22] E. V. Donaires Gabriel y R. A. Mendoza Rojas, «Implementación de Gestión por Procesos para mejorar la productividad en una empresa textil», Accedido: 7 de marzo de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.14138/7388>
- [23] J. E. Cortegana Alvarado, «Sistema informático YURAX vía web para mejorar el servicio de atención al cliente de la lavandería Inversiones Zemon S.A.C de Trujillo».
- [24] M. A. Trujillo Peralta, «Sistema de información en el proceso de gestión logística en el área de almacén de la empresa EGP Comunicaciones S.A.C.»
- [25] P. K. Mejia Vega, «Aplicación de gestión por procesos para incrementar la productividad en los procesos de la Lavandería y Tintorería Dajall», *Repos. Inst. - UTP*, 2021, Accedido: 7 de marzo de 2025. [En línea]. Disponible en: <http://repositorio.utp.edu.pe/handle/20.500.12867/5690>
- [26] J. P. Laudon y K. C. Laudon, «SISTEMAS DE INFORMACIÓN GERENCIAL 14ED», p. 684, 2016.

- [27] J. O'Brien, *Introduction to Information Systems by O'Brien, James A., Marakas, George M. (2009) Paperback*, 15th Edition. New York: Mcgraw Hill Higher Education, 2009.
- [28] K. E. Pearlson, C. S. Saunders, y D. F. Galletta, *Managing and Using Information Systems: A Strategic Approach*, 7th edition. Hoboken: Wiley, 2019.
- [29] R. Stair y G. Reynolds, *Principles of Information Systems*, 13th edition. Boston, MA, USA: Cengage Learning, 2017. [En línea]. Disponible en: https://www.amazon.com/-/es/Principles-Information-Systems-Ralph-Stair/dp/1305971779?utm_source=chatgpt.com
- [30] J. Valacich y C. Schneider, *Information Systems Today: Managing the Digital World*, 8th edition. Pearson, 2017.
- [31] R. S. Efraim Turban, *Decision Support And Business Intelligence Systems (9th Edition)*. 2011. Accedido: 4 de abril de 2025. [En línea]. Disponible en: http://archive.org/details/Decision-Support-And-Business-Intelligence-Systems_201808
- [32] H. J. Watson, R. K. Rainer, y G. Houdeshel, Eds., *Executive Information Systems: Emergence, Development, Impact*. New York, 1992.
- [33] R. P. and B. Maxim, *SOFTWARE ENGINEERING: A PRACTITIONER'S APPROACH | 9TH EDITION*. MC GRAW HILL INDIA, 2023.
- [34] Y. Deshpande *et al.*, «Web Engineering», 18 de junio de 2003, *arXiv*: arXiv:cs/0306108. doi: 10.48550/arXiv.cs/0306108.
- [35] G. Kappel, B. Prýýll, S. Reich, y W. Retschitzegger, Eds., *Web Engineering: The Discipline of Systematic Development of Web Applications*, 1st edition. Hoboken, NJ: Wiley, 2006.
- [36] D. West, M. Gilpin, y T. Grant, «Water-Scrum-Fall Is The Reality Of Agile For Most Organizations Today», jul. 2011. Accedido: 30 de abril de 2025. [En línea]. Disponible en: https://www.verheulconsultants.nl/water-scrum-fall_Forrester.pdf
- [37] M. Jose Escalona y G. Aragon, «NDT. A Model-Driven Approach for Web Requirements», *IEEE Trans. Softw. Eng.*, vol. 34, n.º 3, pp. 377-390, may 2008, doi: 10.1109/tse.2008.27.
- [38] C. J. Torrecilla-Salinas, J. Sedeño, M. J. Escalona, y M. Mejías, «Estimating, planning and managing Agile Web development projects under a value-based perspective», *Inf. Softw. Technol.*, vol. 61, pp. 124-144, may 2015, doi: 10.1016/j.infsof.2015.01.006.
- [39] T. Dingsøyr, S. Nerur, V. Balijepally, y N. B. Moe, «A decade of agile methodologies: Towards explaining agile software development», *J. Syst. Softw.*, vol. 85, n.º 6, pp. 1213-1221, jun. 2012, doi: 10.1016/j.jss.2012.02.033.
- [40] C. Ladas, *Scrumban: And Other Essays on Kanban Systems for Lean Software Development*, 1st edition. Seattle, Wash.: Modus Cooperandi Pr, 2009.
- [41] D. Dennehy, «Kanban in software engineering: A systematic mapping study», *J. Syst. Amp Softw.*, ene. 2018, Accedido: 30 de abril de 2025. [En línea]. Disponible en: https://www.academia.edu/41879798/Kanban_in_software_engineering_A_systematic_mapping_study
- [42] A. Reddy, *Scrumban*, 1st edition. New York: Addison-Wesley Professional, 2015.
- [43] N. Nikitina, M. Kajko-Mattsson, y M. Stråle, «From scrum to scrumban: a case study of a process transition», en *Proceedings of the International Conference on Software and System Process*, en ICSSP '12. Zurich, Switzerland: IEEE Press, jun. 2012, pp. 140-149.

- [44] M. O. Ahmad, J. Markkula, y M. Oivo, «Kanban in software development: A systematic literature review», en *2013 39th Euromicro Conference on Software Engineering and Advanced Applications*, sep. 2013, pp. 9-16. doi: 10.1109/SEAA.2013.28.
- [45] K. Henrik y M. Skarin, *Kanban and Scrum - making the most of both (Enterprise Software Development)*. Accedido: 1 de mayo de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.amazon.com/Kanban-Scrum-Enterprise-Software-Development/dp/0557138329>
- [46] A. Stellman y J. Greene, *Learning Agile: Understanding Scrum, XP, Lean, and Kanban*, 1°. 2013. Accedido: 1 de mayo de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.amazon.com/Learning-Agile-Understanding-Scrum-Kanban/dp/1449331920>
- [47] H. K. Flora, X. Wang, y S. V.Chande, «An Investigation into Mobile Application Development Processes: Challenges and Best Practices», *Int. J. Mod. Educ. Comput. Sci.*, vol. 6, n.º 6, pp. 1-9, jun. 2014, doi: 10.5815/ijmeecs.2014.06.01.
- [48] D. J. Anderson y D. G. Reinertsen, *Kanban: Successful Evolutionary Change for Your Technology Business*, Blue Book ed. edition. Sequim, Washington: Blue Hole Press, 2010.
- [49] J. Benson y T. DeMaria, *Personal Kanban: Mapping Work | Navigating Life*, 1.3.2011 edition. Seattle, Wash: CreateSpace Independent Publishing Platform, 2011.
- [50] «What Is Scrumban? 5 Key Practices for Lasting Results», *Kanban Software for Agile Project Management*. Accedido: 14 de mayo de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://businessmap.io/blog/scrumban>
- [51] B. Fitzgerald y K.-J. Stol, «Continuous software engineering: A roadmap and agenda», *J. Syst. Softw.*, vol. 123, pp. 176-189, ene. 2017, doi: 10.1016/j.jss.2015.06.063.
- [52] J. Humble y D. Farley, *Continuous Delivery: Reliable Software Releases through Build, Test, and Deployment Automation*, 1°. 2011. Accedido: 28 de abril de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.amazon.com/Continuous-Delivery-Deployment-Automation-Addison-Wesley/dp/0321601912>
- [53] A. Weil, *Learn WPF MVVM - XAML, C# and the MVVM pattern*.
- [54] A. C. Neto, W. Grasel, y L. Groner, *Angular Design Patterns and Best Practices: Create scalable and adaptable applications that grow to meet evolving user needs*. Birmingham, 2024.
- [55] Project Management Institute, Inc., *Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos Y El Estándar para la Dirección de Proyectos*, Séptima edición. Newtown Square, Pennsylvania: roject Management Institute, Inc., 2021.
- [56] «Conceptos básicos del diseño de una base de datos - Soporte técnico de Microsoft». Accedido: 16 de octubre de 2025. [En línea]. Disponible en: https://support.microsoft.com/es-es/topic/conceptos-b%C3%A1sicos-del-dise%C3%B1o-de-una-base-de-datos-eb2159cf-1e30-401a-8084-bd4f9c9ca1f5?utm_source=chatgpt.com
- [57] «Modelado de datos NoSQL y Firebase». Accedido: 16 de octubre de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://nocodestartup.io/es/modelado-de-datos-nosql-firebase/>
- [58] «ISO/IEC 25010:2023», ISO. Accedido: 1 de mayo de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.iso.org/es/contents/data/standard/07/81/78176.html>
- [59] «2020 Intranet Design Annual | Nielsen Norman Group UX Research Report», Nielsen Norman Group. Accedido: 22 de abril de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.nngroup.com/reports/intranet-design-annual-2020/>

- [60] R. Jain, *The Art of Computer Systems Performance Analysis: Techniques for Experimental Design, Measurement, Simulation, and Modeling*, 1st edition. New York: Wiley, 1991.
- [61] «Informe de caso de éxito de 2021 | Google Season of Docs», Google for Developers. Accedido: 22 de abril de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://developers.google.com/season-of-docs/docs/2021/2021-case-study-report?hl=es-419>
- [62] G. Hohpe y B. Woolf, *Enterprise Integration Patterns: Designing, Building, and Deploying Messaging Solutions*, 1st edition. Boston: Addison-Wesley Professional, 2003.
- [63] «Progressive Web Apps | Ionic Framework», Ionic Framework Docs. Accedido: 22 de abril de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://ionicframework.com/docs/core-concepts/what-are-progressive-web-apps>
- [64] MSEdgeTeam, «Get started with PWAs - Microsoft Edge Developer documentation». Accedido: 22 de abril de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://learn.microsoft.com/en-us/microsoft-edge/progressive-web-apps-chromium/how-to/>
- [65] D. Norman, *The Design of Everyday Things: Revised and Expanded Edition*, Revised edition. New York, New York: Basic Books, 2013.
- [66] R. Hartson y P. Pyla, *The UX Book: Process and Guidelines for Ensuring a Quality User Experience*, 1st edition. Amsterdam ; Boston: Morgan Kaufmann, 2012.
- [67] M. Nygard, *Release It!: Design and Deploy Production-Ready Software (Pragmatic Programmers)*, Primera edición. 2007. Accedido: 28 de abril de 2025. [En línea]. Disponible en: https://www.r-5.org/files/books/computers/dev-teams/production/Michael_Nygard-Design_and_Deploy_Production-Ready_Software-EN.pdf
- [68] M. Fowler, *Patterns of Enterprise Application Architecture*, 1st edition. Boston: Addison-Wesley Professional, 2002.
- [69] W. Stallings y L. Brown, *Computer Security Principles and Practice*, Quinta Edición. Pearson, 2023. Accedido: 28 de abril de 2025. [En línea]. Disponible en: https://www.pearson.com/en-us/subject-catalog/p/computer-security-principles-and-practice/P200000010333/9780138091712?srsId=AfmBOooqFoeG1R7SmKuh84i7BgIYp7_vkOvVnpoIEFZnK-SFnXxcp7Im
- [70] A. Shostack, *Threat Modeling: Designing for Security*, Primera edición. 2014. Accedido: 28 de abril de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.amazon.com/Threat-Modeling-Designing-Adam-Shostack/dp/1118809998>
- [71] T. H. News, «Cost of a Data Breach Report 2023: Insights, Mitigators and Best Practices», The Hacker News. Accedido: 28 de abril de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://thehackernews.com/2023/12/cost-of-data-breach-report-2023.html>
- [72] R. Martin, *Clean Architecture: A Craftsman's Guide to Software Structure and Design*, Primera edición. Pearson, 2017. Accedido: 28 de abril de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.amazon.com/Clean-Architecture-Craftsmans-Software-Structure/dp/0134494164>
- [73] «Technical Debt: From Metaphor to Theory and Practice | Request PDF», *ResearchGate*, doi: 10.1109/MS.2012.167.
- [74] M. Feathers, *Working Effectively with Legacy Code*, 1st Edición. Accedido: 28 de abril de 2025. [En línea]. Disponible en:

<https://dl.ebooksworld.ir/motoman/Working.Effectively.with.Legacy.Code..www.EBooksWorld.ir.pdf>

- [75] «Building Microservices, 2nd Edition[Book]». Accedido: 28 de abril de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.oreilly.com/library/view/building-microservices-2nd/9781492034018/>
- [76] «Domain-Driven Design: Tackling Complexity in the Heart of Software: Evans, Eric: 8601300201665: Amazon.com: Books». Accedido: 28 de abril de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.amazon.com/Domain-Driven-Design-Tackling-Complexity-Software/dp/0321125215>
- [77] S. Naumann, E. Kern, M. Dick, y J. Timo, «Sustainable Software Engineering: Process and Quality Models, Life Cycle, and Social Aspects», *ResearchGate*, nov. 2024, doi: 10.1007/978-3-319-09228-7_11.
- [78] C. Becker *et al.*, «Sustainability Design and Software: 37th IEEE/ACM International Conference on Software Engineering, ICSE 2015», *Proc. - 2015 IEEE/ACM 37th IEEE Int. Conf. Softw. Eng. ICSE 2015*, pp. 467-476, ago. 2015, doi: 10.1109/ICSE.2015.179.
- [79] «(PDF) A Generic Model for Sustainability with Process- and Product-specific Instances», en *ResearchGate*, doi: 10.1145/2451605.2451609.
- [80] A. REGULTHAFUS, *Domino Impact Management*. 2025. Accedido: 29 de abril de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.amazon.com/dp/B0F335QD2G>
- [81] H. Mintzberg, *Managing the Myths of Health Care: Bridging the Separations between Care, Cure, Control, and Community*, 1st edition. Oakland, CA: Berrett-Koehler Publishers, 2017.
- [82] P. F. Drucker, *Management Challenges for the 21st Century*, First Edition. New York, NY: HarperBusiness, 2001.
- [83] «Strategy Maps: Converting Intangible Assets into Tangible Outcomes - Book - Faculty & Research - Harvard Business School». Accedido: 29 de abril de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.hbs.edu/faculty/Pages/item.aspx?num=15760>
- [84] M. P. Follett, *Dynamic Administration: The Collected Papers of Mary Parker Follett*, Illustrated edition. Mansfield Centre, CT: Martino Fine Books, 2013.
- [85] G. Stein, «Peter DRUCKER (1999), Management Challenges for the 21st Century, Butterworth Heinmann, Oxford», *Rev. Empresa Humanismo*, pp. 231-236, 2000, doi: 10.15581/015.2.34696.
- [86] M. Dumas, M. L. Rosa, J. Mendling, y H. A. Reijers, *Fundamentals of Business Process Management*, 2013th edition. Berlin Heidelberg: Springer, 2013.
- [87] U. Zabukovšek, P. Tominc, y S. Bobek, «Business IT Alignment Impact on Corporate Sustainability», *Sustainability*, vol. 15, n.º 16, Art. n.º 16, ene. 2023, doi: 10.3390/su151612519.
- [88] W. M. P. van der Aalst, *Process Mining: Data Science in Action*, 2nd ed. 2016 edition. Berlin, Heidelberg: Springer, 2016.
- [89] A. Sharp y P. McDermott, *Workflow Modeling: Tools for Process Improvement and Application Development, 2nd Edition*, 2nd ed. edition. Boston: Artech House Publishers, 2008.
- [90] «Strategic Learning and the Balanced Scorecard - Article - Faculty & Research - Harvard Business School». Accedido: 25 de julio de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.hbs.edu/faculty/Pages/item.aspx?num=2488>

- [91] J. Jeston, *Business Process Management: Practical Guidelines to Successful Implementations*, 5th edition. London ; New York, NY: Routledge, 2022.
- [92] «ISO 9001:2015», ISO. Accedido: 29 de abril de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.iso.org/standard/62085.html>
- [93] «ISO 22400-2:2014», ISO. Accedido: 29 de abril de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.iso.org/standard/54497.html>
- [94] «BPMN Specification - Business Process Model and Notation». Accedido: 31 de marzo de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.bpmn.org/>
- [95] «¿Cómo evaluar la calidad en una lavandería? | Gestionar Fácil». Accedido: 25 de julio de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.gestionar-facil.com/como-evaluar-la-calidad-en-una-lavanderia/>
- [96] M. Hammer y J. Champy, *Reengineering the Corporation: A Manifesto for Business Revolution*. New York, 2003.
- [97] X. Zheng, Y. He, R. Liao, y S. Yu, «Reliability Oriented Key Quality Characteristics Driven Integrated Built-In Reliability Activity Chain and Approach for Manufacturing Process», 13 de marzo de 2024, *Social Science Research Network, Rochester, NY*: 4757660. doi: 10.2139/ssrn.4757660.
- [98] «Como mejorar la eficiencia en la lavandería | Domus». Accedido: 25 de julio de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.domuslaundry.com/como-mejorar-eficiencia-lavanderia/>
- [99] «Amazon.com: The Goal: A Process of Ongoing Improvement - 30th Anniversary Edition: 9781622313945: Goldratt, Eliyahu M., Cox, Jeff, Ensemble cast: Libros». Accedido: 25 de julio de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.amazon.com/Goal-Process-Ongoing-Improvement-Aniversary/dp/1622313941>
- [100] «Laundry Management: Training, Metrics, and Tools for Better Operations». Accedido: 25 de julio de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.trycents.com/our-2-cents/improve-laundry-operations>
- [101] N. Slack, A. Brandon-Jones, y R. Johnston, *Operations Management, 8th edition*. Pearson, 2016.
- [102] «Identifying Corporate Culture Using the Organizational Culture Assessment I». Accedido: 25 de julio de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://journals.indexcopernicus.com/search/article?articleId=3860268>
- [103] «¿Cómo identificar los factores que impactan la satisfacción laboral en una organización?» Accedido: 25 de julio de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://blogs-es.psico-smart.com/articulo-como-identificar-los-factores-que-impactan-la-satisfaccion-laboral-en-una-organizacion-6661>
- [104] «¿Cómo medir la satisfacción del cliente? [4 MÉTODOS]», Zendesk. Accedido: 25 de julio de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.zendesk.com.mx/blog/satisfaccion-del-cliente-como-se-mide/>
- [105] R. Hernández Sampieri y C. P. Mendoza Torres, *Metodología de la investigación*. Mcgraw-Hill, 2018.
- [106] E. E. G. Echenique, «Metodología de la Investigación. Manual Autoformativo Interactivo».

- [107] R. Kumar, *Research Methodology: A Step-by-Step Guide for Beginners*, 5th edition. Los Angeles London New Delhi Singapore Washington DC Melbourne: SAGE Publications Ltd, 2019.
- [108] H. Kornblith, «Scientific Epistemology: An Introduction». Accedido: 23 de julio de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://philpapers.org/rec/KORSEA>
- [109] N. K. Denzin y Y. S. Lincoln, *The SAGE Handbook of Qualitative*, Fifth Edition. SAGE Publications, 2017. Accedido: 3 de mayo de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://us.sagepub.com/en-us/nam/the-sage-handbook-of-qualitative-research/book242504>
- [110] E. García-Jiménez, «La evaluación del aprendizaje: de la retroalimentación a la autorregulación. El papel de las tecnologías.», *RELIEVE - Rev. Electrónica Investig. Eval. Educ.*, vol. 21, n.º 2, dic. 2015, doi: 10.7203/relieve.21.2.7546.
- [111] J. F. Castaño y W. Castillo, «Métricas en la evaluación de la calidad del software: una revisión conceptual», *CESTA*, vol. 2, n.º 2, pp. 21-26, dic. 2021, doi: 10.17981/cesta.02.02.2021.03.
- [112] F. Gonzalez, «Hoja de chequeo para control de calidad: qué es y cómo se hace», DataScope. Accedido: 18 de agosto de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://datascope.io/es/blog/hoja-de-chequeo/>
- [113] «Automatización de procesos: la clave para la eficiencia», SAP. Accedido: 18 de agosto de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.sap.com/latinamerica/products/technology-platform/process-automation/what-is-process-automation.html>
- [114] «Introducción a la Investigación: guía interactiva». Accedido: 3 de mayo de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.uv.mx/apps/bdh/investigacion/unidad1/investigacion-tipos.html>
- [115] «t-Test, Chi-Square, ANOVA, Regression, Correlation...» Accedido: 9 de septiembre de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://datatab.es/tutorial/cronbachs-alpha>
- [116] S. Hempel, «Reliability», en *A Handbook of Research Methods for Clinical and Health Psychology*, J. Miles y P. Gilbert, Eds., Oxford University Press, 2005, p. 0. doi: 10.1093/med:psych/9780198527565.003.0015.
- [117] «What is a relational database? | IBM». Accedido: 16 de octubre de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.ibm.com/think/topics/relational-databases>
- [118] «Firestore», Firebase. Accedido: 16 de octubre de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://firebase.google.com/docs/firestore?hl=es-419>
- [119] «RPubs - Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk». Accedido: 21 de agosto de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://rpubs.com/F3rnando/507482>
- [120] «ESTUDIO DEL TRABAJO INGENIERIA METODOS MEDICION DEL TRABAJO - García Criollo,Roberto: 9789701046579 - IberLibro». Accedido: 13 de septiembre de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.iberlibro.com/9789701046579/ESTUDIO-TRABAJO-INGENIERIA-METODOS-MEDICION-9701046579/plp>

ANEXOS

Anexo 1: Matriz de consistencia

Tabla XLVI: Matriz de consistencia

“IMPACTO DE LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN EN LA GESTIÓN DEL PROCESO DE LAVADO DE PRENDAS EN UNA EMPRESA DE LA CIUDAD DE LIMA”				
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	INDICADORES
<p>Pregunta general ¿Cuál es el impacto de la implementación de un sistema de información en la gestión del proceso de lavado de prendas en una empresa de la ciudad de Lima?</p>	<p>Objetivo general Evaluar el impacto de la implementación de un sistema de información en la gestión del proceso de lavado de prendas en una empresa de la ciudad de Lima.</p>	<p>Hipótesis general La implementación de un sistema de información impacta positivamente en la gestión del proceso de lavado de prendas en una empresa de la ciudad de Lima</p>	<p>Variable Independiente: Sistema de Información</p>	<p>Calidad</p>
<p>Preguntas específicas ¿Cuál es el impacto de la implementación de un sistema de información en el tiempo para realizar las tareas del proceso de lavado de prendas en una empresa de la ciudad de Lima?</p> <p>¿Cuál es el nivel de satisfacción del operario registrador al usar un sistema de información en el proceso de lavado de prendas en una empresa de la ciudad de Lima?</p> <p>¿Cuál es el efecto del uso de un sistema de información en la calidad del proceso de lavado de prendas en una empresa de la ciudad de Lima?</p> <p>¿Cuál es el efecto del uso de un sistema de información en los niveles de automatización del proceso de lavado de prendas en una empresa de la ciudad de Lima?</p>	<p>Objetivos específicos Determinar el impacto de la implementación de un sistema de Información en el tiempo para realizar las tareas del proceso de lavado de prendas en una empresa de la ciudad de Lima.</p> <p>Determinar el nivel de satisfacción del operario registrador al usar un sistema de Información en el proceso de lavado de prendas en una empresa de la ciudad de Lima.</p> <p>Determinar el efecto del uso de un sistema de información en la calidad del proceso de lavado de prendas en una empresa de la ciudad de Lima.</p> <p>Determinar el efecto del uso de un sistema de información en los niveles de automatización del proceso de lavado de prendas en una empresa de la ciudad de Lima.</p>	<p>Hipótesis específicas La implementación del sistema de información reducirá el tiempo para realizar las tareas del proceso de lavado de prendas en una empresa de la ciudad de Lima.</p> <p>La implementación del sistema de información incrementará nivel de satisfacción del operario registrador en el proceso de lavado de prendas en una empresa de la ciudad de Lima.</p> <p>La implementación del sistema de información mejorará la calidad del proceso de lavado de prendas en una empresa de la ciudad de Lima.</p> <p>La implementación del sistema de información mejorará los niveles de automatización del proceso de lavado de prendas en una empresa de la ciudad de Lima.</p>	<p>Variable Dependiente: Gestión de proceso de lavado de prendas</p>	<p>Calidad del proceso</p> <p>Tiempo de operación</p> <p>Satisfacción del operario</p> <p>Automatización</p>

Anexo 2: Operacionalización de variables

Tabla XLVII: Operacionalización de variables

“IMPACTO DE LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN EN LA GESTIÓN DEL PROCESO DE LAVADO DE PRENDAS EN UNA EMPRESA DE LA CIUDAD DE LIMA”					
VARIABLE	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADOR	Técnica / Instrumento	
Sistema de Información	Evalúa la Calidad del Software a través del juicio de expertos utilizando una ficha de cotejo ponderada Likert (1=muy deficiente a 5=excelente), basada en las 9 características de ISO/IEC 25010. El puntaje es el promedio de los ítems por característica y el promedio global.	Calidad	La adecuación funcional	Observación / Ficha de cotejo	
			La protección		
			La compatibilidad		
			La capacidad de interacción		
			La fiabilidad		
			La seguridad		
			La mantenibilidad		
			La flexibilidad		
Gestión de proceso de lavado de prendas	Se refiere a la planificación, organización, ejecución y control de las actividades involucradas en el proceso de lavado de prendas dentro de la empresa. Su medición se basa en la calidad del proceso, tiempos operacionales, satisfacción del operario y automatización de procesos antes y después de la implementación del sistema.	Calidad del proceso	Grado de fiabilidad en las etapas del proceso	Observación / Fichas de observación	
			Grado de consistencia en las etapas del proceso		
			Cantidad de errores en las etapas del proceso		
		Tiempo de operación	Tiempo de atención de registro de flete de prendas		
			Tiempo de atención de clasificación y lavado de flete de prendas		
			Tiempo de generación de guías de remisión		
			Tiempo de atención de hermanado y entrega de flete de prendas		
			Tiempo de generación de liquidaciones y reportes		
		Automatización	Cantidad de tareas automatizadas respecto a las manuales		
		Satisfacción del operario	Nivel de satisfacción con las actividades de los procesos de lavandería		Encuesta / Cuestionario
			Nivel de satisfacción con la información generada en los procesos		
			Nivel de satisfacción con los tiempos de ejecución en los procesos		

Anexo 3: Ficha de cotejo ponderada – Calidad del sistema de información

Tabla XLVIII: Ficha de cotejo ponderada.

FICHA DE COTEJO - SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA LAVANDERÍA INDUSTRIAL								
DATOS GENERALES DEL EXPERTO EVALUADOR					Fecha...../...../2025			
Nombres y Apellidos:					Cargo que desempeña:			
Entidad en la que labora:					Años de experiencia en el sector:			
OBJETIVO: Medir la dimensión calidad (la adecuación funcional, la compatibilidad, la capacidad de interacción, la fiabilidad, la seguridad, la mantenibilidad, la flexibilidad, la protección) respecto a la variable independiente (sistema de información para lavandería industrial).								
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL SISTEMA								
Frontend:		Angular (versión:)			Backend: Firebase Functions			
Autenticación:		Firebase Auth			Base de Datos: Firestore			
Hosting:		Firebase Hosting			Ecosistema: Firebase Suite			
INSTRUCCIONES DE USO								
Criterios de Evaluación: Marque con una "X" la opción que mejor refleje la situación actual del sistema. Use N/A (No Aplica) cuando el criterio no sea relevante para el sistema evaluado. Agregue observaciones específicas en la columna de comentarios								
Escala de Evaluación					5 - Excelente: Cumple completamente el criterio (90-100%)			
4 - Bueno: Cumple en gran medida el criterio (70-89%)					3 - Regular: Cumple parcialmente el criterio (50-69%)			
2 - Deficiente: Cumple mínimamente el criterio (30-49%)					1 - Muy Deficiente: No cumple el criterio (0-29%)			
SECCIÓN I: ADECUACIÓN FUNCIONAL								
ID	CRITERIO DE EVALUACIÓN	5	4	3	2	1	N/A	OBSERVACIONES
AF001	Registro de ingreso de prendas con cliente, tipo, cantidad y fecha							
AF002	Generación automática de guía de remisión con código único							
AF003	Clasificación automática de prendas por tipo							
AF004	Cálculo automático de precios según tarifa							
AF005	Control de estados: recibido→clasificado→lavando→hermanado→entregado							
AF006	Notificación automática de lavado finalizado							
AF007	Consulta de pedidos por cliente (DNI, nombre, código) – Generación de Reporte							
AF008	Generación de registros históricos por subproceso (ingresos, clasificaciones, lavados, hermanados y entregas)							
AF009	Control de inventario de químicos y detergentes							
AF010	Liquidación por empresas y centros de costos							
AF011	Conteo digital con escáner integrado							
AF012	Verificación de homologación de códigos entre BD y carnet de RFID							

AF013	Firma digital de guía de remisión								
AF014	Clasificación digital por tipo de tejido, color nivel de suciedad								
AF015	Agrupación automática de prendas por cliente								
AF016	Verificación digital de contenido de fletes, bultos y paquetes								
AF017	Confirmación de entrega con firma digital								
SECCIÓN II: COMPATIBILIDAD									
ID	CRITERIO DE EVALUACIÓN	5	4	3	2	1	N/A	OBSERVACIONES	
CO001	Versión Angular compatible con Firebase SDK								
CO002	Firebase SDK actualizado y compatible								
CO003	Compatibilidad con navegadores modernos								
CO004	Responsive design para dispositivos móviles								
CO005	Interfaz para cargar las bases de datos de clientes mediante APIs								
CO006	Compatibilidad con lectores de código de barras								
CO007	Compatibilidad de carga y descarga de datos con excel								
SECCIÓN III: CAPACIDAD DE INTERACCIÓN									
ID	CRITERIO DE EVALUACIÓN	5	4	3	2	1	N/A	OBSERVACIONES	
CI001	API REST usando Firebase Functions								
CI002	Autenticación OAuth2 con Firebase Auth								
CI003	Intercambio de datos JSON/Firestore								
CI004	Webhooks usando Firebase Functions								
CI005	Actualizaciones en tiempo real con Firestore								
CI006	Notificaciones push con FCM								
CI007	Sincronización offline con Firestore								
SECCIÓN IV: FIABILIDAD									
ID	CRITERIO DE EVALUACIÓN	5	4	3	2	1	N/A	OBSERVACIONES	
FI001	Gestión de errores en Firebase Functions								
FI002	Retry automático en operaciones Firestore								
FI003	Validación de datos antes de escritura								
FI004	Uptime del sistema $\geq 99.9\%$								
FI005	Redundancia con múltiples regiones Firebase								
FI006	Backup automático de Firestore								
FI007	Funcionamiento offline con caché local								
FI008	Recuperación automática ante fallos de red								
FI009	Transacciones ACID en Firestore								
FI010	Plan de recuperación ante desastres								
FI011	Monitoreo con Firebase Performance								
FI012	Logs centralizados con Firebase Analytics								
SECCIÓN V: SEGURIDAD									
ID	CRITERIO DE EVALUACIÓN	5	4	3	2	1	N/A	OBSERVACIONES	
SE001	Autenticación multifactor con Firebase Auth								
SE002	Reglas de seguridad Firestore implementadas								
SE003	Cifrado de datos sensibles en Firestore								
SE004	HTTPS obligatorio en Firebase Hosting								

SE005	Validación de entrada en Functions								
SE006	Backup automático y verificación								
SE007	Logs inmutables de transacciones								
SE008	Trazabilidad completa de acciones								
SE009	Firma digital integrada								
SECCIÓN VI: MANTENIBILIDAD									
ID	CRITERIO DE EVALUACIÓN	5	4	3	2	1	N/A	OBSERVACIONES	
MA001	Arquitectura modular con lazy loading								
MA002	Servicios reutilizables para Firebase								
MA003	Componentes desacoplados								
MA004	Librerías compartidas Angular								
MA005	Componentes reutilizables UI								
MA006	Funciones Firebase reutilizables								
SECCIÓN VII: FLEXIBILIDAD									
ID	CRITERIO DE EVALUACIÓN	5	4	3	2	1	N/A	OBSERVACIONES	
FL001	Configuración externa environment								
FL002	Esquemas flexibles Firestore								
FL003	Theming dinámico								
FL004	Auto-scaling Firebase Functions								
FL005	Particionamiento Firestore								
FL006	CDN global Firebase Hosting								
SECCIÓN VIII: PROTECCIÓN									
PR001	App Check para prevenir abuso								
PR002	Reglas de seguridad restrictivas								
PR003	Monitoreo de anomalías								
PR004	Cumplimiento GDPR								
PR005	Anonimización de datos								
PR006	Derecho al olvido								
SECCIÓN IX: EFICIENCIA DE DESEMPEÑO									
ID	CRITERIO DE EVALUACIÓN	5	4	3	2	1	N/A	OBSERVACIONES	
ED001	Tiempo de respuesta del login ≤ 3 segundos								
ED002	Tiempo de carga del dashboard ≤ 5 segundos								
ED003	Tiempo de registro de procesos ≤ 5 segundos								
ED004	Sincronización en tiempo real ≤ 3 segundos								
ED005	Generación de reportes ≤ 10 segundos								
ED006	Generación de liquidaciones ≤ 20 segundos								
ED007	Lectura de prendas con escáner ≤ 1 segundo								
ED008	Lazy loading de componentes Angular								

Anexo 4: Ficha de observación de procesos – Calidad del proceso

Tabla XLIX: Ficha de registro de observación de procesos.

FICHA DE OBSERVACIÓN DE PROCESOS – CALIDAD DEL PROCESO			
Variable Dependiente: Gestión del Proceso de Lavado de Prendas			
OBJETIVO GENERAL: Medir el nivel de calidad del proceso en lavandería industrial mediante la evaluación de tres indicadores específicos (grado de fiabilidad, consistencia operacional, cantidad de errores en las etapas del proceso), con el propósito de determinar el impacto que genera la implementación de un sistema de información en la gestión del proceso de lavado.	PRE TEST		
	POST TEST		
Instrucciones: Observe los procesos, evaluando cada ítem del 1-5 según cumplimiento observado. Complete pre-test sin sistema, post-test con sistema.			
5 = EXCELENTE (90-100%): El proceso cumple completamente			ESCALA DE PUNTUACIÓN
4 = BUENO (75-89%): El proceso cumple satisfactoriamente			
3 = REGULAR (60-74%): El proceso cumple parcialmente			
2 = DEFICIENTE (40-59%): El proceso cumple mínimamente			
1 = MUY DEFICIENTE (<40%): El proceso no cumple			
Materiales necesarios: Instrumento impreso, cronómetro, calculadora, acceso a documentación del proceso.			
DATOS GENERALES			
Operario Evaluador:		Fecha:	
Área/Turno evaluado:		Total de procesos observados:	
Total prendas procesadas:		unidades	
Sede Evaluada:			

INDICADOR 1: FIABILIDAD EN LAS ETAPAS DEL PROCESO								
N°	ÍTEM DE EVALUACIÓN	ETAPA	PUNTUACIÓN					OBSERVACIONES
			1	2	3	4	5	
1.1	Los horarios de recojo se cumplen según lo programado	Recojo						
1.2	El inventario de prendas recogidas coincide con lo documentado	Recojo						
1.3	La clasificación de prendas se realiza según criterios establecidos	Clasificación						
1.4	Los parámetros de lavado (temperatura, tiempo, químicos) se mantienen estables	Lavado						
1.5	Las prendas salen del lavado cumpliendo estándares de limpieza	Lavado						
1.6	El proceso de secado logra la humedad residual especificada	Secado						

1.7	El hermanado entrega inventarios completos y correctos	Hermanado						
1.8	Las entregas se realizan en tiempo y forma acordados	Entrega						
INDICADOR 2: GRADO DE CONSISTENCIA EN LAS ETAPAS DEL PROCESO								
N°	ÍTEM DE EVALUACIÓN	ETAPA	PUNTUACIÓN					OBSERVACIONES
			1	2	3	4	5	
2.1	Los tiempos de cada etapa del proceso se mantienen estables	Todas						
2.2	La calidad del lavado es uniforme entre diferentes lotes	Lavado						
2.3	Los resultados son similares independiente del operador	Todas						
2.4	La clasificación mantiene criterios uniformes día a día	Clasificación						
2.5	El proceso de hermanado produce resultados homogéneos	Secado						
2.6	La documentación se completa de manera estándar	Todas						
2.7	Los procedimientos se siguen de forma consistente	Todas						
2.8	La comunicación entre etapas es fluida y estandarizada	Todas						
INDICADOR 3: CANTIDAD DE ERRORES EN LAS ETAPAS DEL PROCESO								
N°	ÍTEM DE EVALUACIÓN	ETAPA	PUNTUACIÓN					OBSERVACIONES
			1	2	3	4	5	
3.1	Incidencias de retraso en recojo de prendas	Recojo						
3.2	Errores de conteo en el inventario inicial	Recojo						
3.3	Fallas en la clasificación de prendas (mezclas, etiquetado incorrecto)	Clasificación						
3.4	Errores en parámetros de lavado (tiempo, temperatura, químicos)	Lavado						
3.5	Prendas con manchas o suciedad tras el lavado	Lavado						
3.6	Incidencias en el secado (exceso o déficit de humedad)	Secado						
3.7	Pérdidas o prendas mal asociadas en el hermanado	Hermanado						
3.8	Errores en la entrega (prendas faltantes, tardanzas)	Entrega						

Anexo 5: Ficha de observación de procesos – Automatización

Tabla L: Ficha de cotejo de procesos.

FICHA DE OBSERVACIÓN DE PROCESOS - AUTOMATIZACIÓN							
Variable Dependiente: Gestión del Proceso de Lavado de Prendas							
Dimensión: Automatización	Indicador: Cantidad de tareas automatizadas, semi automatizadas y manuales				PRE TEST	POST TEST	
DATOS GENERALES			LEYENDA Y DEFINICIONES OPERACIONALES				
CAMPO	INFORMACIÓN						
Fecha de Evaluación:	Desde:	Hasta:					
Período Analizado:							
Evaluador:							
Versión del Sistema:			A (Automatizado)	La tarea se ejecuta por el sistema sin intervención humana, salvo disparo o supervisión.			
			SA (Semi-automatizado)	El sistema asiste (prellena, calcula, valida); requiere confirmación humana.			
			M (Manual)	La tarea se realiza íntegramente por el operario sin soporte automático del sistema.			
			NA (No aplica)	La tarea no existe, no corresponde al subproceso o no se observa en el periodo.			
Sede Evaluada:							
Instrucciones:	Para cada subproceso, de la lista de tareas observadas y marque su nivel de automatización en Pre-test (situación sin sistema) y Post-test (situación con sistema). Use la leyenda: A = Automatizado, SA = Semi-automatizado, M = Manual, NA = No aplica. Adjunte evidencia (capturas de pantalla, logs, formatos) cuando corresponda.						
SUBPROCESO 1: RECOJO DE PRENDAS							
ID	Actividad/Tarea	Estado				Evidencia/Documento	Observaciones
		A	SA	M	NA		
R001	Recepción de solicitud de servicio						

R002	Programación de ruta de recojo						
R003	Notificación al cliente						
R004	Registro de llegada a cliente						
R005	Conteo inicial de prendas						
R006	Registro en guía de remisión						
R007	Verificación de homologación						
R008	Validación del conteo con cliente						
R009	Firma digital de conformidad						
R010	Actualización de estado en sistema						

SUBPROCESO 2: CLASIFICACIÓN DE PRENDAS

ID	Actividad/Tarea	Estado				Evidencia/Documento	Observaciones
		A	SA	M	NA		
C001	Recepción y revisión de lotes						
C002	Clasificación por tipo de tejido						
C003	Clasificación por color						
C004	Clasificación por nivel de suciedad						
C005	Agrupación digital por cliente						
C006	Carga en cestas/carritos						
C007	Verificación de peso óptimo						
C008	Anotación código guía remisión						

C009	Actualización trazabilidad						
C010	Preparación para siguiente etapa						

SUBPROCESO 3: LAVADO DE PRENDAS

ID	Actividad/Tarea	Estado				Evidencia/Documento	Observaciones
		A	SA	M	NA		
L001	Recepción de cestas clasificadas						
L002	Verificación disponibilidad de maquinas						
L003	Selección de lote para carga						
L004	Asignación de lavadora						
L005	Anotación en guía de remisión						
L006	Carga manual de prendas						
L007	Selección programa de lavado						
L008	Inicio de ciclo de lavado						
L009	Monitoreo del proceso						
L010	Alerta fin de ciclo						
L011	Descarga manual de prendas						
L012	Liberación de lavadora						

SUBPROCESO 4: EMPAQUETADO DE PRENDAS

ID	Actividad/Tarea	Estado				Evidencia/Documento	Observaciones
		A	SA	M	NA		
E001	Recepción prendas acabadas						
E002	Agrupación por cliente/persona						
E003	Verificación digital del contenido						

E004	Detección de faltantes						
E005	Preparación para empaque						
E006	Empaquetado/embalado físico						
E007	Generación de etiquetas						
E008	Rotulado de paquetes						
E009	Registro código de paquete						
E010	Actualización trazabilidad						
E011	Preparación para despacho						

SUBPROCESO 5: ENTREGA DE PRENDAS							
ID	Actividad/Tarea	Estado				Evidencia/Documento	Observaciones
		A	SA	M	NA		
EN001	Asignación de lotes para reparto						
EN002	Definición de rutas						
EN003	Carga del furgón						
EN004	Inicio de ruta de despacho						
EN005	Navegación GPS						
EN006	Notificación llegada cliente						
EN007	Verificación entrega por cliente						
EN008	Detección de incidencias						
EN009	Levantamiento de incidencias						
EN010	Actualización guía remisión						
EN011	Confirmación final cliente						

EN012	Cierre de ciclo operativo						
SUBPROCESO 6: LIQUIDACIÓN							
ID	Actividad/Tarea	Estado				Evidencia/Documento	Observaciones
		A	SA	M	NA		
LQ001	Consolidación información operativa						
LQ002	Cálculo de costos por servicio						
LQ003	Generación de reporte virtual						
LQ004	Elaboración de liquidación						
LQ005	Envío documento a cliente						
LQ006	Notificación disponibilidad						
LQ007	Recepción observaciones cliente						
LQ008	Análisis de observaciones						
LQ009	Corrección de reporte						
LQ010	Re-envío liquidación corregida						
LQ011	Confirmación conformidad						
LQ012	Generación informe final						
LQ013	Integración a contabilidad						

Anexo 6: Ficha de observación - Tiempo de operación

Tabla LI: Ficha de observación tiempo de operación.

FICHA DE OBSERVACIÓN N°1 – DIMENSIÓN VD – TIEMPO DE OPERACIÓN			
Título de la investigación: Impacto de la implementación de un sistema de información en la gestión del proceso de lavado de prendas en una empresa de la ciudad de lima.		PRETEST	POSTTEST
Objetivo: Obtener información acerca de la dimensión tiempo de operación de la variable dependiente del proceso de lavado de prendas en una empresa de la ciudad de lima.			
Observado por: _____ Herramienta: Cronómetro Fecha:			
Duración de la observación		Hora de inicio:	Hora de fin:
Instrucciones: Cronometrar y registrar el tiempo en minutos de cada actividad del proceso por el trabajador			
Indicador	Tipo de actividad	Tiempo (min)	Fecha
Tiempo de atención de registro de flete de prendas	Manual	T1:	
		T2:	
		T3:	
		T4:	
		T5:	
		T6:	
		T7:	
		T8:	
		TP:	
Tiempo de atención de clasificación de flete de prendas	Manual	T1:	
		T2:	
		T3:	
		T4:	
		T5:	
		T6:	
		T7:	
		T8:	
		TP:	
Tiempo de atención de lavado de flete de prendas	Manual	T1:	
		T2:	
		T3:	
		TP:	
	Manual	T1:	

Tiempo de atención de hermanado de flete de prendas		T2:	
		T3:	
		T4:	
		T5:	
		TP:	
Tiempo de entrega de flete de prendas al cliente	Manual	T1:	
		T2:	
		T3:	
		T4:	
		T5:	
		T6:	
		T7:	
		T8:	
Tiempo de generación de guías de remisión	Manual	TP:	
		T1:	
		T2:	
		T3:	
		T4:	
		T5:	
		T6:	
		T7:	
		T8:	
		T9:	
		T10:	
Tiempo de generación de liquidaciones y reportes	Manual	TP:	
		T1:	
		T2:	
		T3:	
		T4:	
		T6:	

Anexo 7: Cuestionario - Satisfacción del operario

Tabla LII: Cuestionario satisfacción del operario.

CUESTIONARIO N°1 PARA MEDIR LA SATISFACCIÓN DEL OPERARIO						
Encuestador: Franki Eli Briones Prieto			Fecha:/...../2025			
Objetivo: Evaluar la percepción sobre la efectividad del sistema de información en la gestión de las actividades del proceso, considerando la dimensión satisfacción del operario.			Confidencialidad: Toda la información proporcionada será tratada de manera estrictamente confidencial y utilizada únicamente con fines académicos y de investigación.			
Protección de datos personales: Los datos recopilados serán almacenados de forma segura y accesibles únicamente por el investigador responsable y su equipo de supervisión académica. Una vez finalizada la investigación, los datos serán eliminados de manera segura.			Instrucciones: Responda las preguntas de acuerdo a su percepción, marcando con un check (✓) o una equis (X) en el recuadro correspondiente.			
Datos generales del operario: Entidad en la que labora:..... Cargo que desempeña: Años de experiencia en el área:			Firma:			
Escala de valoración: 1 = Muy insatisfecho 2 = Insatisfecho 3 = Neutral 4 = Satisfecho 5 = Muy satisfecho						
N	Dimensión/Indicador/Pregunta	Valor				
		1	2	3	4	5
DIMENSIÓN: SATISFACCIÓN DEL OPERARIO						
A	Indicador: Nivel de satisfacción con las actividades de los procesos de lavandería					
1	¿Qué tan satisfecho está con la facilidad y fluidez en la realización de sus actividades dentro de los procesos de la lavandería?					
2	¿Considera que las herramientas actuales le permiten desarrollar todas sus actividades en la lavandería sin inconvenientes?					
3	¿Qué tan satisfecho está con la facilidad para controlar y hacer seguimiento del estado de sus actividades dentro de los procesos de la lavandería?					
4	¿Considera que cuenta con la suficiente visibilidad sobre el monitoreo del progreso y avance de sus actividades en los procesos de la lavandería?					
5	¿Qué tan satisfecho está con la organización y coordinación de las actividades operativas en los procesos de la lavandería?					
B	Indicador: Nivel de satisfacción con la información generada en los procesos					
6	¿Qué tan satisfecho está con la calidad y precisión de los datos generados en las actividades de los procesos de la lavandería?					
7	¿Considera que los informes y registros generados actualmente son útiles y confiables dentro de los procesos de la lavandería?					
8	¿Qué tan satisfecho está con la forma en que se almacena y se accede a los documentos relacionados con las actividades de los procesos de la lavandería?					
9	¿Le resulta fácil encontrar los documentos requeridos en el entorno actual dentro de los procesos de la lavandería?					
10	¿Qué tan satisfecho está con la disponibilidad y accesibilidad de la información operativa en tiempo real en los procesos de la lavandería?					
C	Indicador: Nivel de satisfacción con los tiempos de ejecución en los procesos					
11	¿Qué tan satisfecho está con el tiempo que le toma completar las actividades dentro de los procesos de la lavandería?					
12	¿Considera que las herramientas actuales mejoran los tiempos de las actividades diarias de los procesos de la lavandería?					
13	¿Qué tan satisfecho está con la velocidad de procesamiento de las órdenes de trabajo en la lavandería?					
14	¿Considera que los tiempos actuales de ejecución de los procesos de la lavandería son eficientes?					
15	¿Qué tan satisfecho está con los tiempos de respuesta para obtener información durante las operaciones de la lavandería?					

Anexo 8: Validación de instrumentos

Ficha de validación de los instrumentos de recolección de datos aplicada por un experto (ver de la Fig. 89 a la Fig. 93).

FICHA PARA VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

VII. REFERENCIA

- 7.1. Experto: Edwin Valencia Castillo
- 7.2. Especialidad: Ingeniero de computación y sistemas
- 7.3. Cargo actual: Director del Departamento de Sistemas
- 7.4. Grado académico: Doctor
- 7.5. Institución: Universidad Nacional de Cajamarca
- 7.6. Tipo de instrumento: Ficha de cotejo ponderada – Calidad del SI
- 7.7. Lugar y fecha: Cajamarca 24 de agosto de 2025

VIII. TABLA DE VALORACIÓN POR EVIDENCIAS

N°	EVIDENCIAS	VALORACION					
		5	4	3	2	1	0
1	Pertinencia de indicadores		x				
2	Formulado con lenguaje apropiado	x					
3	Adecuado para los sujetos en estudio	x					
4	Facilita la prueba de hipótesis	x					
5	Suficiencia para medir la variable	x					
6	Facilita la interpretación del instrumento	x					
7	Acorde al avance de la ciencia y tecnología		x				
8	Expresado en hechos perceptibles		x				
9	Tiene secuencia lógica		x				
10	Basado en aspectos teóricos	x					
	Total	30	16				

Coefficiente de valoración porcentual: $c = 92\%$

IX. OBSERVACIONES Y/O RECOMENDACIONES

.....



 Firma y sello del Experto

Fig. 142: Ficha de cotejo – VI Calidad del sistema de información.

FICHA DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

I. REFERENCIA

- 1.1. **Experto:** Lisi Janet Vásquez Fernández
 1.2. **Especialidad:** Ingeniería de Sistemas
 1.3. **Cargo actual:** Docente en la Universidad Nacional de Cajamarca
 1.4. **Grado académico:** Doctor en Ciencias
 1.5. **Institución:** Universidad Nacional de Cajamarca
 1.6. **Tipo del instrumento:** Ficha de observación – Calidad del proceso
 1.7. **Lugar y fecha:** Cajamarca, agosto del 2025

II. TABLA DE VALOR POR EVIDENCIAS

N°	EVIDENCIAS	5	4	3	2	1	0
1	Pertinencia de indicadores	X					
2	Formulado con lenguaje apropiado	X					
3	Adecuado para los sujetos en estudio	X					
4	Facilita la prueba de hipótesis	X					
5	Suficiencia para medir la variable	X					
6	Facilita la interpretación del instrumento	X					
7	Acorde al avance de la ciencia y tecnología		X				
8	Expresado en hechos perceptibles	X					
9	Tiene secuencia lógica	X					
10	Basado en aspectos teóricos	X					
	Total						

Coeficiente de valoración porcentual: $c = 98\%$

III. OBSERVACIONES Y/O RECOMENDACIONES



Firma y datos del validador

Fig. 143: Ficha de observación – VD Calidad del proceso.

FICHA DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

I. REFERENCIA

- 1.1. Experto:** Lisi Janet Vásquez Fernández
1.2. Especialidad: Ingeniería de Sistemas
1.3. Cargo actual: Docente en la Universidad Nacional de Cajamarca
1.4. Grado académico: Doctor en Ciencias
1.5. Institución: Universidad Nacional de Cajamarca
1.6. Tipo del instrumento: Ficha de observación – Automatización
1.7. Lugar y fecha: Cajamarca, agosto del 2025

II. TABLA DE VALOR POR EVIDENCIAS

N°	EVIDENCIAS	5	4	3	2	1	0
1	Pertinencia de indicadores	X					
2	Formulado con lenguaje apropiado	X					
3	Adecuado para los sujetos en estudio	X					
4	Facilita la prueba de hipótesis	X					
5	Suficiencia para medir la variable	X					
6	Facilita la interpretación del instrumento	X					
7	Acorde al avance de la ciencia y tecnología		X				
8	Expresado en hechos perceptibles	X					
9	Tiene secuencia lógica	X					
10	Basado en aspectos teóricos	X					
	Total						

Coeficiente de valoración porcentual: $c = 98\%$

III. OBSERVACIONES Y/O RECOMENDACIONES



Firma y datos del validador

Fig. 144: Ficha de observación – VD Automatización.

FICHA DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

I. REFERENCIA

- 1.1. **Experto:** Roger Manuel Sánchez Chávez
1.2. **Especialidad:** Ingeniería de Sistemas
1.3. **Cargo actual:** Docente en la Universidad Nacional de Cajamarca
1.4. **Grado académico:** Doctor en Ciencias
1.5. **Institución:** Universidad Nacional de Cajamarca
1.6. **Tipo del instrumento:** Ficha de observación – VD Tiempo de operación
1.7. **Lugar y fecha:** Cajamarca, 15 agosto del 2025

II. TABLA DE VALOR POR EVIDENCIAS

Nº	EVIDENCIAS	5	4	3	2	1	0
1	Pertinencia de indicadores	X					
2	Formulado con lenguaje apropiado	X					
3	Adecuado para los sujetos en estudio	X					
4	Facilita la prueba de hipótesis	X					
5	Suficiencia para medir la variable	X					
6	Facilita la interpretación del instrumento	X					
7	Acorde al avance de la ciencia y tecnología		X				
8	Expresado en hechos perceptibles	X					
9	Tiene secuencia lógica		X				
10	Basado en aspectos teóricos	X					
	Total	40	8				

Coefficiente de valoración porcentual: $c = 96\%$

III. OBSERVACIONES Y/O RECOMENDACIONES



Firma y sello del Experto

Fig. 145: Ficha de observación – VD Tiempo de operación.

FICHA DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

I. REFERENCIA

- 1.1. **Experto:** Roger Manuel Sánchez Chávez
- 1.2. **Especialidad:** Ingeniería de Sistemas
- 1.3. **Cargo actual:** Docente en la Universidad Nacional de Cajamarca
- 1.4. **Grado académico:** Doctor en Ciencias
- 1.5. **Institución:** Universidad Nacional de Cajamarca
- 1.6. **Tipo del instrumento:** Cuestionario – VD Satisfacción del operario
- 1.7. **Lugar y fecha:** Cajamarca, 15 agosto del 2025

II. TABLA DE VALOR POR EVIDENCIAS

Nº	EVIDENCIAS	5	4	3	2	1	0
1	Pertinencia de indicadores	X					
2	Formulado con lenguaje apropiado	X					
3	Adecuado para los sujetos en estudio	X					
4	Facilita la prueba de hipótesis	X					
5	Suficiencia para medir la variable	X					
6	Facilita la interpretación del instrumento	X					
7	Acorde al avance de la ciencia y tecnología	X					
8	Expresado en hechos perceptibles	X					
9	Tiene secuencia lógica	X					
10	Basado en aspectos teóricos	X					
	Total	50					

Coeficiente de valoración porcentual: $c = 100\%$

III. OBSERVACIONES Y/O RECOMENDACIONES



Firma y sello del Experto

Fig. 146: Cuestionario – VD Satisfacción del operario.

Anexo 9: Análisis de Fiabilidad del Cuestionario de Satisfacción

Análisis de fiabilidad de los instrumentos a través del software Jamovi, evaluando el valor del Alfa de Cronbach y validando el cuestionario de acuerdo al resultado obtenido e interpretándolos con la siguiente tabla (ver Fig. 183).

Alfa de Cronbach	Interpretación
> 0.9	Excelente
> 0.8	Buena
> 0.7	Aceptable
> 0.6	Cuestionable
> 0.5	Pobre
< 0.5	Inaceptable

Fig. 147: Interpretación del Alfa de Cronbach

El análisis de fiabilidad del cuestionario de satisfacción mediante el coeficiente Alfa de Cronbach reveló una consistencia interna excelente, con un valor de $\alpha = 0.990$ para la escala completa. Este resultado indica una muy alta correlación entre los ítems del instrumento, superando ampliamente el umbral mínimo de 0.70 recomendado para la investigación exploratoria y el valor de 0.80 sugerido para estudios confirmatorios.

Análisis de Fiabilidad

Estadísticas de Fiabilidad de Escala		
Alfa de Cronbach		
escala	0.990	
[3]		
Estadísticas de Fiabilidad de Elemento		
	Correlación del elemento con otros	Si se descarta el elemento
		Alfa de Cronbach
P1	0.953	0.990
P2	0.945	0.990
P3	0.892	0.990
P4	0.941	0.990
P5	0.936	0.990
P6	0.942	0.990
P7	0.928	0.990
P8	0.941	0.990
P9	0.930	0.990
P10	0.893	0.990
P11	0.923	0.990
P12	0.942	0.990
P13	0.941	0.990
P14	0.921	0.990
P15	0.951	0.989

Fig. 148: Análisis de fiabilidad del Cuestionario de Satisfacción del Operario

Anexo 10: Determinación el número de observaciones en estudio de tiempos

Duración del Ciclo (minutos)	Número de Ciclos a Estudiar	Observación
0.10	200	Muy rápido
0.25	100	Rápido
0.50	60	Rápido
0.75	40	Moderado
1.00	30	Moderado
2.00	20	Normal
2.00 - 5.00	15	Normal
5.00 - 10.00	10	Lento
10.00 - 20.00	8	Lento
20.00 - 40.00	5	Muy lento
40.00 en adelante	3	Muy lento

Esta tabla está basada en los principios fundamentales que García Criollo explica en su libro sobre la determinación estadística del número de observaciones. Es consistente con la tabla de General Electric que proporciona el fundamento teórico para determinar el número de observaciones de una actividad [120].

Principios Estadísticos:

- **Variabilidad del proceso:** A menor duración del ciclo, mayor número de observaciones para capturar la variabilidad natural
- **Nivel de confianza:** Las observaciones están calculadas para un 95% de confianza
- **Precisión requerida:** $\pm 5\%$ de error típicamente aceptable en estudios industriales

Anexo 11: Requerimientos operativos identificados

RF-01: Gestión de Clientes Corporativos
El sistema debe administrar múltiples empresas clientes con información completa.
Cada empresa puede tener múltiples puntos de servicio (almacenes/bodegas).
RF-02: Gestión de Órdenes de Lavandería
Registro de órdenes con información detallada del cliente y tipo de servicio.
Asignación de prioridades y tipos de orden.
Seguimiento del estado de cada orden en tiempo real.
RF-03: Trazabilidad de Prendas
Cada prenda debe ser identificable individualmente.
Registro del flujo completo desde recepción hasta entrega.
Agrupación por lotes de lavado.
RF-04: Control de Procesos
Definición de etapas del proceso de lavandería (recepción, clasificación, lavado, secado, planchado, empaque, entrega).
Registro del personal responsable en cada etapa.
Tiempos de inicio y finalización de cada proceso.
RF-05: Gestión de Recursos Humanos
Registro de personal con roles y permisos diferenciados.
Asignación de empleados a áreas y departamentos.
Control de acceso basado en roles (RBAC).
RF-06: Gestión de Flotilla Vehicular
Registro de vehículos para recolección y entrega.
Asignación de vehículos a rutas y conductores.
Seguimiento de uso y mantenimiento.
RF-07: Planificación de Rutas
Definición de rutas de recolección y entrega.
Asignación de rutas a órdenes específicas.
RF-08: Control de Maquinaria
Inventario de máquinas industriales (lavadoras, secadoras, planchas).
Registro de uso y mantenimiento preventivo/correctivo.
Asignación de máquinas a operarios.
RF-09: Gestión de Inventario
Control de insumos (detergentes, suavizantes, bolsas, etiquetas).
Categorización de productos.
Alertas de stock mínimo.
Registro de transacciones (entradas/salidas).
RF-10: Seguridad y Permisos
Sistema de autenticación y autorización multinivel.
Roles configurables con permisos granulares.
Auditoría de cambios críticos.

Anexo 12: Informe de análisis comparativo y evaluación de costos para el SI

1. RESUMEN EJECUTIVO

El presente informe documenta el análisis técnico-económico que fundamentó las decisiones arquitectónicas del sistema de información web para la gestión integral de la lavandería industrial. Se evaluaron tres dimensiones críticas: alternativas arquitectónicas, stack tecnológico y modelos de despliegue.

Conclusión principal: La arquitectura híbrida serverless con Angular 19 y Firebase resultó 83.6% más económica en Costo Total de Propiedad (TCO) a 3 años, redujo el tiempo de desarrollo en 40%, y cumplió el 100% de los requisitos funcionales y no funcionales críticos.

2. REQUISITOS DEL SISTEMA

2.1 Requisitos Funcionales Prioritarios

ID	Requisito	Criticidad
RF-01	Gestión de Clientes Corporativos	Alta
RF-02	Gestión de Órdenes de Lavandería	Crítica
RF-03	Trazabilidad de Prendas	Alta
RF-04	Control de Procesos	Crítica
RF-05	Gestión de Recursos Humanos	Alta
RF-06	Gestión de Flotilla Vehicular	Alta
RF-07	Generación de reportes operativos y financieros	Media
RF-08	Gestión de Inventario	Alta
RF-09	Seguridad y Permisos	Media

2.2 Requisitos No Funcionales Críticos

ID	Requisito	Valor Objetivo
RNF-01	Tiempo de respuesta (lecturas)	< 500ms
RNF-02	Disponibilidad del sistema	99.5% uptime
RNF-03	Escalabilidad horizontal	Hasta 500% de carga base
RNF-04	Concurrencia simultánea	50+ usuarios activos
RNF-05	Sincronización en tiempo real	< 2 segundos latencia
RNF-06	Tiempo de despliegue	< 15 minutos

2.3 Restricciones del Contexto Empresarial

• Presupuesto: Inversión inicial máxima de S/8,000 USD
• Equipo técnico: 2 desarrolladores full-stack sin experiencia DevOps
• Plazo: 6 meses desde diseño hasta producción
• Infraestructura existente: Ninguna (greenfield project)

3. ANÁLISIS COMPARATIVO DE ARQUITECTURAS

3.1 Alternativas Evaluadas

Opción A: Arquitectura Monolítica Tradicional: La primera alternativa analizada corresponde a una arquitectura monolítica tradicional, basada en un *stack* compuesto por **Node.js/Express** como backend, **PostgreSQL** como gestor de base de datos relacional y un **servidor VPS** como entorno de despliegue. Entre sus principales ventajas se encuentra su **simplicidad conceptual inicial**, el soporte nativo para **transacciones ACID** y el uso de un **ecosistema tecnológico consolidado y ampliamente documentado**. Sin embargo, esta arquitectura presenta limitaciones significativas, tales como una **escalabilidad vertical restringida y costosa**, la **necesidad de gestionar manualmente la infraestructura** y la **ausencia de soporte nativo para comunicación en tiempo real**, lo cual obliga a implementar soluciones personalizadas mediante *WebSockets*. Además, el alto **acoplamiento entre módulos** dificulta la evolución y el mantenimiento del sistema. En la evaluación frente a los requisitos no funcionales, esta opción **no cumple con el RNF-03 (Escalabilidad automática)**, tiene un **cumplimiento parcial del RNF-05 (Tiempo real)** y presenta un **costo operativo promedio de \$1,726 mensuales**, lo que la hace inviable para el contexto del proyecto.

Opción B: Arquitectura de Microservicios con Kubernetes: La segunda alternativa consistió en una arquitectura distribuida basada en **microservicios orquestados con Kubernetes**, empleando **contenedores Docker** y **bases de datos especializadas por dominio**. Este enfoque ofrece ventajas notables como el **desacoplamiento total entre servicios**, una **escalabilidad horizontal granular** y una **alta resiliencia ante fallos**, lo que la convierte en una opción atractiva para entornos corporativos de gran escala. No obstante, su adopción implica una **complejidad operativa elevada**, la **necesidad de contar con un equipo DevOps especializado** (no disponible en el contexto actual), y **costos de infraestructura considerablemente altos**, estimados en **\$4,695 mensuales**. Asimismo, la curva de aprendizaje es pronunciada y el **tiempo estimado de implementación supera los 9 a 12 meses**, lo cual excede las restricciones temporales y presupuestarias del proyecto. Por ello, esta opción **no cumple con las restricciones del equipo técnico, el presupuesto ni los plazos de entrega**, siendo descartada para la implementación del sistema.

Opción C: Arquitectura Híbrida Serverless (Seleccionada): Finalmente, se evaluó la arquitectura **híbrida serverless**, seleccionada como la más adecuada para el desarrollo del sistema ALBUS-360. Este enfoque se sustenta en **Angular 19** para la capa de presentación y en la **plataforma Firebase** — integrando *Cloud Functions*, *Firestore* y *Realtime Database*— como infraestructura en la nube. Entre sus principales ventajas destacan su **escalabilidad automática ilimitada**, el soporte **nativo para comunicación en tiempo real** mediante *listeners* de *Firestore*, la **ausencia total de mantenimiento de servidores**, y un **despliegue prácticamente instantáneo** (inferior a cinco minutos). Además, su **modelo de pago por uso** elimina costos durante los periodos de inactividad y permite acceder a **servicios integrados** como autenticación, almacenamiento, alojamiento y analítica. Las desventajas más relevantes incluyen el **riesgo de dependencia del proveedor (vendor lock-in)**, ciertas **limitaciones en consultas NoSQL complejas** y un **menor control sobre la infraestructura subyacente**. Sin embargo, esta arquitectura **cumple al 100% los requisitos funcionales y no funcionales, satisface todas las restricciones del contexto** y reduce el **costo operativo promedio a \$283 mensuales**, consolidándose como la opción óptima para la solución propuesta.

3.2 Matriz de Decisión Arquitectónica

Criterio	Peso	Monolítica	Microservicios	Serverless
Cumplimiento requisitos funcionales	25%	75	90	95
Cumplimiento requisitos no funcionales	25%	60	85	98
Costo total de propiedad (3 años)	20%	70	40	95
Complejidad operativa	15%	80	30	90
Tiempo de implementación	10%	70	40	95
Alineación con restricciones	5%	60	30	100
Puntuación ponderada	100%	69.5	62.0	94.0

Decisión: Arquitectura Híbrida Serverless por alineación óptima con requisitos y restricciones.

4. EVALUACIÓN DE COSTOS (TCO a 3 años)

4.1 Comparativa de Costos Totales (Escalado automático según demanda real)

Concepto	Infraestructura Tradicional	Microservicios K8s	Firestore Serverless
Infraestructura mensual	S/179	S/775	S/22-44*
Personal admin/mes	S/1,400 (56h)	S/3,920 (112h)	S/250 (10h)
Costo mensual total	S/1,579	S/4,695	S/272-294
TCO Año 1	S/18,948	S/56,340	S/3,264
TCO Año 2	S/21,588	S/56,340	S/3,396
TCO Año 3	S/21,588	S/56,340	S/3,528
TCO TOTAL 3 AÑOS	S/62,124	S/169,020	S/10,188

4.2 Ahorro Económico

- **Firestore Serverless vs Infraestructura Tradicional:** 83.6% de ahorro (S/51,936 en 3 años)
- **Firestore Serverless vs Microservicios K8s:** 94.0% de ahorro (S/158,832 en 3 años)
- **Reducción de horas administrativas:** 82.1% (10h vs 56h mensuales)

5. ANÁLISIS DE STACK TECNOLÓGICO

5.1 Frontend: Angular 19

La capa de presentación del sistema ALBUS-360 se desarrolló utilizando **Angular 19**, un framework de código abierto mantenido por Google. Su selección se justifica principalmente por su **compatibilidad nativa con TypeScript**, lo cual proporciona un tipado estático robusto que incrementa la seguridad y la detección temprana de errores en tiempo de desarrollo. Además, Angular ofrece una **arquitectura opinada** que promueve la mantenibilidad, la organización modular y la escalabilidad del código fuente, aspectos fundamentales en sistemas empresariales de gran envergadura. Otra ventaja significativa es su **soporte nativo para Progressive Web Apps (PWA)**, permitiendo la ejecución de la aplicación tanto en entornos web como móviles sin necesidad de duplicar el desarrollo. Asimismo, la **integración oficial con Firestore mediante AngularFire** facilita la conexión directa con servicios en la nube, mejorando la productividad del equipo y reduciendo la complejidad de integración. Su **ecosistema enterprise maduro**, que incluye Angular Material y el Component Dev Kit (CDK), ofrece componentes accesibles,

consistentes y alineados con los estándares de diseño de Google, garantizando una experiencia de usuario profesional y coherente. En comparación con otras alternativas, **React** fue descartado debido a su necesidad de mayor configuración y su estructura menos opinada, lo que dificulta la estandarización del código en proyectos grandes. Por otro lado, **Vue.js** presenta un ecosistema menos robusto y con menor soporte empresarial, lo que limita su adopción en entornos corporativos que demandan estabilidad y soporte a largo plazo.

5.2 Backend: Firebase (Backend as a Service)

Para la capa de backend, se optó por el uso de **Firestore**, una plataforma *Backend as a Service (BaaS)* que ofrece servicios en la nube completamente gestionados. La principal motivación para esta elección fue la **eliminación total de la gestión de infraestructura**, lo que implica un entorno de **cero mantenimientos (zero-maintenance)** y una **escalabilidad automática** sin intervención manual. Además, Firestore proporciona **sincronización en tiempo real** con una latencia inferior a un segundo, una característica crítica para sistemas operativos como ALBUS-360 que requieren actualizaciones instantáneas de estado. El uso de esta plataforma permitió una **reducción del tiempo de desarrollo de aproximadamente un 40%** respecto a un *stack* tradicional, gracias a la integración de múltiples servicios como **Authentication, Storage, Hosting, Analytics** y **Cloud Messaging**, todos nativos e interoperables dentro del mismo ecosistema. Entre las alternativas descartadas, **Node.js con Express** fue desestimado debido a que requiere una gestión manual de servidores, escalado, balanceo de carga y monitoreo, lo que aumentaría los costos operativos y el esfuerzo de mantenimiento. Del mismo modo, **Nest.js**, aunque basado en TypeScript y modular, introduce una complejidad DevOps adicional y costos de infraestructura más elevados, lo que lo hacía inadecuado para el contexto del proyecto.

5.3 Base de Datos: Cloud Firestore (NoSQL Documental)

Para el almacenamiento de datos, se seleccionó **Cloud Firestore**, una base de datos NoSQL documental que ofrece un modelo flexible, jerárquico y altamente escalable. En comparación con **PostgreSQL**, Firestore destaca por su **estructura documental flexible**, que se adapta de forma dinámica a datos heterogéneos sin necesidad de migraciones de esquema. Su **sincronización en tiempo real mediante listeners nativos** garantiza actualizaciones instantáneas, mientras que su **escalabilidad horizontal automática** permite gestionar eficientemente el crecimiento de datos y usuarios. Además, el soporte para **sincronización offline nativa** asegura la continuidad operativa en entornos con conectividad limitada. Aunque las consultas en Firestore son menos complejas que las de SQL, los beneficios en rendimiento, mantenimiento y costo lo convierten en la opción más adecuada. En términos económicos, Firestore representa un **costo promedio de \$22 mensuales** frente a los **\$45 mensuales** de PostgreSQL para un volumen estimado de 5 GB y 500,000 operaciones por mes. Las principales razones que sustentan la elección de Firestore incluyen: (1) su **flexibilidad de esquema**, necesaria para gestionar datos personalizados por cliente como configuraciones dinámicas y notas operativas; (2) su capacidad de **actualización en tiempo real**, esencial para el *dashboard* operativo que requiere sincronización inferior a dos segundos; (3) su **estructura jerárquica natural**, que permite modelar entidades relacionadas como órdenes, lotes y prendas mediante documentos anidados; (4) su **optimización para lecturas intensivas**, lo cual resulta crítico en un sistema de trazabilidad con consultas constantes; y (5) su **operación offline automática**, que sincroniza los datos localmente y los actualiza al restablecer la conexión. En conjunto, estos factores consolidan a **Cloud Firestore** como la base de datos más adecuada

para garantizar la eficiencia, flexibilidad y resiliencia del sistema ALBUS-360 en un entorno productivo de alta demanda.

6. ALINEACIÓN REQUISITOS VS TECNOLOGÍA

6.1 Validación de Requisitos Críticos

Requisito	Solución Tecnológica	Cumplimiento
RF-02: Trazabilidad QR	Angular PWA + Firestore (docs únicos)	<input checked="" type="checkbox"/> 100%
RF-04: Monitoreo tiempo real	Realtime Database (sync < 2s)	<input checked="" type="checkbox"/> 100%
RF-05: Roles diferenciados	Firestore Authentication (custom claims)	<input checked="" type="checkbox"/> 100%
RF-08: Notificaciones push	Firestore Cloud Messaging	<input checked="" type="checkbox"/> 100%
RF-09: Operación offline	Service Worker + Firestore offline	<input checked="" type="checkbox"/> 100%
RNF-01: Respuesta < 500ms	Firestore queries indexadas (200-350ms)	<input checked="" type="checkbox"/> 100%
RNF-03: Escalabilidad 500%	Autoscaling serverless	<input checked="" type="checkbox"/> 100%
RNF-05: Tiempo real < 2s	Firestore listeners (500ms-1.5s)	<input checked="" type="checkbox"/> 100%
RNF-06: Despliegue < 15min	Firestore CLI deploy (< 5min)	<input checked="" type="checkbox"/> 100%

Resultado: 100% de requisitos críticos cumplidos

6.2 Casos de Uso Validados

Caso 1: Procesamiento de Orden en Tiempo Real: En este caso, el operario escanea el código QR de una prenda y una Cloud Function valida la información de forma inmediata. A continuación, Firestore actualiza el estado de la orden y el dashboard de supervisores refleja el cambio en menos de 1.5 segundos. Este flujo garantiza la inmediatez en la trazabilidad de las prendas y fue validado cumpliendo los requisitos funcionales RF-01, RF-02, RF-04 y los no funcionales RNF-01 y RNF-05.

Caso 2: Escalamiento Estacional (Navidad +400%): Durante temporadas de alta demanda, como en Navidad, el sistema pasó de procesar 100 órdenes diarias a 500 sin necesidad de intervención manual. Las Cloud Functions escalaron automáticamente de 3 a 15 instancias, manteniendo una latencia estable con variación menor al 10%. El costo operativo se ajustó proporcionalmente, pasando de \$22 a \$88 mensuales. Este comportamiento demostró el cumplimiento de los requisitos RNF-03 y RNF-01, relacionados con la escalabilidad y el rendimiento.

Caso 3: Conectividad Intermitente en Planta: En áreas donde la conexión WiFi es inestable, el sistema mantiene su operatividad gracias al Service Worker, que almacena temporalmente las operaciones de forma local. Una vez que se restablece la conexión, las acciones pendientes se sincronizan automáticamente con la nube, y la interfaz de usuario indica el estado “pendiente de sincronización”. Este caso validó satisfactoriamente el requisito funcional RF-09, garantizando continuidad de servicio incluso sin conexión constante.

7. CONCLUSIONES

La arquitectura híbrida serverless Angular-Firebase logró una alineación total con los requisitos críticos, reduciendo el TCO en 83.6%, las horas administrativas en 82.1% y el tiempo de desarrollo en 40%. Además, demostró una escalabilidad del 500% sin intervención manual, cumpliendo las restricciones de presupuesto, personal técnico y plazo, consolidando una solución eficiente, económica y altamente adaptable.

Anexo 13: Evidencias de la estructura de N capas y Patrón MVVM

En la Figura X se ilustra la arquitectura del sistema de información para lavandería industrial, estructurada en tres capas principales. La **capa de servicios** comprende los Firebase Backend Services, que incluyen Firebase Authentication para la gestión de autenticación de usuarios, Cloud Functions para la lógica de negocio del lado del servidor, Firebase Hosting para el alojamiento de la aplicación web, Firebase Storage para el almacenamiento de archivos, y las reglas de seguridad con Cloud Messaging (ver Figuras 149 - 162). La **capa de datos** está conformada por Firebase Database Services, específicamente Cloud Firestore (NoSQL) para el almacenamiento y gestión de datos en tiempo real (Realtime Database), complementada con servicios de Analytics y Performance Monitoring. Finalmente, la **capa de presentación** está implementada con Angular 18 Frontend, que integra componentes Angular, servicios HTTP/API, Guards & Interceptors para la seguridad, State Management para la gestión del estado de la aplicación, y la configuración de rutas mediante Route + PWA + Bootstrap. Esta capa se comunica con la capa de servicios mediante protocolos HTTP/HTTPS y con la capa de datos a través del SDK/API de Firebase, estableciendo así una arquitectura modular y escalable.

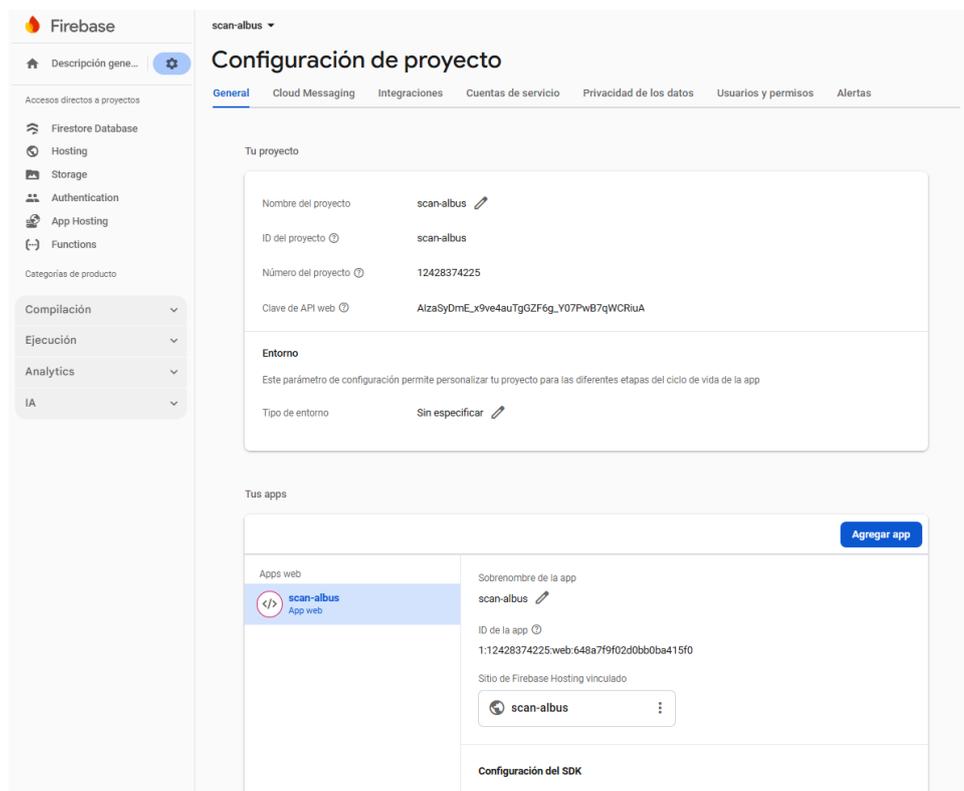


Fig. 149: Capa de servicios – Firebase

Función	Activador	Versión	Solicitudes (24 h)	Cantidad mínima/máxima de instancias	Tiempo de espera
calculateLaundryCosts us-central1	HTTP Solicitud https://calculatelaundrycosts-jpg7szs23q-uc.a.run.app	v2	9610	0 / 10	1 min
trackGarmentProcess us-central1	HTTP Solicitud https://trackgarmentprocess-jpg7szs23q-uc.a.run.app	v2	7610	0 / 10	1 min
asignarReclamaciones us-central1	HTTP Solicitud https://asignarreclamaciones-jpg7szs23q-uc.a.run.app	v2	8	0 / 10	1 min
assignCourier us-central1	HTTP Solicitud https://assigncourier-jpg7szs23q-uc.a.run.app	v2	156	0 / 10	1 min
updateLaundryInventory us-central1	HTTP Solicitud https://updatelaundryinventory-jpg7szs23q-uc.a.run.app	v2	456	0 / 10	1 min
crearUsuario us-central1	HTTP Solicitud https://crearusuario-jpg7szs23q-uc.a.run.app	v2	8	0 / 10	1 min
processLaundryOrder us-central1	HTTP Solicitud https://processlaundryorder-jpg7szs23q-uc.a.run.app	v2	1378	0 / 10	1 min
generateLaundryReports us-central1	HTTP Solicitud https://generatelaundryreports-jpg7szs23q-uc.a.run.app	v2	78	0 / 10	1 min
notifyLaundryEvents us-central1	HTTP Solicitud https://notifylaundryevents-jpg7szs23q-uc.a.run.app	v2	0	0 / 10	1 min

Fig. 150: Capa de servicios - Functions Firebase.

Cloud Firestore > Base de datos

Datos Reglas Índices Recuperación ante desastres Uso Extensiones

Vista del panel Compilador de consultas

COMPANY_CLIENTE > CMP_0001 > SEDES > SED_0001

COMP_0001	SEDES	SED_0001
<ul style="list-style-type: none"> Iniciar colección CENTRO_COSTOS GARMENTS PROPIETARIO SEDES Agregar campo <ul style="list-style-type: none"> ciudad: "Lima" codigo: "KOMATSU-PE" company_id: "CMP_0001" created_at: "2025-10-16T23:48:53.617Z" direccion_fiscal: "Av. República de Panamá 4045, Surquillo" email: "contacto@kmmp.com.pe" is_active: true nombre: "Komatsu Mitsui Maquinarias Perú S.A." pais: "Perú" razon_social: "Komatsu Mitsui Maquinarias Perú S.A." 	<ul style="list-style-type: none"> Agregar documento SED_0001 SED_0002 SED_0003 	<ul style="list-style-type: none"> Iniciar colección AREAS Agregar campo <ul style="list-style-type: none"> capacidad_prendas: 1910 ciudad: "Lima" company_id: "CMP_0001" company_ref <ul style="list-style-type: none"> codigo: "KOMATSU-PE" company_id: "CMP_0001" nombre: "Komatsu Mitsui Maquinarias Perú S.A." razon_social: "Komatsu Mitsui Maquinarias Perú S.A." created_at: "2025-10-16T23:48:53.617Z" departamento: "Lima" direccion: "Av. República de Panamá 4045, Surquillo" email: "lima@komatsu-pe.com.pe" is_active: true nombre: "Sede Central Lima"

Fig. 151: Capa de datos - Firestore Database – Colección SEDES-COMPANY_CLIENTE

scan-albus

Cloud Firestore >

Base de datos [Agregar base de datos](#) [Preguntarle a Gemini cómo comenzar a usar Firestore](#)

Datos Reglas Índices Recuperación ante desastres Uso Extensiones

Vista del panel Compilador de consultas

SED_0001 > AREAS > ARE_0001

Más funciones en Google Cloud

SED_0001 AREAS ARE_0001

Iniciar colección Agregar documento Iniciar colección

AREAS ARE_0001 SUB_AREAS

ARE_0002

ARE_0003

ARE_0004

ARE_0005

Agregar campo

capacidad_prendas: 1910

ciudad: "Lima"

company_id: "CMP_0001"

company_ref

codigo: "KOMATSU-PE"

company_id: "CMP_0001"

nombre: "Komatsu Mitsui Maquinarias Perú S.A."

razon_social: "Komatsu Mitsui Maquinarias Perú S.A."

created_at: "2025-10-16T23:48:53.617Z"

departamento: "Lima"

direccion: "Av. República de"

area_id: "ARE_0001"

codigo: "OPE"

company_id: "CMP_0001"

created_at: "2025-10-17T00:16:37.351Z"

descripcion: "Área de Operaciones - Sede Central Lima"

is_active: true

nombre: "Operaciones"

presupuesto: 139039

responsable_email: "operaciones35@komatsu-pe.com.pe"

responsable_nombre: "Lucía Flores García"

sede_id: "SED_0001"

updated_at: "2025-10-17T00:16:37.351Z"

Fig. 152: Capa de datos - Firestore Database – Colección AREAS- COMPANY_CLIENTE

scan-albus

Cloud Firestore >

Base de datos [Agregar base de datos](#) [Preguntarle a Gemini cómo comenzar a usar Firestore](#)

Datos Reglas Índices Recuperación ante desastres Uso Extensiones

Vista del panel Compilador de consultas

AREAS > SUB_AREAS > SUB_0001

Más funciones en Google Cloud

ARE_0001 SUB_AREAS SUB_0001

Iniciar colección Agregar documento Iniciar colección

SUB_AREAS SUB_0001

Agregar campo

area_id: "ARE_0001"

codigo: "OPE"

company_id: "CMP_0001"

created_at: "2025-10-17T00:16:37.351Z"

descripcion: "Área de Operaciones - Sede Central Lima"

is_active: true

nombre: "Operaciones"

presupuesto: 139039

responsable_email: "operaciones35@pe.com.pe"

responsable_nombre: "Lucía Flores García"

sede_id: "SED_0001"

area_id: "ARE_0001"

codigo: "OPE-01"

created_at: "2025-10-17T00:16:37.351Z"

descripcion: "Sub-área A de Operaciones"

is_active: true

nombre: "Operaciones - Zona A"

responsable_nombre: "María Torres Rodríguez"

responsable_telefono: "+51 964782296"

sub_area_id: "SUB_0001"

updated_at: "2025-10-17T00:16:37.351Z"

Fig. 153: Capa de datos - Firestore Database – Colección AREAS- COMPANY_CLIENTE

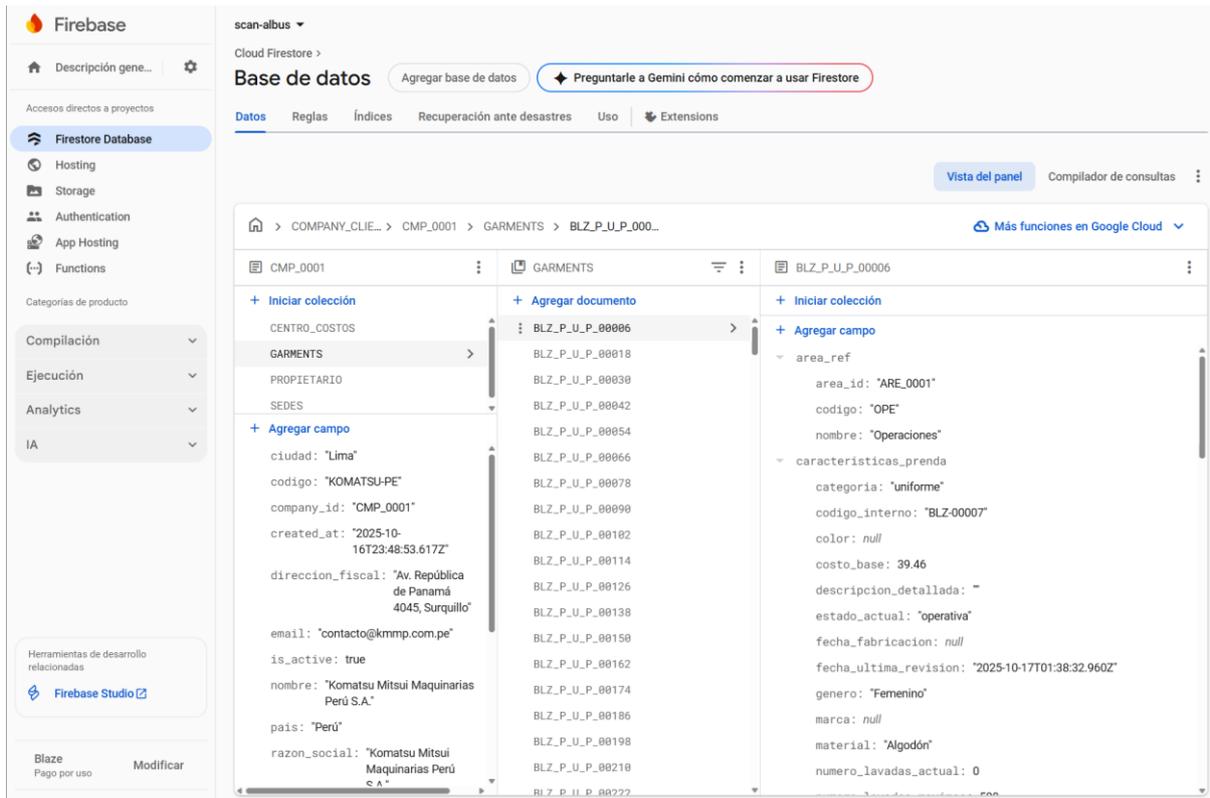


Fig. 154: Capa de datos - Firestore Database – Colección GARMENTS- COMPANY_CLIENTE

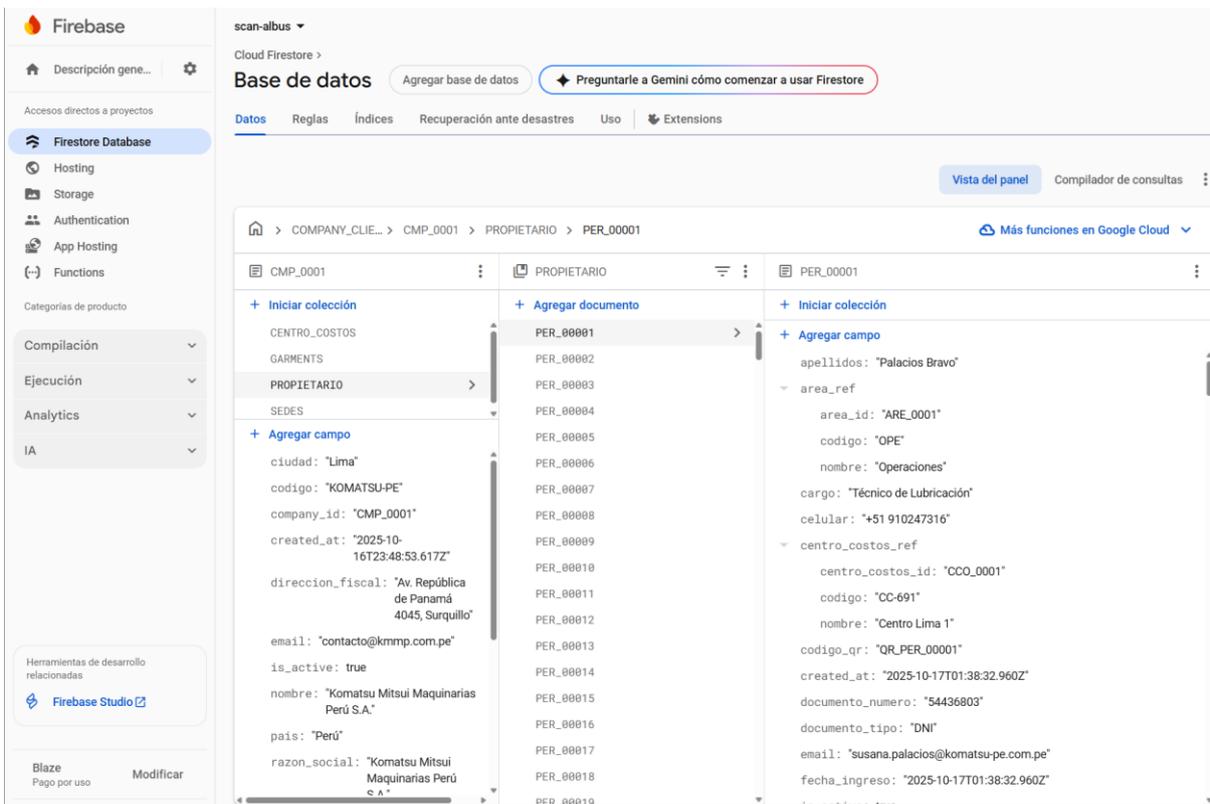


Fig. 155: Capa de datos - Firestore Database – Colección PROPIETARIO- COMPANY_CLIENTE

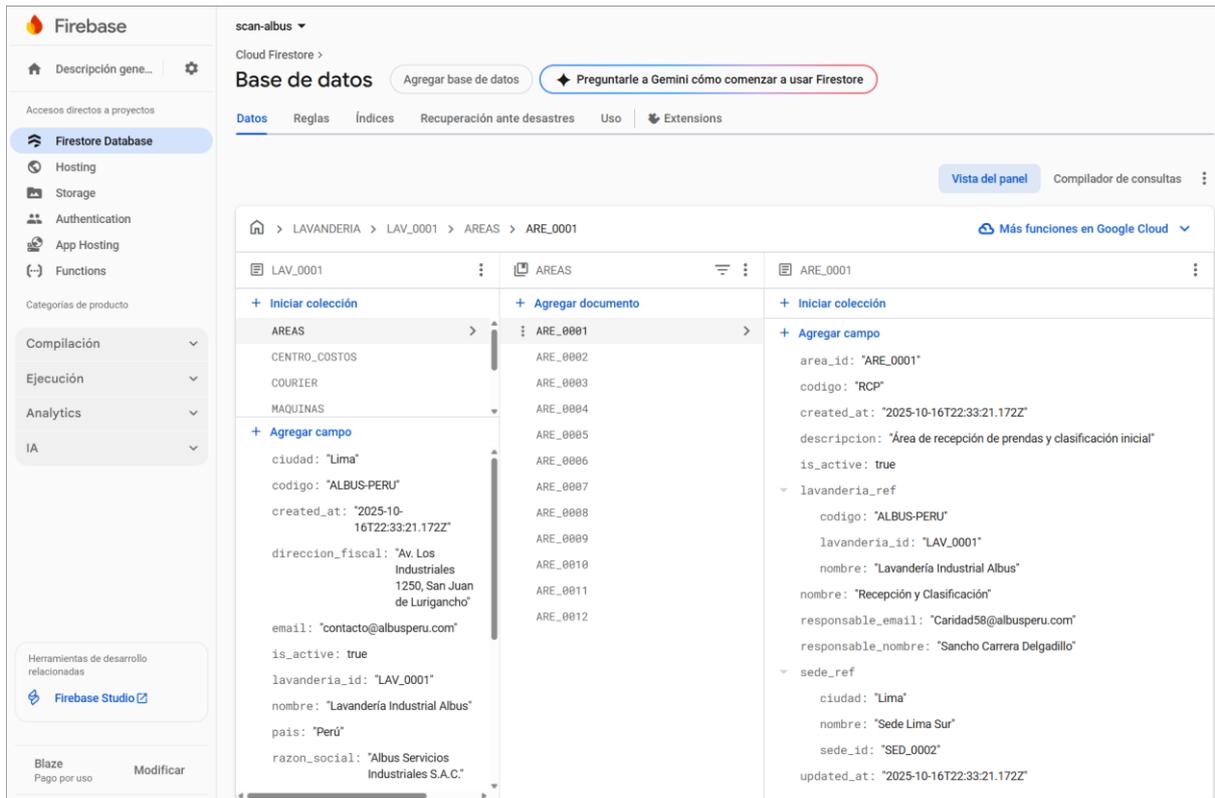


Fig. 156: Capa de datos - Firestore Database – Colección AREAS- LAVANDERIA

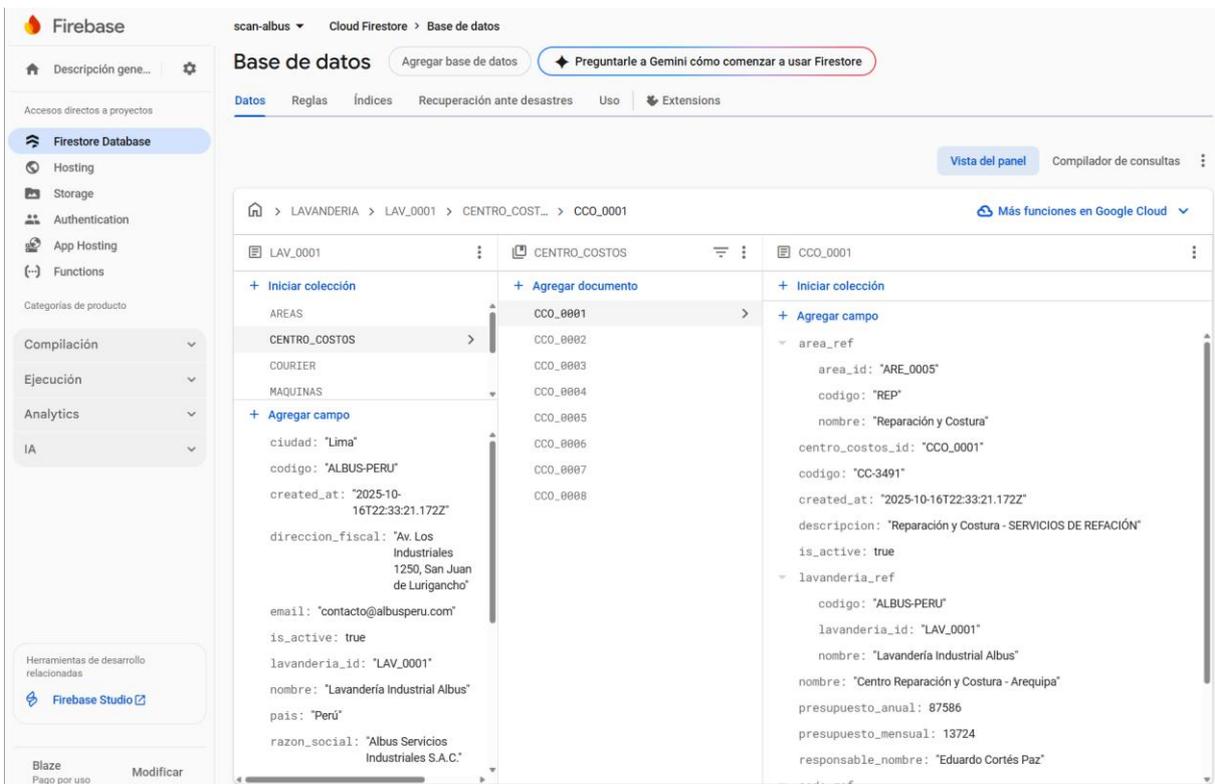


Fig. 157: Capa de datos - Firestore Database – Colección CENTRO_COSTOS- LAVANDERIA

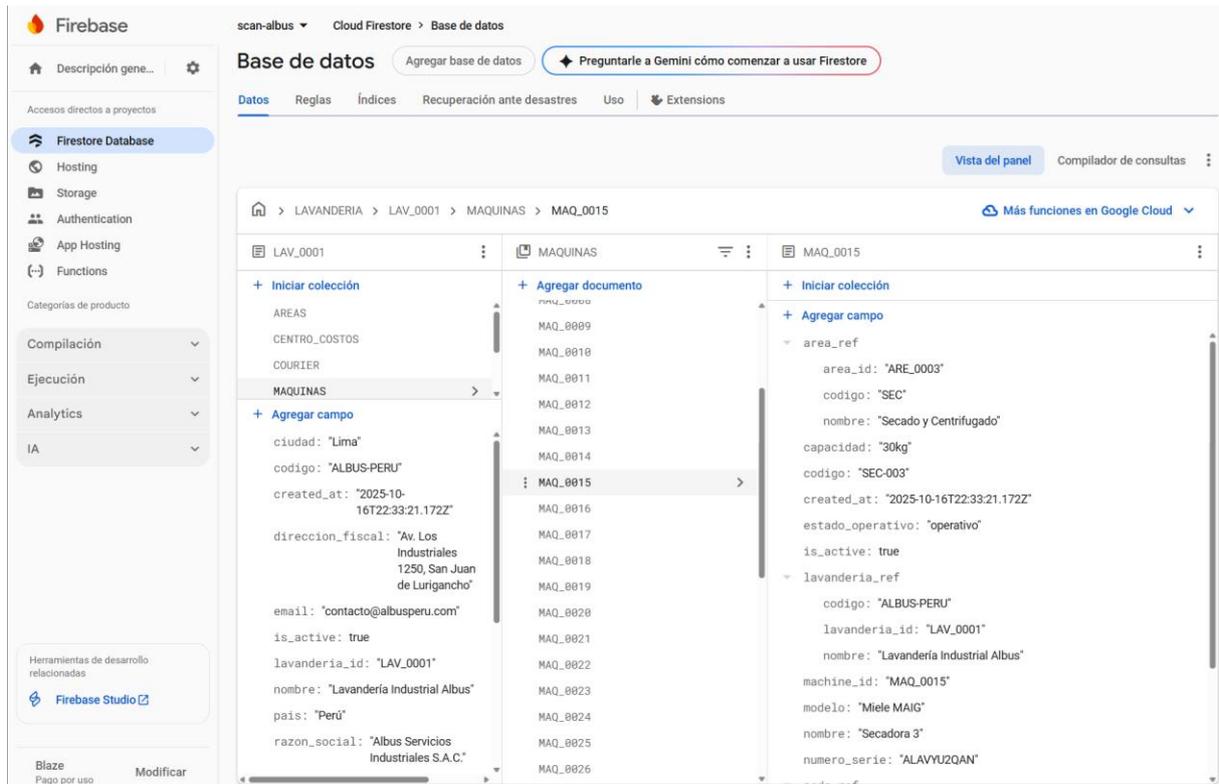


Fig. 158: Capa de datos - Firestore Database – Colección MAQUINAS- LAVANDERIA

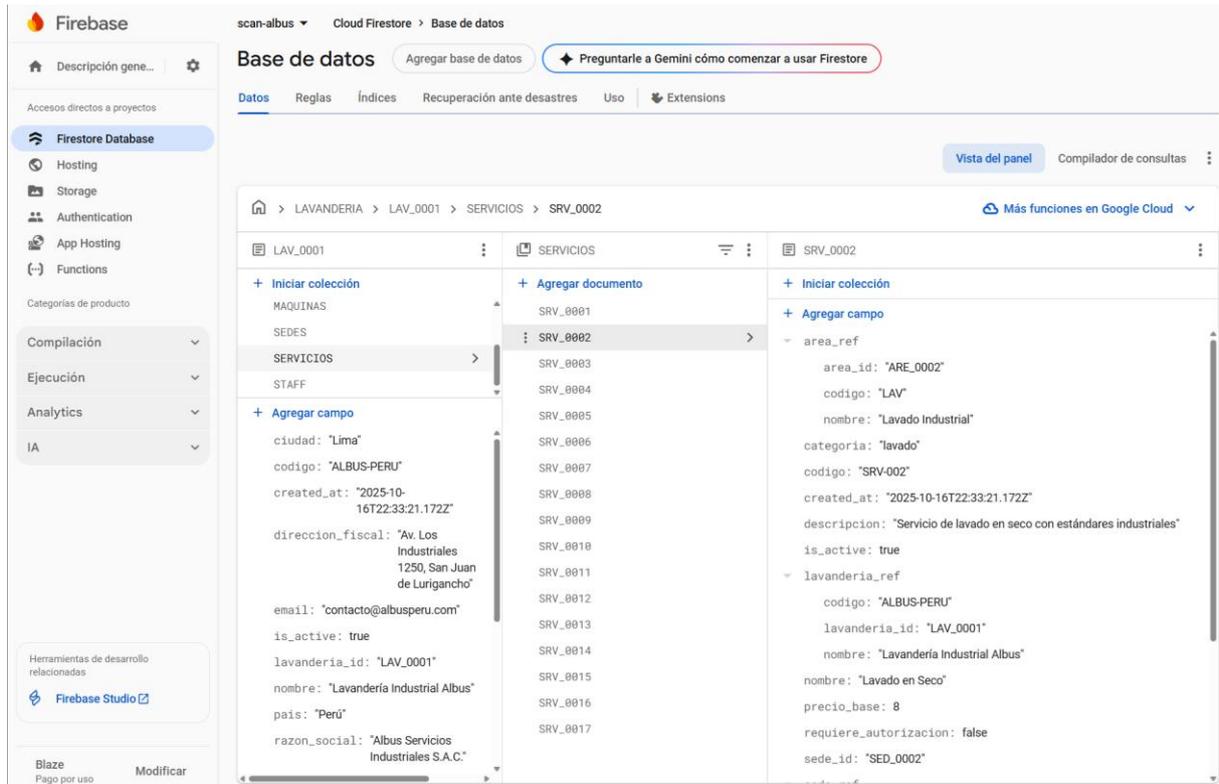


Fig. 159: Capa de datos - Firestore Database – Colección SERVICIOS- LAVANDERIA

The screenshot shows the Firebase console interface for a Firestore Database. The breadcrumb navigation indicates the path: `LAVANDERIA > LAV_0001 > STAFF > STF_0007`. The left sidebar contains navigation options for various Firebase services. The main content area is divided into three panels: a collection overview, a document list, and a document details view. The document details for STF_0007 show the following data:

```

+ Iniciar colección
+ Agregar campo
  apellidos: "Esquibel Santana Hernández Pulido"
  area_ref
    area_id: "ARE_0001"
    codigo: "RCP"
    nombre: "Recepción y Clasificación"
  codigo: "OP-007"
  created_at: "2025-10-16T22:33:21.172Z"
  documento_numero: "64719990"
  documento_tipo: "DNI"
  email: "Bernardo_Esquibel60@albusperu.com"
  is_active: true
  lavanderia_ref
    codigo: "ALBUS-PERU"
    lavanderia_id: "LAV_0001"
    nombre: "Lavandería Industrial Albus"
    nombres: "Bernardo"
    rol: "operario"

```

Fig. 160: Capa de datos - Firestore Database – Colección STAFF- LAVANDERIA

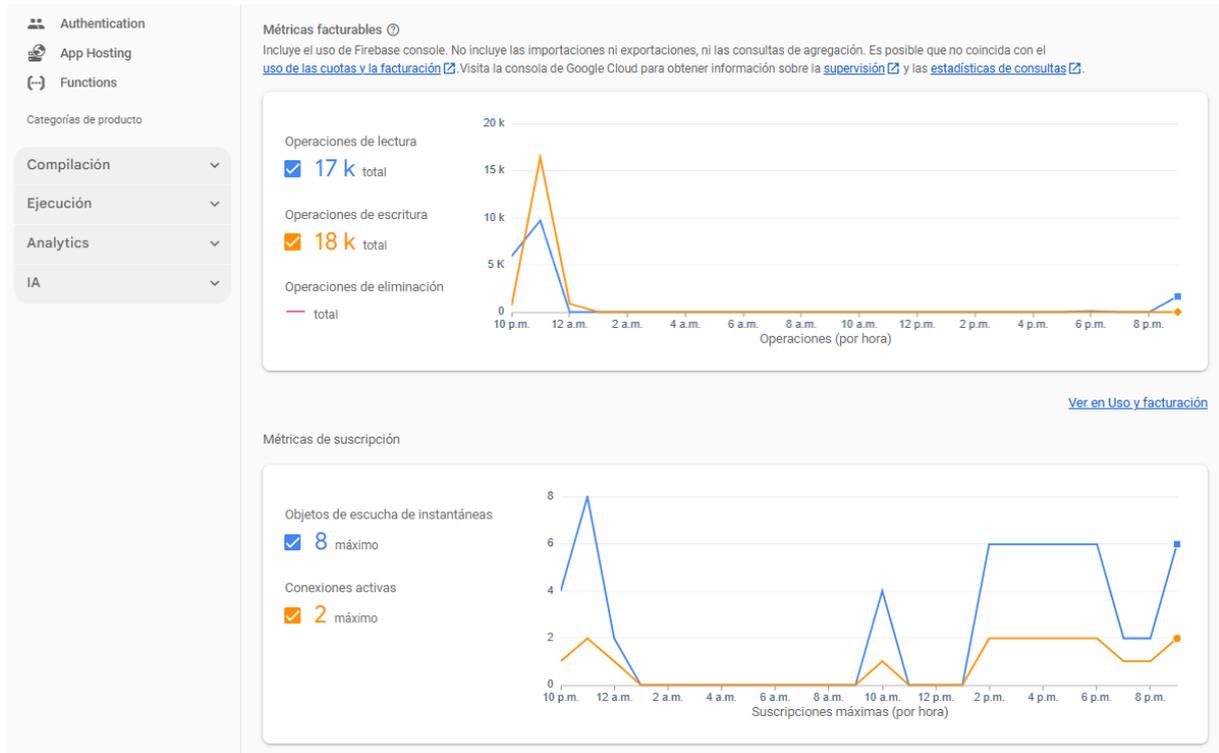


Fig. 161: Capa de datos – Métricas facturables

```

src > app > src > app.config.ts > providers
1  import { ApplicationConfig, isDevMode } from '@angular/core';
2  import { provideRouter } from '@angular/router';
3  import { routes } from './app.routes';
4  import { provideServiceWorker } from '@angular/service-worker';
5  import { provideClientHydration } from '@angular/platform-browser';
6  import { provideHttpClient } from '@angular/common/http';
7  import { environment } from '../environments/environment';
8
9  import { initializeApp, getApp } from 'firebase/app';
10 import { provideFirebaseApp } from '@angular/fire/app';
11 import { provideAuth, getAuth, browserLocalPersistence } from '@angular/fire/auth';
12 import { provideStorage, getStorage } from '@angular/fire/storage';
13 import { provideFunctions, getFunctions } from '@angular/fire/functions';
14 import {
15   provideFirestore,
16 } from '@angular/fire/firestore';
17 import {
18   initializeFirestore,
19   persistentLocalCache,
20   persistentMultipleTabManager
21 } from 'firebase/firestore';
22
23 export const appConfig: ApplicationConfig = {
24   providers: [
25     provideRouter(routes),
26     provideClientHydration(),
27     provideHttpClient(),
28     provideServiceWorker('ngsw-worker.js', {
29       enabled: !isDevMode(),
30       registrationStrategy: 'registerWhenStable:30000',
31     }),
32
33     // Inicializa Firebase una sola vez
34     provideFirebaseApp(() => initializeApp(environment.firebaseConfig)),
35
36     // Firestore persistente (offline + multi-tab)
37     provideFirestore(() => {
38       const app = getApp();
39       return initializeFirestore(app, {
40         localCache: persistentLocalCache({
41           tabManager: persistentMultipleTabManager(),
42         }),
43       });
44     }),
45
46     // Auth con persistencia local (sincrónica, estable)
47     provideAuth(() => {
48       const auth = getAuth(getApp());
49       // Establece persistencia local
50       // (esta API ya es sincrónica en las últimas versiones de Firebase)
51       auth.setPersistence(browserLocalPersistence)
52         .then(() => console.log('🔥 Persistencia local habilitada'))
53         .catch((err) => console.error('⚠️ Error al configurar persistencia', err));
54       return auth;
55     }),
56
57     provideStorage(() => getStorage(getApp())),
58     provideFunctions(() => getFunctions(getApp())),
59   ],
60 };

```

Fig. 162: Capa de presentación - Angular config

El patrón de diseño MVVM (Model-View-ViewModel) en Angular se estructura mediante tres componentes claramente diferenciados. El **Model** está representado por interfaces TypeScript y clases que definen la estructura de datos, integrándose con los servicios de Firebase (Firestore, Authentication, Storage). La **View** corresponde a los templates HTML de los componentes Angular, que visualizan la información mediante el sistema de plantillas

declarativo de Angular. El **ViewModel** se implementa en las clases de componentes TypeScript (`.component.ts`), que actúan como intermediarios entre la vista y el modelo, gestionando la lógica de presentación y el estado de la interfaz. Angular facilita este patrón mediante características nativas como el **Data Binding bidireccional** con `[(ngModel)]`, la **inyección de dependencias** para los servicios, y la **programación reactiva** con RxJS y Observables, permitiendo una sincronización automática entre la vista y el modelo de vista. Los servicios Angular (como `UsuarioService`, `AuthService`) encapsulan la lógica de acceso a datos y comunicación con Firebase, manteniéndose separados del ViewModel para promover la reutilización y facilitar las pruebas unitarias, como se ve en la siguiente tabla.

IDENTIFICACIÓN DEL PATRON MVVM EN EL PROYECTO	
Componente	Implementación en tu Proyecto
Model	Interfaces y modelos de datos de Firebase/Firestore (<code>ICompanyClient</code> , <code>IProcesoGeneral</code> , <code>IEtapaProceso</code>) (<code>app/core/dto/client</code>) y (<code>app/core/dto/process</code>)
View	Templates HTML de los componentes Angular (<code>nomb re_del_componente.component.ts</code>) (<code>clothing.component.html</code> , <code>inicio.component.html</code>) (<code>app/views/components</code>)
ViewModel	Clases de componentes (<code>nomb re_del_componente.component.ts</code>) que consumen servicios de Firebase (<code>clothing.component.ts</code> , <code>inicio.component.ts</code>) (<code>app/views/components</code>)
Providers	Los Proveedores: <code>provideFirestore</code> , <code>provideStorage</code> , <code>provideFunctions</code> actúan como capa de acceso a datos (<code>app/core/dto/providers</code>)

```

src > app > core > dto > client > company_client.dto.ts > ICentroCostosRef
1  /**
2   * Empresa cliente que utiliza el servicio de lavandería
3   */
4  export interface ICompanyClient {
5     company_id: string;
6     codigo: string;
7     nombre: string;
8     razon_social: string;
9     ruc?: string;
10    direccion_fiscal?: string;
11    ciudad?: string;
12    pais?: string;
13    telefono?: string;
14    email?: string;
15    representante_nombre?: string;
16    representante_email?: string;
17    representante_telefono?: string;
18    is_active: boolean;
19    created_at: Date;
20    updated_at: Date;
21  }
22
23  /**
24   * Referencia compacta de empresa cliente
25   * Se almacena en documentos relacionados para reducir lecturas
26   */
27  export interface ICompanyClientRef {
28     company_id: string;
29     codigo: string;
30     nombre: string;
31     razon_social: string;
32  }
33

```

Fig. 163: PATRON MVVM – [MODEL] - CompanyClient.dto - Interface

```

src > app > core > dto > process > proceso.dto.ts > ...
1  import { IClienteStaffRef, ICompanyClientRef } from "../client/clients.dto";
2  import { IProcesoPrendaItem } from "../client/prenda.dto";
3  import { ICourierRef, ILavanderiaRef, ILavanderiaStaffRef, IPersonalCourierRef, IPersonalCourierStaffRef, IPersonalCourierRef, IPersonalCourierStaffRef, IPersonalCourierRef, IPersonalCourierStaffRef } from "../client/courier.dto";
4
5
6  /**
7   * Representa el ciclo completo de procesamiento de una o más prendas desde el recojo hasta la entrega final. Es la entidad raíz del proceso.
8   */
9
10 export interface IProcesoGeneral {
11     proceso_id: string; // Identificador único del proceso global
12
13     // Relaciones principales
14     company_cliente_ref: ICompanyClientRef; // Cliente que solicitó el servicio
15     lavanderia_ref: ILavanderiaRef; // Lavandería que procesa las prendas
16     sede_lavanderia_ref: ISedeLavanderiaRef; // Sede específica de la lavandería
17
18     // Prendas asociadas al proceso
19     prendas: IProcesoPrendaItem[]; // Lista de prendas incluidas en el proceso
20
21     // Información logística y courier
22     courier_ref?: ICourierRef; // Empresa o unidad de transporte
23     conductor_ref?: IPersonalCourierRef; // Conductor responsable
24     copiloto_ref?: IPersonalCourierRef; // Ayudante (si aplica)
25     vehiculo_ref?: IVehiculoCourierRef; // Vehículo utilizado para el transporte
26
27     // Personal y cliente involucrado
28     anfitrion_cliente_ref?: IClienteStaffRef; // Persona que entregó la prenda
29     operador_staff_ref?: ILavanderiaStaffRef; // Personal de la lavandería
30     servicio_proceso_ref?: IServicioPrendaRef; // Tipo de servicio
31
32     // Control de tiempos
33     fecha_inicio?: Date; // Fecha de inicio del proceso (recojo, inicio de lavado)
34     fecha_fin?: Date; // Fecha de cierre del ciclo (entrega final)
35     etapa_actual: IEtapaProceso; // Etapa activa dentro del flujo
36
37     // Totales del proceso
38     peso_total_kg: number; // Suma del peso total de todas las prendas
39     cantidad_prendas: number; // Cantidad total de prendas procesadas
40     costo_total_estimado: number; // Estimación del costo total del proceso
41
42     // Seguimiento e historial
43     historial_eventos: IProcesoEvento[]; // Lista cronológica de eventos
44     observaciones?: string[]; // Observaciones generales o incidentes
45
46     // Estado general y auditoría
47     estado_general: "en_proceso" | "finalizado" | "cancelado"; // Estado del proceso
48     is_active: boolean; // Indica si el registro está activo
49     created_at: Date; // Fecha de creación
50     updated_at: Date; // Fecha de última actualización
51 }
52
53 /**
54 * Representa la etapa actual o fase dentro del proceso global. Define el estado y responsable operativo de la fase en curso.
55 */
56
57 export interface IEtapaProceso {
58     nombre:
59         | "recojo"
60         | "clasificacion"
61         | "lavado"
62         | "secado"
63         | "planchado"
64         | "doblado"
65         | "empaque"
66         | "despacho"

```

Fig. 164: PATRON MVVM – [MODEL] ProcesoPrenda.dto - Interface

```

src > app > core > dto > provider > lavanderia.dto.ts > IServicioLavanderia
1 // ----- LAVANDERÍA (proveedor) -----
2 /**
3  * Empresa que presta servicios de Lavandería (proveedor)
4  */
5 export interface ILavanderia {
6     lavanderia_id: string;
7     codigo?: string;
8     nombre: string;
9     razon_social?: string;
10    ruc?: string;
11    direccion_fiscal?: string;
12    ciudad?: string;
13    pais?: string;
14    telefono?: string;
15    email?: string;
16
17    // Contacto/representante
18    representante_nombre?: string;
19    representante_telefono?: string;
20    representante_email?: string;
21
22    // Flags / auditoría
23    is_active: boolean;
24    created_at: Date;
25    updated_at: Date;
26 }
27
28 /**
29  * Referencia compacta de lavandería (para desnormalizar en otr
30  */
31 export interface ILavanderiaRef {
32     lavanderia_id: string;
33     codigo?: string;
34     nombre: string;
35 }
36
37 // ----- SEDE (Lavandería) -----
38 export interface ISedelLavanderia {
39     sede_id: string;
40
41     // referencia a Lavandería (propietaria)
42     lavanderia_ref?: ILavanderiaRef;
43
44     nombre: string;
45     direccion?: string;
46     ciudad?: string;
47     departamento?: string;
48     pais?: string;
49     telefono?: string;
50     email?: string;
51
52     responsable_nombre?: string;
53     responsable_telefono?: string;
54
55     capacidad_prendas?: number;
56
57     is_active: boolean;
58     created_at: Date;
59     updated_at: Date;
60 }
61
62 export interface ISedelLavanderiaRef {
63     sede_id: string;
64     nombre: string;
65     ciudad?: string;
66 }

```

Fig. 165: PATRON MVVM – [MODEL] Lavanderia.dto - Interface

```

src > app > views > components > customer-management-module > clothing > clothing.component.html
Go to component
1 <div class="container-fluid py-4">
2
3 <!-- Header -->
4 <div class="card shadow-sm mb-4">
5   <div class="card-header d-flex justify-content-between align-items-
6     <div>
7       <h1 class="h4 mb-0 d-flex align-items-center gap-2">
8         <i class="bi bi-box-seam" style="font-size: 1.75rem;"></i> Ad
9       </h1>
10      <small class="text-muted">Gestión completa del inventario de pr
11
12     <!-- Indicador de Progreso de Caché -->
13     <div class="mt-2" *ngIf="prendas.length > 0">
14       <div class="d-flex align-items-center gap-2">
15         <small class="text-muted">Caché:</small>
16         <div class="progress flex-grow-1" style="height: 8px; max-w
17           <div class="progress-bar" [class.bg-success]="progresoCar
18             [class.bg-primary]="progresoCarga < 100" role="progress
19             [attr.aria-valuenow]="progresoCarga" aria-valuemin="0"
20           </div>
21         <small class="text-muted">{{ prendas.length }}/{{ CACHE_LIM
22       </div>
23     </div>
24   <div class="d-flex gap-2">
25     <button class="btn btn-outline-primary d-flex align-items-cen
26       [disabled]="isLoading() || isLoadingMore()">
27       <i class="bi bi-arrow-clockwise"></i> Recargar
28     </button>
29     <button class="btn btn-primary d-flex align-items-center gap-2"
30       [disabled]="isLoading() || prendasFiltradas.length === 0">
31       <i class="bi bi-download"></i> Exportar
32     </button>
33     <button class="btn btn-secondary" title="Exportar como PNG"
34       (click)="exportarTablaComoImagen(FILE_XPORT, 'TablePr
35       <i class="bi bi-file-image text-light"></i></button>
36   </div>
37 </div>
38 </div>
39
40 <!-- Indicador de carga global -->
41 <div *ngIf="isLoading()"
42   class="position-fixed top-0 start-0 w-100 h-100 d-flex align-items-
43   style="background: rgba(255,255,255,0.9); z-index: 9999;">
44   <div class="text-center">
45     <div class="spinner-border text-primary" style="width: 3rem; heig
46     <span class="visually-hidden">Cargando...</span>
47   </div>
48   <p class="mt-3 text-muted fw-bold">Procesando...</p>
49 </div>
50 </div>
51
52 <!-- Indicador de carga incremental -->
53 <div *ngIf="isLoadingMore()" class="alert alert-info d-flex align-ite
54   <div class="spinner-border spinner-border-sm" role="status">
55     <span class="visually-hidden">Cargando...</span>
56   </div>
57   <span>Cargando más prendas desde Firestore...</span>
58 </div>
59
60 <!-- Mensajes de alerta -->
61 <div *ngIf="mensajeError" class="alert alert-danger alert-dismissible
62   <i class="bi bi-exclamation-triangle-fill me-2"></i>{{ mensajeError
63   <button type="button" class="btn-close" (click)="mensajeError = ''
64 </div>
65
66 <div *ngIf="mensajeExito" class="alert alert-success alert-dismissible
67   <i class="bi bi-check-circle-fill me-2"></i>{{ mensajeExito }}

```

Fig. 166: PATRON MVVM – [WIEW] Clothing.html - Component

```

src > app > views > pages > inicio > inicio.component.html > div.contenido.d-flex.align-items-center.justify-content-center
Go to component
1 <div class="contenido d-flex align-items-center justify-content-center">
2   <div class="login-card">
3     <div class="login-header text-center">
4       <svg width="48" height="48" fill="none" viewBox="0 0 48 48">
5         <circle cx="24" cy="24" r="24" fill="var(--color-accent)" />
6         <path d="M16 32c0-4 8-4 8-4s8 0 8 4v2H16v-2z" fill="var(--color-white)" />
7         <circle cx="24" cy="20" r="6" fill="var(--color-white)" />
8       </svg>
9       <h2 class="login-title">Inicio de sesión</h2>
10    </div>
11    <div class="login-body">
12      <form [formGroup]="loginForm" (ngSubmit)="onLogin()">
13        <div class="form-group mb-3">
14          <label for="email_usuario" class="login-label">Correo electrónico</label>
15          <div class="input-icon-group">
16            <span class="input-icon">
17              <i class="bi bi-envelope-fill"></i>
18            </span>
19            <input type="email" class="form-control login-input" id="email_usuario" name="email_usua
20              formControlName="email_usuario" placeholder="Correo electrónico" required />
21          </div>
22          <small *ngIf="loginForm.get('email_usuario')?.invalid && (loginForm.get('email_usuario')?.
23            <div *ngIf="loginForm.get('email_usuario')?.errors?.['required']" class="alertform">
24              Email es requerido.
25            </div>
26          </small>
27        </div>
28        <div class="form-group mb-3">
29          <label for="password_usuario" class="login-label">Contraseña</label>
30          <div class="input-icon-group">
31            <span class="input-icon">
32              <i class="bi bi-incognito"></i>
33            </span>
34            <input [type]="passwordTypeInput" class="form-control login-input" id="password_usuario"
35              name="password_usuario" formControlName="password_usuario" placeholder="Contraseña" re
36          </div>
37          <button type="button" class="btn-eye" (click)="togglePasswordMode()" tabindex="-1">
38            @if (iconpassword) {
39              <i class="bi bi-eye-fill"></i>
40            }
41            @else {
42              <i class="bi bi-eye-slash"></i>
43            }
44          </button>
45        </div>
46          <small *ngIf="loginForm.get('password_usuario')?.invalid && (loginForm.get('password_usuar
47            <div *ngIf="loginForm.get('password_usuario')?.errors?.['required']" class="alertform">
48              Contraseña es requerida.
49            </div>
50          </small>
51        </div>
52        <div class="form-group mt-4">
53          <button type="submit" class="btn btn-login btn-block" [disabled]="!loginForm.valid">
54            Iniciar sesión
55          </button>
56        </div>
57      </form>
58    </div>
59  </div>

```

Fig. 167: PATRON MVVM – [WIEW] Inicio.html - Component

```

74 }
75
76 @Component({
77   selector: 'app-clothing',
78   standalone: true,
79   imports: [CommonModule, FormsModule, ReactiveFormsModule],
80   templateUrl: './clothing.component.html',
81   styleUrls: ['./clothing.component.scss']
82 })
83 export class ClothingComponentClient implements OnInit, OnDestroy {
84   private firestore = inject(FirestoreGenericService);
85   FILE_XPORT: any;
86   PREFIX = "P"
87
88   isLoading = signal<boolean>(false);
89   isLoadingMore = signal<boolean>(false);
90   cargaInicial = signal<boolean>(true);
91   isSearching = signal<boolean>(false);
92
93   private readonly CACHE_NAME = 'prendas-cache-v1';
94   private readonly CACHE_EXPIRATION = 24 * 60 * 60 * 1000;
95
96   readonly CACHE_LIMIT = 400;
97   private readonly FIREBASE_LIMIT_PER_LOAD = 50;
98
99   prendas: Prenda[] = [];
100  prendasFiltradas: Prenda[] = [];
101  prendasPaginadas: Prenda[] = [];
102  prendaSeleccionada: Prenda | null = null;
103
104  private prendasCargadasCount: number = 0;
105  private lastDocumentSnapshot: QueryDocumentSnapshot<DocumentData> | n
106  private hasMoreData: boolean = true;
107
108  tiposPrenda: string[] = [];
109  estadosPrenda: string[] = [];
110  sedes: string[] = [];
111  areas: string[] = [];
112  empresas: string[] = [];
113
114  filtros: FiltrosPrenda = {};
115  busquedaTexto: string = '';
116  private searchSubject = new Subject<string>();
117
118  paginaActual: number = 1;
119  itemsPorPagina: number = 20;
120  totalPaginas: number = 1;
121
122  mostrarModalDetalle: boolean = false;
123  mostrarModalEditar: boolean = false;
124  mostrarModalEliminar: boolean = false;
125  modoEdicion: boolean = false;
126
127  mensajeError: string = '';
128  mensajeExito: string = '';
129
130  private prendasSubscription?: Subscription;
131  private searchSubscription?: Subscription;
132
133  get puedeCargarMas(): boolean {
134    return this.hasMoreData &&
135           this.prendasCargadasCount < this.CACHE_LIMIT &&
136           !this.isLoading() &&
137           !this.busquedaTexto;
138  }
139
140  get progresoCarga(): number {

```

Fig. 168: PATRON MVVM – [WIEW-MODEL] Clothing.ts - Component

```

src > app > views > components > customer-management-module > clothing > clothing.components.ts > ...
83   export class ClothingComponentClient implements OnInit, OnDestroy {
211   async inicializarComponente(): Promise<void> {
226       await this.cargarPrendasDesdeFirestore(true);
227   }
228   }
229
230   async cargarPrendasDesdeFirestore(reset: boolean = false): Promise<void> {
231       if (!reset) return;
232
233       this.isLoading.set(true);
234       this.prendas = [];
235       this.prendasCargadasCount = 0;
236       this.paginaActual = 1;
237       this.lastDocumentSnapshot = null;
238       this.hasMoreData = true;
239
240       try {
241           console.log(`🔥 Cargando primeras ${this.FIREBASE_LIMIT_PER_LOAD} prendas desde Firestore...`);
242
243           const resultado = await firstValueFrom(
244               this.firestore.getCollectionPaginated<Prenda>(
245                   'PRENDAS',
246                   'id_Prenda',
247                   this.FIREBASE_LIMIT_PER_LOAD,
248                   undefined
249               )
250           );
251
252           this.prendas = resultado.docs;
253           this.lastDocumentSnapshot = resultado.lastDoc;
254           this.prendasCargadasCount = resultado.docs.length;
255
256           if (resultado.docs.length < this.FIREBASE_LIMIT_PER_LOAD) {
257               this.hasMoreData = false;
258           }
259
260           console.log(`✅ Prendas cargadas: ${this.prendas.length}`);
261
262           this.extraerValoresUnicos();
263           this.aplicarFiltros();
264           await this.guardarEnCache(this.prendas);
265
266           console.log(`✅ Carga inicial completada: ${this.prendas.length} prendas cacheadas.`);
267
268       } catch (error) {
269           console.error(`❌ Error al cargar prendas desde Firestore:`, error);
270           this.mensajeError = 'Error al cargar las prendas. Por favor, intente nuevamente.';
271       } finally {
272           this.isLoading.set(false);
273           this.cargaInicial.set(false);
274       }
275   }
276
277   private async obtenerORecuperarCursor(): Promise<any> {
278       if (this.lastDocumentSnapshot) {
279           return this.lastDocumentSnapshot;
280       }
281
282       console.log(`⚠️ Cursor perdido, intentando recuperar desde caché...`);
283
284       if (this.prendas.length === 0) {
285           console.log(`❌ No hay prendas en caché para recuperar el cursor`);
286           return null;
287       }
288
289       try {
290           const ultimaPrenda = this.prendas[this.prendas.length - 1];

```

Fig. 169: PATRON MVVM – [WIEW-MODEL] Clothing.ts – Component (Función de carga de prendas)