



PROCESO UNIFICADO APLICADO
SISTEMA DE GESTION INTEGRAL DE SERVICIOS DE SALUD

Presentado a:

JULIO BARON

Presentado por:

Jhonathan De La Torre - 20222020033

Yader Ibraldo Quiroga – 20222020034

Facultad de Ingeniería.

Fundamentos de ingeniería de software.

8 de diciembre del 2025.

TABLA DE CONTENIDO

Contenido

1. INTRODUCCIÓN - PROBLEMA Y RETO	6
1.1 Situación Actual del Hospital.....	6
Realidad Operativa del Hospital:	6
1.2 Impacto Empresarial.....	6
1.3 Reto a Superar	7
2. OBJETIVOS DEL PROYECTO	7
2.1 Objetivo General.....	7
2.2 Objetivos Específicos.....	7
3. METODOLOGÍA APLICADA.....	8
Metodología Aplicada: FDD (Feature-Driven Development)	8
3.1. Modelo de Dominio (Semanas 1-3).....	8
3.2. Construcción del Catálogo de Features (Semanas 3-4)	8
3.3 Planificación por Feature Sets (Semanas 4-5).....	9
3.4. Diseño por Features (Iterativo).....	9
3.5. Construcción por Features (Semanas 5-18).....	10
3.6. Métricas y Control de Avance	10
4. VIABILIDAD DEL PROYECTO.....	11
4.1 Viabilidad Técnica	11
4.2 Viabilidad Operativa	12
4.3 Viabilidad Financiera.....	12
5. CRITERIOS DE ÉXITO.....	14
5.1 Criterios Técnicos del Proyecto	14
5.2 Criterios de Requisitos	14
5.3 Criterios de Aceptación por Stakeholder	15
5.4 Criterios de Documentación	15
5.5 Métricas de Éxito Medibles	16
5.6 Hitos de Éxito por Fase UP.....	16
6. ANÁLISIS DE RIESGOS.....	17
6.1 Matriz de Riesgos	17
6.2 Estrategia de Mitigación Global.....	17

7. CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA	18
7.1 Módulos Principales	18
Módulo 1: Gestión de Pacientes	18
Módulo 2: Gestión de Citas Médicas	18
Módulo 3: Atención Médica.....	18
Módulo 4: Gestión de Recursos	18
Módulo 5: Facturación y Pagos.....	18
Módulo 6: Administración del Sistema	19
7.2 Características Funcionales Clave.....	19
8. RESTRICCIONES DEL PROYECTO	19
8.1 Restricciones Técnicas	19
8.2 Restricciones Funcionales	19
8.3 Restricciones Organizacionales	19
8.4 Restricciones Regulatorias	20
8.5 Restricciones de Performance.....	20
9. ALCANCE DEL PROYECTO	20
9.1 Qué Está Incluido (IN SCOPE).....	20
Fases Incluidas:	20
Módulos MVP:	20
Entregables:.....	20
9.2 Qué Está Excluido (OUT OF SCOPE)	21
No Incluido:.....	21
9.3 Entregables Principales	21
10. VISIÓN DEL PROYECTO	21
10.1 Vision Statement (Declaración de Visión).....	21
10.2 Visión de Largo Plazo (3-5 años).....	22
11. REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA.....	22
11.1 Requisitos Funcionales Detallados (27 RF)	22
11.2 Requisitos No Funcionales Detallados (20 RNF)	26
12. ANÁLISIS DE MATRICES DE REQUISITOS.....	29
12.1 Matriz de Requisitos Funcionales vs Requisitos No Funcionales.....	29
12.2 Matriz de Requisitos Conflictivos o Trade-offs	32
12.3 Matriz MoSCoW de Priorización	33
13. ANÁLISIS DE ACTORES	34
13.1 Caracterización Detallada de 6 Actores	34

13.2 Matriz de Permisos por Actor (RBAC - Role Based Access Control)	38
14. MATRIZ DE ACTORES VS CASOS DE USO	39
15. MATRIZ DE CASOS DE USO VS REQUISITOS.....	41
15.1 Trazabilidad Casos de Uso → Requisitos Funcionales.....	41
15.2 Trazabilidad Casos de Uso → Requisitos No Funcionales.....	42
16. DIAGRAMAS UML.....	43
16.1 Diagrama de Casos de Uso.....	43
16.2 Formato Extendido de Casos de uso	44
16.2.1 AGENDAR CITA MÉDICA.....	44
1.1 Descripción General.....	44
1.2 Objetivos de Negocio.....	44
1.3 Alcance	44
1.4 Precondiciones	45
1.5 Postcondiciones.....	45
1.6 Flujo Principal (Happy Path)	45
1.7 Validaciones Técnicas Críticas.....	45
1.8 Criterios de Aceptación	46
16.2.2. REGISTRAR CONSULTA MÉDICA	47
2.1 Descripción General	47
2.2 Objetivos de Negocio.....	47
2.3 Alcance	47
2.4 Precondiciones	47
2.5 Postcondiciones	48
2.6 Flujo Principal.....	48
2.7 Validaciones Técnicas Críticas	48
2.8 Criterios de Aceptación.....	48
16.2.3. REALIZAR PAGO / GENERAR FACTURA	50
3.1 Descripción General.....	50
3.2 Objetivos de Negocio.....	50
3.3 Alcance	50
3.4 Precondiciones	51
3.5 Postcondiciones	51
3.6 Flujo Principal.....	51
3.7 Validaciones Técnicas Críticas	52
3.8 Criterios de Aceptación.....	52

16.3 Diagrama de Clases	53
16.4 Diagrama de Secuencia	54
16.5 Diagrama de Estados.....	55
16.6 Diagrama de Componentes	56
16.7 Diagrama de Despliegue.....	57
16.8 Diagrama de Actividades.....	58
17. CRONOGRAMA DEL PROYECTO	62
17.1 Cronograma Maestro Detallado (16 Semanas)	62
17.2 Desglose Semanal Detallado.....	62
17.3 Estimaciones de Esfuerzo	65
18. SITUACIONES PRESENTADAS	65
18.1 Situación 1: Cambio en Requisitos - Adición MIPRES	65
18.2 Situación 2: Indisponibilidad Personal Clave	66
18.3 Situación 6: Datos Históricos Perdidos - Recuperación de Backups	68
19. CONCLUSIONES.....	70
19.1 Conclusiones sobre el desarrollo del documento y del curso.....	70
20. BIBLIOGRAFÍA.....	71

1. INTRODUCCIÓN - PROBLEMA Y RETO

1.1 Situación Actual del Hospital

Las instituciones prestadoras de servicios de salud en Colombia enfrentan desafíos operativos significativos en la gestión integral de sus operaciones. El contexto hospitalario actual se caracteriza por:

Realidad Operativa del Hospital:

La institución presta servicios de mediana complejidad con múltiples procesos que requieren coordinación: admisión de pacientes, atención clínica, gestión de recursos hospitalarios (camas, quirófanos, medicamentos), historia clínica, facturación y reportes administrativos.

Problemas Críticos Identificados:

1. **Gestión Desintegrada de Pacientes:** Información del paciente dispersa en múltiples registros manuales y sistemas desconectados. Un paciente puede tener registros en admisión, consulta externa, urgencias e internación sin sincronización.
2. **Pérdida de Datos Clínicos:** Sin sistema integrado, historias clínicas se pierden, duplican o se registran incompletas. La información de alergias, cirugías previas y medicamentos puede no estar disponible en el momento de la consulta.
3. **Demoras en Procesos:** Tiempos de espera prolongados (promedio 22-30 minutos en admisión) por registros manuales de pacientes, búsqueda de fichas físicas, validaciones lentas.
4. **Errores Administrativos:** Falta de automatización genera errores en registros de identidad, direcciones duplicadas, asignación incorrecta de camas.
5. **Ineficiencia en Facturación:** Proceso manual de facturación con retrasos en cobro, dificultad en conciliación de pagos, reclamos por duplicidad de cobros.
6. **Imposibilidad de Reportes:** Sin datos centralizados, imposible generar reportes de ocupación hospitalaria, indicadores clínicos, análisis financiero para toma de decisiones.
7. **Vulnerabilidades de Seguridad:** Información médica sensible en papel sin protección, acceso no controlado a historias clínicas, imposibilidad de auditoría de accesos.
8. **No Conformidad Regulatoria:** Incumplimiento potencial de requisitos de privacidad (Resolución 1995/1999 sobre Historia Clínica), seguridad de datos, retención de registros.

1.2 Impacto Empresarial

Para la Institución:

- Ineficiencia operativa: 40-50% del tiempo administrativo en tareas repetitivas
- Costos incrementados: pago de horas extras por demoras administrativas
- Riesgos legales: posibles sanciones por no cumplimiento regulatorio
- Competitividad: pacientes migran a instituciones mejor equipadas

Para Pacientes:

- Experiencias negativas: largos tiempos de espera, necesidad de repetir información
- Riesgo clínico: errores en diagnóstico por información incompleta
- Desconfianza: procesos de pago confusos y opacos

Para Personal Clínico:

- Estrés: búsqueda de información dispersa consume tiempo de atención
- Errores: medicamentos prescritos sin verificar alergias en historia incompleta
- Frustración: imposibilidad de acceder información necesaria en tiempo de consulta

1.3 Reto a Superar

Reto: Diseñar, analizar y especificar un sistema integral de información hospitalaria que:

- Centralice toda información de pacientes, atención clínica y recursos
- Automatice procesos críticos de admisión, consulta, historia clínica y facturación
- Garantice seguridad y privacidad de datos médicos cumpliendo regulaciones
- Mejore significativamente experiencia de pacientes y eficiencia operativa
- Demuestre aplicación rigurosa de Ingeniería de Software mediante Proceso Unificado

2. OBJETIVOS DEL PROYECTO

2.1 Objetivo General

Aplicar de manera sistemática el Proceso Unificado de Software para analizar, modelar y diseñar un sistema de gestión integral de servicios de salud en el contexto de la asignatura de Ingeniería de Software

2.2 Objetivos Específicos

- Identificar y documentar los requisitos funcionales y no funcionales del sistema utilizando técnicas formales de levantamiento de requisitos.
- Modelar los casos de uso del sistema mediante diagramas UML que representen las interacciones entre actores y funcionalidad.
- Definir el modelo de dominio y sus entidades principales mediante diagramas de clases y diccionario de datos.
- Diseñar los flujos de trabajo de los procesos críticos mediante diagramas de actividades y estados.
- Especificar las interacciones entre objetos y componentes a través de diagramas de secuencia y comunicación.
- Describir la arquitectura lógica y física del sistema siguiendo los principios de arquitectura en capas del Proceso Unificado.

- Planificar las fases de inicio, elaboración, construcción y transición de acuerdo con la metodología UP.

3. METODOLOGÍA APLICADA

Metodología Aplicada: FDD (Feature-Driven Development)

La metodología seleccionada para el desarrollo del Sistema de Gestión Integral Hospitalario (SGISS) es Feature-Driven Development (FDD). A continuación, se presenta la estructura metodológica completa, mezclando texto explicativo con tablas únicamente en las secciones donde se presentan actividades, responsables o elementos estructurados.

3.1. Modelo de Dominio (Semanas 1–3)

El Modelo de Dominio es la base de FDD. En esta etapa se identifican las entidades clínicas, administrativas y de soporte, junto con sus relaciones. Esta fase involucra reuniones con médicos, enfermería, facturación, archivo clínico y farmacia.

Actividad	Responsable	Entregable
Levantamiento de procesos clínicos	Domain Experts	Mapa de procesos
Identificación de entidades clave	Arquitecto / Analista	Modelo conceptual
Diseño inicial de clases y paquetes	Arquitecto	Diagramas UML
Validación clínica con expertos	Junta médica	Modelo aprobado

3.2. Construcción del Catálogo de Features (Semanas 3–4)

El catálogo de features representa la lista total de funcionalidades del sistema. En FDD, cada feature debe ser pequeña (1–2 días de desarrollo), verificable y directamente útil para un proceso hospitalario.

Módulo	Features Ejemplo
--------	------------------

Pacientes	Registrar paciente, Actualizar datos, Ver ficha resumida
Citas	Crear cita, Consultar disponibilidad, Cancelación
Consultas	Registrar consulta, Adjuntar exámenes, Guardar evolución
Facturación	Generar factura, Registrar pago, Consultar historial
Emergencias	Registrar triage, Asignar habitación, Crear alerta
Farmacia	Registrar medicamento, Control de inventarios, Generar fórmula

3.3 Planificación por Feature Sets (Semanas 4–5)

Una vez definidas todas las features, se agrupan en Feature Sets. Estos conjuntos representan áreas funcionales completas del hospital.

Feature Set	Semanas	Objetivo
Pacientes	5–6	Registro y control de información básica
Citas Médicas	7–8	Gestión de agenda clínica
Consultas Médicas	9–12	Atención y registro clínico completo
Facturación	13–14	Procesos administrativos y pagos
Recursos Hospitalarios	15–16	Gestión de camas, equipos y personal
Seguridad	17–18	Roles, permisos y auditorías

3.4. Diseño por Features (Iterativo)

Antes de construir cada feature, se prepara un Feature Design Package. Este documento contiene la arquitectura específica, las clases implicadas y el flujo clínico.

Elemento	Descripción
Nombre de la feature	Registrar consulta médica
Objetivo clínico	Registrar episodio clínico del paciente
Clases involucradas	Paciente, Médico, Consulta, Diagnóstico
Flujo de interacción	Seleccionar paciente → Registrar datos → Guardar
Reglas de negocio	Médico activo, datos obligatorios completos
Criterios de aceptación	Consulta registrada, auditoría generada
Pruebas requeridas	Unitarias, integración y validación médica

3.5. Construcción por Features (Semanas 5–18)

La construcción se realiza de manera incremental. Cada feature debe completarse al 100% antes de pasar a la siguiente.

Actividad	Tiempo Estimado	Responsable
Implementación del código	8–12 horas	Developer / Class Owner
Pruebas unitarias	2 horas	QA
Pruebas clínicas (validación)	2 horas	Domain Expert
Integración continua	Continuo	Team Lead

3.6. Métricas y Control de Avance

El seguimiento se realiza por feature, no por tareas técnicas. Esto asegura que el progreso medido es real y funcional.

Métrica	Descripción	Meta
% de features completadas	Progreso real del sistema	$\geq 90\%$
% de validación clínica	Features aprobadas por médicos	$\geq 95\%$
Defectos por feature	Errores posteriores a la entrega	< 0.5

Tiempo medio por feature	Horas promedio por funcionalidad	< 16 horas
--------------------------	----------------------------------	------------

4. VIABILIDAD DEL PROYECTO

4.1 Viabilidad Técnica

Tecnologías Disponibles: ✓ Maduras y probadas

- **Frontend:** React 18+ es estándar en aplicaciones web complejas, tiene ecosistema probado en sistemas de salud
- **Backend:** Node.js o Java tienen experiencia demostrada en sistemas de salud empresariales
- **Base de datos:** PostgreSQL cumple estándares de confiabilidad ACID para datos críticos
- **Estándares:** HL7 v2.5 e FHIR están documentados públicamente y implementables
- **Herramientas:** Open source disponibles (Git, Docker, Jest para testing)

Complejidad Técnica: Manejable con equipo adecuado

- Arquitectura 3 capas: patrón bien conocido, documentado en literatura
- Escalabilidad: diseño permite crecimiento sin rediseño mayor
- Seguridad: requisitos regulatorios (HIPAA/GDPR) son desafiantes pero implementables
- Integración: HL7 con sistemas legales requiere especificación clara pero no es bloqueante

Riesgos Técnicos Principales Identificados:

Riesgo	Probabilidad	Impacto	Mitigación
Performance en búsquedas 1M+ registros	Media	Alto	Índices apropiados, caching Redis
Integración sistemas legados	Media	Medio	POC temprano (sem 5), especificación APIs
Seguridad datos médicos	Baja	Crítico	Auditoría externa, testing seguridad
Cambios de requisitos	Alta	Alto	Gestión formal de cambios, sprint planning

Conclusión Viabilidad Técnica: VIABLE con riesgos manejables

4.2 Viabilidad Operativa

Personal Disponible: ✓ Suficiente

- **8 profesionales designados:** Arquitecto, 2 Dev Backend, 2 Dev Frontend, DBA, Tester, Project Manager
- **Capacitación disponible:** Personal tiene experiencia en sistemas empresariales similares
- **Stakeholders disponibles:** Personal médico, administrativo dispuesto a participar en análisis

Procesos Hospitalarios Conocidos: ✓ Bien documentados

- Hospital tiene procesos estándar ISO para admisión, atención, internación
- Documentación disponible: POA anual 2025 con procesos detallados y KPIs
- Personal entiende procesos actuales y puede participar en análisis formal

Cambio Organizacional: Requiere gestión proactiva

- **Resistencia esperada:** Personal acostumbrado a procesos manuales
- **Mitigación:** Plan de cambio, capacitación incremental, demostraciones tempranas, identificar "campeones del cambio"
- **Champions:** Defensores en cada área (médicos, administrativos) promueven adopción

Impacto Operativo: Bajo a medio durante transición

- **Fase Transición:** 1-2 semanas de ajuste inicial en operaciones
- **Contingencia:** Operación paralela con sistema anterior por 2 semanas (sistema antiguo + nuevo)
- **Downtime tolerado:** Máximo 4-8 horas para migración crítica

Conclusión Viabilidad Operativa: **VIABLE con plan de cambio**

4.3 Viabilidad Financiera

Estimación de Costos para 16 semanas:

Componente	Porcentaje	Valor COP	Descripción
Personal (8 profesionales)	65%	\$235.650.000	Salarios + prestaciones 16 semanas
Infraestructura	20%	\$72.500.000	Servidores, licencias, almacenamiento BD
Herramientas y Software	10%	\$36.250.000	IDEs, Git, Docker, testing, licencias
Contingencia (5%)	5%	\$18.125.000	Buffer imprevistos, ajustes
TOTAL PRESUPUESTO	100%	\$362.525.000	Presupuesto base del proyecto

Rango Presupuestal: \$362.525.000 - \$435.000.000 COP (depende salarios locales, variables regionales)

Desglose Detallado de Personal (Base: Salario mes Colombia):

Rol	Cantidad	Salario Mes	Salario 16 sem	Prestaciones (25%)	Subtotal
Arquitecto	1	\$6.500.000	\$30.000.000	\$7.500.000	\$37.500.000
Dev Backend	2	\$5.000.000	\$46.000.000	\$11.500.000	\$57.500.000
Dev Frontend	2	\$4.500.000	\$41.400.000	\$10.350.000	\$51.750.000
DBA	1	\$5.200.000	\$24.000.000	\$6.000.000	\$30.000.000
Tester QA	1	\$4.000.000	\$18.400.000	\$4.600.000	\$23.000.000
Project Manager	1	\$5.800.000	\$26.720.000	\$6.680.000	\$33.400.000
Tech Writer	1	\$3.800.000	\$17.520.000	\$4.380.000	\$21.900.000
Soporte Inicial	1	\$3.500.000	\$16.100.000	\$4.025.000	\$20.125.000
SUBTOTAL PERSONAL	10	-	\$220.140.000	\$55.035.000	\$275.175.000

Nota: Calculo aproximado. Salarios base colombianos 2025, incluye SGSSS, pensión, parafiscales

Retorno de Inversión (ROI) - Proyecciones Año 1:

Concepto	Valor Anual COP	Descripción
Reducción administrativa	\$180.000.000	40% × personal administrativo = 6 personas × 30M anuales
Reducción errores médicos	\$50.000.000	Prevención de multas regulatorias, litigios reducidos
Mejora en recaudos	\$150.000.000	5-7% mejora recaudación por automatización facturación
Eficiencia operativa	\$80.000.000	Menos horas extras, optimización de recursos
TOTAL BENEFICIOS AÑO 1	\$460.000.000	Beneficio total primer año
INVERSIÓN INICIAL	\$362.525.000	Costo del proyecto (16 semanas)
ROI Año 1	27%	$(460M - 362.5M) / 362.5M = 0.27 = 27\%$
Payback Period	9.5 meses	Aproximadamente 9-10 meses

Impacto Financiero a Largo Plazo:

- **Año 1:** ROI +27%, Payback 9.5 meses
- **Año 2-3:** ROI acumulado +200% (beneficios anuales sostenidos)
- **Año 5:** Sistema amortizado, beneficios netos aproximados \$2.300.000.000 acumulados

Financiamiento Viable:

- Presupuesto estándar para instituciones de salud de mediana complejidad en Colombia
- Fuentes: Fondos propios, líneas de crédito para innovación, presupuesto de TI

Conclusión Viabilidad Financiera: VIABLE con ROI positivo en menos de 10 meses

5. CRITERIOS DE ÉXITO

5.1 Criterios Técnicos del Proyecto

1. Completitud de Especificación

- ✓ 100% de requisitos funcionales identificados y documentados (27 RF)
- ✓ 100% de requisitos no funcionales especificados con métricas medibles (20 RNF)
- ✓ Matriz de trazabilidad RF-CU-RNF-Componentes sin brechas ni huérfanos

2. Calidad de Modelos UML

- ✓ 8 diagramas UML 2.5 elaborados siguiendo estándar OMG
- ✓ Notación consistente y completa en todos diagramas
- ✓ Relaciones entre diagramas coherentes y bidireccionales

3. Diseño Arquitectónico Validado

- ✓ Arquitectura 3 capas especificada con componentes identificados (7 componentes)
- ✓ Patrones de diseño documentados y justificados en contexto (MVC, Repository, Factory, Observer, Singleton)
- ✓ Prototipo explorador demuestra viabilidad de interfaz y flujos

4. Cumplimiento Regulatorio

- ✓ Requisitos HIPAA/GDPR explícitamente mapeados en diseño
- ✓ Seguridad de datos por encriptación AES-256 especificada en RNF-02
- ✓ Auditoría y trazabilidad integrados en RNF-26 (Auditoría del Sistema)

5.2 Criterios de Requisitos

5. Alineación Requisitos-Negocio

- ✓ Todos 27 RF vinculados a problema identificado en análisis
- ✓ Priorización MoSCoW validada con stakeholders (Must 40%, Should 35%, Could 20%, Won't 5%)
- ✓ Trade-offs documentados (ej: performance vs complejidad de encriptación)

6. Matriz de Trazabilidad Completa

- ✓ Requisito Funcional → Caso(s) de Uso → Componentes (forward traceability)
- ✓ Componentes → Casos de Uso → Requisitos (backward traceability)
- ✓ Requisito No Funcional → Atributos de diseño (seguridad, performance, disponibilidad)
- ✓ Sin requisitos huérfanos (no vinculados a casos uso)
- ✓ Sin casos uso huérfanos (no vinculados a requisitos)

7. Especificidad de Requisitos (Criterios SMART)

- ✓ Cada requisito tiene identificador único (RF-01 a RF-27, RNF-01 a RNF-20)
- ✓ Descripción clara, concisa, sin ambigüedad
- ✓ Criterio de aceptación definido para cada requisito
- ✓ Requisitos son Específicos, Medibles, Alcanzables, Relevantes, Temporales

5.3 Criterios de Aceptación por Stakeholder

8. Aprobación de Stakeholders

- ✓ Médicos validan que casos de uso representan atención clínica actual
- ✓ Administrativos confirman que procesos de facturación son correctos
- ✓ Directivos aprueban cronograma (16 semanas) y presupuesto (\$362.5M COP)
- ✓ Cumplimiento regulatorio valida requisitos HIPAA/GDPR/Res 1995/99

9. Completitud de Análisis de Actores

- ✓ 6 actores identificados con perfiles diferenciados completos
- ✓ Matriz de permisos por actor especificada (RBAC)
- ✓ Casos de uso asignados a actores según responsabilidad operativa

5.4 Criterios de Documentación

10. Documento Técnico Profesional

- ✓ 20 secciones estructuradas coherentemente (ver Tabla de Contenido)
- ✓ Lenguaje formal y preciso, sin ambigüedades
- ✓ Gráficos, tablas, diagramas legibles y bien documentados
- ✓ Referencias y bibliografía completas (20+ referencias)

11. Trazabilidad Total

- ✓ Tabla de contenido actual refleja estructura del documento
- ✓ Referencias cruzadas entre secciones funcionan correctamente
- ✓ Diagramas referenciados en texto corresponden (ej: "ver Figura 3.1")
- ✓ Terminología consistente (no sinónimos confusos, glosario de 20+ términos)

5.5 Métricas de Éxito Medibles

Métrica	Target	Línea Base	Método Medición
Requisitos funcionales	27 RF	0	Conteo en especificación
Requisitos no funcionales	20 RNF	0	Conteo en especificación
Cobertura casos uso	95% escenarios	0%	Matriz trazabilidad
Actores identificados	6 con perfiles	0	Descripción actor completa
Diagramas UML	8 tipos	0	Validación notación OMG
Brechas de trazabilidad	0 (cero)	-	Auditoría matriz
Calidad documento	Flesch >60	-	Análisis herramienta readabilidad
Satisfacción stakeholders	>4/5	-	Encuesta Likert 5 puntos
Riesgos identificados	10+ con mitigación	0	Matriz riesgos
Componentes arquitectura	7 con interfaces	0	Diagrama componentes

5.6 Hitos de Éxito por Fase UP

Fase	Hito	Semana	Criterio de Aceptación
Inception	Visión Aprobada	2	Stakeholders firman document visión
Elaboration	Requisitos 100%	3	27 RF + 20 RNF especificados
Elaboration	CU 80% Completo	4	8+ casos detallados, diagramas
Elaboration	Arquitectura Validada	5	Revisión externa aprueba diseño
Elaboration	Prototipo Ejecutable	6	Demo interactivo funciona

Construction	Módulo 1 (Pacientes)	7	100% requisitos implementados, tests
Construction	Integración Total	13	Sistema completo funciona
Transition	UAT Completado	15	0 defectos críticos, >95% funciones OK
Transition	Producción	16	Sistema en vivo, uptime 99%+

6. ANÁLISIS DE RIESGOS

6.1 Matriz de Riesgos

ID	Riesgo	Probabilidad	Impacto	Severidad	Mitigación
R-01	Performance búsquedas 1M+ registros	Media	Alto	ALTO	Índices apropiados, caching Redis
R-02	Integración sistemas legados	Media	Medio	MEDIO	POC temprano, especificación APIs
R-03	Seguridad datos médicos	Baja	Crítico	CRÍTICO	Auditoría externa, testing seguridad
R-04	Cambios de requisitos	Alta	Alto	ALTO	Gestión formal cambios, sprint planning
R-05	Resistencia al cambio usuarios	Alta	Medio	MEDIO	Plan cambio, capacitación, campeones
R-06	Disponibilidad de personal clave	Media	Alto	ALTO	Documentación completa, crosstrain
R-07	Retrasos en cronograma	Media	Medio	MEDIO	Estimaciones buffers, seguimiento activo
R-08	Falta de requisitos de usuarios	Alta	Crítico	CRÍTICO	Entrevistas iterativas, validación

6.2 Estrategia de Mitigación Global

- Gestión formal de riesgos en cada fase
- Monitoreo continuo con indicadores

- Escalación temprana de problemas
 - Contingencias presupuestarias
-

7. CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA

7.1 Módulos Principales

Módulo 1: Gestión de Pacientes

- Registro de nuevos pacientes
- Actualización de datos demográficos
- Búsqueda avanzada de pacientes
- Generación de reportes paciente

Módulo 2: Gestión de Citas Médicas

- Agendamiento de citas
- Visualización de disponibilidad
- Confirmación y recordatorios
- Reprogramación y cancelación

Módulo 3: Atención Médica

- Registro de consultas
- Historia clínica integrada
- Prescripción de medicamentos
- Solicitud de exámenes
- Registro de signos vitales

Módulo 4: Gestión de Recursos

- Disponibilidad de médicos
- Control de camas hospitalarias
- Gestión de quirófanos
- Inventario de medicamentos

Módulo 5: Facturación y Pagos

- Generación de facturas electrónicas
- Registro de pagos múltiples métodos
- Reportes financieros
- Gestión de planes de pago

Módulo 6: Administración del Sistema

- Gestión de usuarios
- Asignación de roles y permisos
- Auditoría del sistema
- Configuración de parámetros globales

7.2 Características Funcionales Clave

- Interfaz de usuario intuitiva y responsive
 - Acceso multirrol con control granular de permisos
 - Búsqueda avanzada con autocompletado
 - Reportes personalizables
 - Notificaciones automáticas (email, SMS)
 - Integración con sistemas externos (pagos, HL7)
 - Auditoría completa de accesos y cambios
 - Backup automático y recuperación ante fallos
-

8. RESTRICCIONES DEL PROYECTO

8.1 Restricciones Técnicas

- Arquitectura 3 capas obligatoria
- PostgreSQL como BD principal
- Compatible con navegadores modernos (Chrome, Firefox, Safari, Edge)
- HTTPS/TLS 1.3 para comunicación
- Encriptación AES-256 para datos sensibles

8.2 Restricciones Funcionales

- MVP debe incluir módulos core (Pacientes, Citas, Atención)
- MIPRES (medicinas prescritas) pospuesto para Fase 2
- Integración inicial con HL7 v2.5 (FHIR como roadmap)

8.3 Restricciones Organizacionales

- Equipo máximo 8 profesionales
- Cronograma fijo: 16 semanas
- Presupuesto limitado a \$362.5M COP base
- Personal de hospital disponible solo 5h/semana para validación

8.4 Restricciones Regulatorias

- Cumplimiento HIPAA (USA)
- Cumplimiento GDPR (Europa)
- Cumplimiento Resolución 1995/1999 (Colombia)
- Auditoría externa de seguridad obligatoria

8.5 Restricciones de Performance

- Tiempo de respuesta: $p95 < 3$ segundos
 - Concurrencia: 500+ usuarios simultáneos
 - Uptime: 99.5% disponibilidad
 - Recovery: RTO < 10 minutos, RPO < 4 horas
-

9. ALCANCE DEL PROYECTO

9.1 Qué Está Incluido (IN SCOPE)

Fases Incluidas:

- Inception: Definición visión y requisitos preliminares
- Elaboration: Análisis completo, diseño, modelos UML
- Construction: Implementación de módulos core (4/6 módulos)
- Transition: Despliegue inicial y capacitación básica

Módulos MVP:

- Gestión de Pacientes (RF-01 a RF-05)
- Gestión de Citas (RF-06 a RF-11)
- Consulta Médica (RF-12 a RF-15)
- Facturación (RF-20, RF-21)
- Administración Básica (RF-24, RF-25, RF-26)

Entregables:

- Especificación completa de requisitos (27 RF + 20 RNF)
- 8 Diagramas UML
- Documentación técnica y de usuario
- Código fuente comentado
- Plan de pruebas

9.2 Qué Está Excluido (OUT OF SCOPE)

Para Fase 2:

- Módulo MIPRES (medicinas prescritas - programa gubernamental)
- Integración FHIR (en roadmap)
- Módulos avanzados (Gestión Quirófanos, Inventario completo)

No Incluido:

- Implementación de Sistema en Producción Real
- Capacitación Exhaustiva de Usuarios
- Mantenimiento Post-Lanzamiento (> 90 días)
- Integración con legados múltiples (Phase 1 = HL7 v2.5 básico)

9.3 Entregables Principales

1. **Documento de Análisis y Diseño** (este documento)
2. **Especificación de Requisitos** (27 RF + 20 RNF)
3. **Modelos UML** (8 diagramas completos)
4. **Diseño Arquitectónico** (componentes, interfaces)
5. **Plan de Pruebas**
6. **Cronograma Detallado**
7. **Manual de Usuario** (versión inicial)

10. VISIÓN DEL PROYECTO

10.1 Vision Statement (Declaración de Visión)

El Sistema de Gestión Integral de Servicios de Salud (SGISS) es una plataforma tecnológica integrada que transforma la operación de instituciones hospitalarias, centralizando información de pacientes, automatizando procesos críticos y garantizando seguridad regulatoria.

Para: Instituciones prestadoras de servicios de salud de mediana complejidad en Colombia

Quien: Requiere mejorar eficiencia operativa, seguridad de datos y experiencia del paciente

El SGISS: Es un sistema de información hospitalario integral

Que: Integra admisión, atención clínica, historia clínica, y facturación en una única plataforma

A diferencia de: Procesos manuales o sistemas desconectados

Nuestro producto: Ofrece centralización de datos, automatización de procesos, cumplimiento regulatorio y mejor experiencia de pacientes y personal clínico

10.2 Visión de Largo Plazo (3-5 años)

Año 1 (Post-Implementación):

- Sistema operativo con 500+ usuarios activos
- Reducción de tiempos de espera 50%
- Recaudos mejores en 7-10%
- Zero brechas de seguridad críticas

Año 2-3:

- Expansión a nuevos módulos (MIPRES, Gestión Quirófanos)
- Integración FHIR con otros hospitales
- Mobile app completamente funcional
- Analytics y Business Intelligence

Año 5:

- Plataforma referente en soluciones hospitalarias
- Escalable a 2000+ usuarios
- Integrada con ecosystem sanitario nacional

11. REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA

11.1 Requisitos Funcionales Detallados (27 RF)

Grupo 1: Gestión de Pacientes (RF-01 a RF-05)

ID	Requisito	Descripción	Actor Primario	Prioridad
RF-01	Registrar Paciente	El sistema captura documento identidad, nombre, edad, dirección, teléfono, email, contacto emergencia en proceso de admisión. Genera ID único paciente.	Recepcionista	MUST
RF-02	Actualizar Datos Paciente	Personal autorizado (Recepcionista, Admin) puede cambiar dirección, teléfono, contacto emergencia. Sistema registra auditoria de cambios.	Recepcionista, Admin	SHOULD
RF-03	Consultar Historia Clínica	Médico autorizado accede a historia consolidada: consultas previas (ordenadas cronológicamente), alergias, cirugías, medicamentos actuales. Control RBAC por especialidad.	Médico, Enfermera	MUST

RF-04	Buscar Pacientes	Sistema permite búsqueda con autocompletado por: documento identidad, nombre, teléfono, email. Resultado muestra datos básicos para verificación rápida.	Recepcionista, Médico	MUST
RF-05	Generar Reporte Paciente	Exporta información consolidada paciente en PDF: datos personales, historia clínica completa, consultas, facturación. Disponible para auditoría regulatoria.	Admin, Médico	SHOULD

Grupo 2: Gestión de Citas Médicas - Proceso Core (RF-06 a RF-11)

ID	Requisito	Descripción	Actor Primario	Prioridad
RF-06	Agendar Cita Médica	Paciente selecciona especialidad, médico específico, visualiza disponibilidad, reserva fecha y hora. Sistema valida no haya doble-booking. Genera confirmación.	Paciente, Recepcionista	MUST
RF-07	Visualizar Disponibilidad	Sistema muestra slots libres de médico en tiempo real basado en su calendario de turnos. Actualiza cada vez que se agrega/cancela cita.	Paciente, Recepcionista	MUST
RF-08	Confirmar Cita	Envío automático confirmación por email y SMS con detalles: fecha, hora, médico, consultorio. Paciente puede confirmar/rechazar desde email.	Sistema (automatizado)	MUST
RF-09	Reprogramar Cita	Paciente o Recepcionista puede cambiar fecha/hora antes de consulta. Sistema mantiene historial de cambios. Envía notificación a médico.	Paciente, Recepcionista	SHOULD
RF-10	Cancelar Cita	Cancelación con captura de motivo (cambio horario paciente, enfermedad, otro). Notificación a médico. Slot vuelve disponible.	Paciente, Recepcionista	SHOULD
RF-11	Recordatorio Cita	Email/SMS automático 24 horas previas a cita. Reduce no-shows (ausencias sin avisar) en aproximadamente 30%.	Sistema (automatizado)	SHOULD

Grupo 3: Consulta Médica (RF-12 a RF-15)

ID	Requisito	Descripción	Actor Primario	Prioridad
RF-12	Registrar Consulta	Médico documenta en historia clínica: síntomas reportados, signos vitales, examen físico, diagnóstico presuntivo/definitivo, plan de tratamiento, observaciones. Timestamp automático.	Médico	MUST
RF-13	Prescribir Medicamentos	Generación de prescripción digital con: medicamento, dosis, vía (oral, inyectable), duración, cantidad. Validación contra BD medicamentos. Envío a farmacia/paciente.	Médico	MUST
RF-14	Solicitar Exámenes	Orden de exámenes complementarios: laboratorio (hemograma, bioquímica), imaging (Rx, ecografía), otros. Justificación clínica obligatoria. Vinculación con proveedores externos.	Médico	MUST
RF-15	Registrar Signos Vitales	Enfermera captura: presión arterial, temperatura, frecuencia cardíaca, frecuencia respiratoria, peso. Almacenamiento histórico para trending.	Enfermera	MUST

Grupo 4: Gestión de Recursos Hospitalarios (RF-16 a RF-19)

ID	Requisito	Descripción	Actor Primario	Prioridad
RF-16	Gestionar Disponibilidad Médicos	Admin configura horarios, turnos (mañana/tarde/noche), especialidades, disponibilidad por doctor (lunes-viernes 8-17, etc.). Bloqueos por capacitación/vacaciones.	Admin	SHOULD
RF-17	Gestionar Camas Hospitalarias	Control de camas por servicio (medicina general, UCI, pediatría): ocupadas, en limpieza, disponibles. Dashboard de ocupación real-time.	Admin, Enfermera	SHOULD
RF-18	Gestionar Quirófanos	Calendario de procedimientos por quirófano, duración, tipo cirugía. Control de limpieza post-procedimiento. Alertas de disponibilidad para emergencias.	Admin, Cirujano	SHOULD

RF-19	Gestionar Inventario Medicamentos	Entrada/salida medicamentos, alertas cantidad mínima (disparar reorden automático), control caducidad. Integración con proveedor para reorden.	Farmacéutico, Admin	SHOULD
--------------	-----------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------	---------------

Grupo 5: Facturación y Pagos (RF-20 a RF-23)

ID	Requisito	Descripción	Actor Primario	Prioridad
RF-20	Generar Factura	Creación automática factura electrónica tras completar consulta. Detalles: paciente, fecha, servicios prestados (consulta, exámenes), valores, impuestos. Cumple normativa DIAN.	Sistema (automatizado)	MUST
RF-21	Registrar Pago	Ingreso de pagos: efectivo, tarjeta crédito/débito (integración Stripe/PayPal), transferencia bancaria. Validación transacción. Generación recibo.	Paciente, Facturador	MUST
RF-22	Generar Reportes Financieros	Reportes por período (diario/mensual/anual), departamento (medicina, cirugía), médico: ingresos, egresos, utilidad. Exportación Excel/PDF para análisis.	Facturador, Director	SHOULD
RF-23	Gestionar Planes de Pago	Habilitación de pagos en cuotas (hasta 12 meses), planes de financiamiento. Cálculo de interés automático. Seguimiento de cobro.	Facturador	COULD

Grupo 6: Administración del Sistema (RF-24 a RF-27)

ID	Requisito	Descripción	Actor Primario	Prioridad
RF-24	Gestionar Usuarios	Crear, modificar, deshabilitar usuarios de sistema. Datos: nombre, email, teléfono, rol(es). Resguardo de contraseñas (hash, no plaintext).	Admin	MUST
RF-25	Asignar Roles y Permisos	Definición granular de 6 roles (Admin, Médico, Enfermera, Recepcionista, Facturador, Doctor). Cada rol con permisos específicos por módulo (ver RBAC matrix).	Admin	MUST

RF-26	Auditoría del Sistema	Registro automático de: quién accedió, qué datos accedió, cuándo, desde dónde (IP), resultado (éxito/fallo). Logs no editables para cumplimiento regulatorio.	Sistema (automatizado)	MUST
RF-27	Configuración del Sistema	Parámetros globales: horarios de atención (8-18), especialidades disponibles (Cardiología, Pediatría...), códigos CUPS (procedimientos), divisas (COP), idiomas.	Admin	SHOULD

11.2 Requisitos No Funcionales Detallados (20 RNF)

Categoría 1: Seguridad - Cumplimiento HIPAA/GDPR (RNF-01 a RNF-05)

ID	Requisito	Especificación Técnica	Prioridad	Justificación
RNF-01	Autenticación Fuerte	Usuario + contraseña (mínimo 8 caracteres, mixto mayús/min/números). MFA opcional: Google Authenticator, TOTP. Bloqueo después 5 intentos fallidos 15 min.	MUST	
RNF-02	Encriptación de Datos	AES-256 en reposo (BD, backups). HTTPS/TLS 1.3 en tránsito. No se permite HTTP (redirecciona automáticamente). Certificados SSL renovados.	MUST	
RNF-03	Control de Acceso (RBAC)	Role-Based Access Control: cada usuario solo accede a datos autorizado por rol. Médico solo ve sus pacientes. Enfermera solo servicios asignados. Audit trail de intentos denegados.	MUST	
RNF-04	Cumplimiento Regulatorio	HIPAA (USA): Privacidad + Seguridad. GDPR (Europa): Consentimiento + Derecho olvido. Res 1995/99 (Colombia): Formato historia clínica. Auditoría externa anual.	MUST	Requisito legal

RNF-05	Backup y Recuperación	Backup automático cada 4 horas a almacenamiento separado (geográficamente distribuido). Retención mínimo 30 días (histórico). Test de recuperación mensual. RPO <4h, RTO <10min.	MUST	
---------------	-----------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------	--

Categoría 2: Rendimiento - Responsividad (RNF-06 a RNF-08)

ID	Requisito	Especificación Técnica	Prioridad	Métrica
RNF-06	Tiempo de Respuesta	95% operaciones responden en <3 segundos (p95 <3s). 99% responden en <5 segundos (p99 <5s). Máximo <10s para operaciones complejas (reportes). Medición con APM (New Relic/DataDog).	MUST	SLA 3s
RNF-07	Concurrencia	Sistema soporta 500+ usuarios simultáneos sin degradación perceptible. Load testing con jMeter/Gatling en sem 8. Prueba: 500 usuarios × 10 min = 5000 transacciones.	MUST	500 usuarios/concurrentes
RNF-08	Escalabilidad	Arquitectura permite crecimiento a 2000+ usuarios sin rediseño arquitectónico mayor. Stateless backend permite agregar instancias (horizontal scaling). DB sharding documentado para futuro.	SHOULD	Roadmap escalabilidad

Categoría 3: Disponibilidad - Confiabilidad (RNF-09 a RNF-11)

ID	Requisito	Especificación Técnica	Prioridad	SLA
RNF-09	Uptime	99.5% disponibilidad = máximo 3.5 horas downtime/mes. Monitoreado 24/7. Alertas automáticas si cae. Reportes mensuales de disponibilidad.	MUST	99.5%

RNF-10	Recuperación ante Fallos	Failover automático BD maestro→esclava en <10 minutos (sin intervención manual). App servidores redundantes (3+ instancias). Load balancer detecta fallo.	MUST	RTO <10min
RNF-11	Redundancia	BD maestro/esclavo en 2 servidores (replicación sincrónica). Aplicación en 3+ instancias detrás load balancer. Cache Redis con Sentinel (HA). Backups en AWS S3 + NAS.	SHOULD	RPO <4h

Categoría 4: Usabilidad - Interfaz de Usuario (RNF-12 a RNF-14)

ID	Requisito	Especificación Técnica	Prioridad	Medida
RNF-12	Interfaz Intuitiva	Diseño responsive con menús claros, iconografía estándar (trash=eliminar, save=guardar), flujos lógicos. Siguiendo Nielsen 10 Usability Heuristics. SUS score >75.	SHOULD	SUS >75 (escala usabilidad del sistema)
RNF-13	Accesibilidad	WCAG 2.1 Nivel AA: ratios color $\geq 4.5:1$ contraste, navegación teclado (Tab/Enter), alt-text en imágenes, forms etiquetadas. Testing con lectores pantalla.	SHOULD	
RNF-14	Capacitación Mínima	Personal clínico/administrativo productivo con <2 horas capacitación. Interfaces "self-explanatory" con tooltips contextuales. Ayuda integrada (?) accesible.	SHOULD	<2h capacitación

Categoría 5: Compatibilidad - Interoperabilidad (RNF-15 a RNF-17)

ID	Requisito	Especificación Técnica	Prioridad	Alcance
RNF-15	Multi-navegador	Chrome, Firefox, Safari, Edge últimas 2 versiones (ej: Chrome 130+, Firefox 125+). Testing en BrowserStack. No IE soporte (deprecado).	SHOULD	4 navegadores

RNF-16	Responsive Design	Resoluciones: 1920×1080 (desktop), 1024×768 (tablet), 375×667 (móvil iPhone). Adaptación automática con CSS media queries. Testing en emuladores.	SHOULD	3 tamaños
RNF-17	Interoperabilidad	Integración HL7 v2.5 con sistemas legados (BDs antiguas). API REST para futuros sistemas (FHIR ready). Documentación OpenAPI 3.0. POC integración en sem 5.	MUST	HL7 v2.5

Categoría 6: Mantenibilidad - Soporte (RNF-18 a RNF-20)

ID	Requisito	Especificación Técnica	Prioridad	Estándar
RNF-18	Documentación	Código comentado (docstrings en funciones clave). Runbooks operacionales (cómo reiniciar, backups, recuperación). Diagrama arquitectura actualizado. Wiki interna.	SHOULD	ISO/IEC/IEEE 1028
RNF-19	Modularidad	Código desacoplado en servicios independientes (loosely coupled). Tests unitarios >80% cobertura. CI/CD pipeline integrado (GitHub Actions). Versionado semántico.	SHOULD	SonarQube >C
RNF-20	Logs y Monitoreo	Logs estructurados en JSON, centralizados (ELK Stack). Alertas automáticas en tiempo real: errores, latencia, seguridad. Dashboards Grafana mostrando KPIs.	SHOULD	ELK Stack

12. ANÁLISIS DE MATRICES DE REQUISITOS

12.1 Matriz de Requisitos Funcionales vs Requisitos No Funcionales

Propósito: Validar que cada RF crítico está sujeto a restricciones RNF apropiadas, evitando brechas de cumplimiento.

Análisis: La siguiente matriz muestra qué RNF aplican a cada RF según su impacto:

RF	Seguridad	Performance	Disponibilidad	Usabilidad	Compatibilidad	Mantenibilidad
RF-01 Registrar Paciente	✓ RNF-03	✓ RNF-06	✓ RNF-09	✓ RNF-12	✓ RNF-17	✓ RNF-20
RF-02 Actualizar Datos	✓ RNF-03	✓ RNF-06	✓ RNF-09	✓ RNF-12	✓ RNF-17	✓ RNF-20
RF-03 Consultar Historia	✓✓ RNF-01,03	✓ RNF-06	✓ RNF-09	✓ RNF-12	✓ RNF-17	✓ RNF-20
RF-04 Buscar Pacientes	✓ RNF-03	✓✓ RNF-06,07	✓ RNF-09	✓ RNF-12	✓ RNF-17	✓ RNF-20
RF-05 Generar Reporte	✓ RNF-03	✓ RNF-06	✓ RNF-09	✓ RNF-12	-	✓ RNF-20
RF-06 Agendar Cita	✓ RNF-03	✓✓ RNF-06,07	✓ RNF-09	✓✓ RNF-12,14	✓ RNF-15,16	✓ RNF-20
RF-07 Disponibilidad	✓ RNF-03	✓✓ RNF-06,07	✓ RNF-09	✓ RNF-12	-	✓ RNF-20
RF-08 Confirmar Cita	✓ RNF-03	✓ RNF-06	✓ RNF-09	✓ RNF-12	-	✓ RNF-20
RF-09 Reprogramar Cita	✓ RNF-03	✓ RNF-06	✓ RNF-09	✓ RNF-12	-	✓ RNF-20
RF-10 Cancelar Cita	✓ RNF-03	✓ RNF-06	✓ RNF-09	✓ RNF-12	-	✓ RNF-20
RF-11 Recordatorio	-	✓ RNF-06	✓✓ RNF-09,10	-	-	✓ RNF-20
RF-12 Registrar Consulta	✓✓ RNF-01,03	✓ RNF-06	✓ RNF-09	✓ RNF-12	✓ RNF-17	✓ RNF-20

RF-13 Prescribir Medicamentos	✓✓ RNF-01,03	✓ RNF-06	✓ RNF-09	✓ RNF-12	✓ RNF-17	✓ RNF-20
RF-14 Solicitar Exámenes	✓ RNF-03	✓ RNF-06	✓ RNF-09	✓ RNF-12	✓ RNF-17	✓ RNF-20
RF-15 Registrar Signos	✓ RNF-03	✓ RNF-06	✓ RNF-09	✓ RNF-12	-	✓ RNF-20
RF-16 Disponibilidad Médicos	✓ RNF-03	✓ RNF-06	✓ RNF-09	✓ RNF-12	-	✓ RNF-20
RF-17 Gestionar Camas	✓ RNF-03	✓ RNF-06	✓ RNF-09	✓ RNF-12	-	✓ RNF-20
RF-18 Gestionar Quirófanos	✓ RNF-03	✓ RNF-06	✓ RNF-09	✓ RNF-12	-	✓ RNF-20
RF-19 Inventario Medicamentos	✓ RNF-03	✓ RNF-06	✓ RNF-09	✓ RNF-12	-	✓ RNF-20
RF-20 Generar Factura	✓✓ RNF-02,03	✓ RNF-06	✓ RNF-09	✓ RNF-12	✓ RNF-17	✓ RNF-20
RF-21 Registrar Pago	✓✓ RNF-02,03	✓ RNF-06	✓ RNF-09	✓ RNF-12	✓ RNF-17	✓ RNF-20
RF-22 Reportes Financieros	✓ RNF-03	✓ RNF-06	✓ RNF-09	✓ RNF-12	-	✓ RNF-20
RF-23 Planes de Pago	✓ RNF-03	✓ RNF-06	✓ RNF-09	✓ RNF-12	-	✓ RNF-20
RF-24 Gestionar Usuarios	✓✓ RNF-01,03	✓ RNF-06	✓ RNF-09	✓ RNF-12	-	✓ RNF-20
RF-25 Asignar Roles	✓✓ RNF-01,03	✓ RNF-06	✓ RNF-09	✓ RNF-12	-	✓ RNF-20

RF-26 Auditoría	✓✓ RNF-01,03	✓ RNF-06	✓ RNF-09	✓ RNF-12	-	✓ RNF-20
RF-27 Configuración	✓ RNF-03	✓ RNF-06	✓ RNF-09	✓ RNF-12	-	✓ RNF-20

Análisis de Cobertura:

- **27 RF × promedio 5-6 RNF por RF = Cobertura integral**
- **Requisitos críticos (RF-03, RF-12, RF-13, RF-20, RF-21)** tienen 2 restricciones de seguridad (RNF-01, RNF-02 o RNF-03)
- **100% de RF tienen cobertura de Performance, Disponibilidad, Usabilidad**
- **Sin brechas:** Todos RF tienen al menos 1 RNF aplicable

Conclusión: Matriz demuestra cobertura integral sin brechas. Cada RF está vinculado a restricciones apropiadas de seguridad, performance y cumplimiento regulatorio.

12.2 Matriz de Requisitos Conflictivos o Trade-offs

Propósito: Identificar conflictos entre requisitos y documentar decisiones de trade-off

Requisito 1	Requisito 2	Tipo Conflicto	Severidad	Resolución Adoptada	Justificación
RNF-06 <3s response	RNF-02 Encriptación AES-256	Performance vs Seguridad	Media	Encriptación asimétrica en caché Redis para datos frecuentes	Seguridad crítica en salud > rendimiento marginal
RNF-07 500 usuarios concurrentes	RNF-09 99.5% uptime	Escalabilidad vs Disponibilidad	Baja	Load balancing + redundancia (3+ app instancias)	Soportan mutuamente con infraestructura apropiada
RNF-12 Interfaz simple	RNF-14 <2h capacitación	Usabilidad vs Funcionalidad	Baja	UI autodescriptiva con tooltips contextuales, help integrada	Interfaz se diseña iterativamente (sem 6 prototipo)
RF-03 Acceso historia clínica completa	RNF-03 Control acceso RBAC	Funcionalidad vs Seguridad	Media	Médico ve historia paciente pero no diagnósticos de otros médicos	RBAC granular por especialidad, diagnóstico visible solo a médico tratante

RNF-04 GDPR Derecho olvido	RF-20 Auditoría permanente	Privacidad vs Auditoría	Alta	Soft-delete: marcar registro como borrado sin eliminar físicamente	Complies GDPR pero mantiene trail auditoría 7 años
RNF-17 Integración HL7 v2.5	RNF-06 <3s response	Interoperabilida d vs Performance	Media	Interfaz asincrónica HL7 (no real- time), procesamient o en batch	Integraciones legacy típicamente asincrónicas
RF-23 Planes pago cuotas	RNF-09 Uptime 99.5%	Funcionalidad vs Disponibilidad	Baja	Planes en caché, fallback a cobro completo si sistema cae	Funcionalida d degradada pero no impacta core

Conclusión: Todos conflictos son resolubles sin comprometer requisitos críticos. Mayoría tienen soluciones arquitectónicas documentadas.

12.3 Matriz MoSCoW de Priorización

Propósito: Priorizar requisitos usando metodología MoSCoW para MVP viable (16 semanas)

Categoría	Definición	%	RF Count	Ejemplos	Timeline
MUST	Requisitos absolutos, MVP no es viable sin ellos	40%	11	RF-01,03,04,06,07,12,13,20,21,24,26	Sem 1-14
SHOULD	Requisitos importantes, deseable pero no bloqueante	35%	9	RF-02,05,09,10,11,16,17,18,22	Sem 8-16
COULD	Requisitos deseables, puede esperar fase 2	20%	6	RF-14,19,23,25,27 + RNF menores	Fase 2 (Sem 20+)
WON'T	Requisitos descartados para MVP	5%	1	MIPRES (integración MISPRES - decisión negocio)	Post-MVP

Análisis de MVP (MUST - 11 RF):

- Cubre 85% de funcionalidad core hospitalaria
- Permite operación básica en 16 semanas
- SHOULD features agregables sin rediseño (adicionales 2-3 semanas por grupo)

Cronograma Recomendado:

- **Sem 1-14:** MUST features (11 RF) + RNF críticos (Seguridad, Disponibilidad, Performance)
 - **Sem 15-16:** SHOULD features (5-6 RF prioritarios)
 - **Fase 2 (Post-MVP):** COULD + WON'T features
-

13. ANÁLISIS DE ACTORES

13.1 Caracterización Detallada de 6 Actores

Actor 1: PACIENTE

- **Tipo:** Actor Externo (Usuario Final)
- **Rol Funcional:** Solicita y consume servicios de salud
- **Frecuencia de Uso:** 5-10 veces/mes (aproximado 1-2 veces/semana)
- **Actividades Clave:**
 - Agendar cita (online 24/7)
 - Consultar estado de citas
 - Ver resultados exámenes
 - Realizar pagos
 - Visualizar historia clínica propia (datos básicos)
- **Nivel Técnico:** Bajo a Medio (abuelos a millennials, mayoría usa WhatsApp)
- **Motivación Principal:** Atención rápida, acceso a información, transparencia en costos
- **Necesidades Especiales:**
 - Interfaz muy simple, iconos claros
 - Disponibilidad 24/7 online
 - Acceso móvil (80% de consultas potenciales)
 - Recordatorios automáticos (reduce olvidos)
 - Pago flexible (múltiples métodos)
- **Perfil Demográfico:** Edad 18-80, rango socioeconómico variable, educación variable

Actor 2: MÉDICO/ESPECIALISTA

- **Tipo:** Actor Interno (Usuario Clínico)

- **Rol Funcional:** Proporciona consultas y diagnósticos
- **Frecuencia de Uso:** 6-8 horas/día de operación
- **Actividades Clave:**
 - Validar disponibilidad de citas (inicio jornada)
 - Registrar consultas (diagnóstico, tratamiento)
 - Prescribir medicamentos
 - Solicitar exámenes
 - Revisar historia clínica
 - Documentar observaciones
- **Nivel Técnico:** Medio (acostumbrado a EMR systems, pero varía)
- **Motivación Principal:** Información completa paciente, decisiones rápidas, menos paperwork
- **Necesidades Especiales:**
 - Acceso rápido a historia clínica (crítica en decisiones diagnósticas)
 - Acceso móvil durante visita al paciente (tablet/smartphone)
 - Interfaz clínica estándar (similar a sistemas que conocen)
 - Alertas de alergias, condiciones críticas
 - Reportes de pacientes bajo su cuidado
- **Perfil Profesional:** Especialidad variable, experiencia 5-25 años, formación actualizada

Actor 3: ENFERMERA

- **Tipo:** Actor Interno (Usuario Clínico)
- **Rol Funcional:** Apoyo en atención al paciente
- **Frecuencia de Uso:** 8 horas/día de operación continua (turnos)
- **Actividades Clave:**
 - Registrar signos vitales (presión, temperatura, FC, FR, peso)
 - Administrar medicamentos prescritos
 - Actualizar estado paciente en historia clínica
 - Notificar cambios al médico
 - Controlar camas ocupadas
 - Registrar procedimientos enfermería
- **Nivel Técnico:** Bajo-Medio (varía por edad, experiencia TI)
- **Motivación Principal:** Información actualizada, formularios rápidos, notificaciones automáticas
- **Necesidades Especiales:**
 - Entrada de datos rápida (está en piso, no en escritorio)
 - Interfaz táctil compatible (tablet, no teclado)

- Acceso offline parcial (caché datos críticos)
- Vistas simplificadas (solo datos relevantes por turno)
- Alertas de cambios criterios
- **Perfil Profesional:** Técnico enfermería o enfermero profesional, turno variable (día/tarde/noche)

Actor 4: RECEPCIONISTA

- **Tipo:** Actor Interno (Usuario Administrativo)
- **Rol Funcional:** Primera línea de atención
- **Frecuencia de Uso:** 8 horas/día
- **Actividades Clave:**
 - Registrar nuevos pacientes (admisión)
 - Confirmar citas existentes
 - Cobrar pago inicial
 - Responder preguntas pacientes
 - Dirigir pacientes a consultorio correcto
 - Resolver problemas administrativos menores
- **Nivel Técnico:** Bajo (requiere capacitación TI básica)
- **Motivación Principal:** Procesos rápidos, sin errores, satisfacción pacientes
- **Necesidades Especiales:**
 - Búsqueda por múltiples criterios (nombre, documento, teléfono)
 - Autocompletado de datos (reduce errores tipeo)
 - Teclado rápido (muchas transacciones/día)
 - Pantalla dividida (paciente nuevo vs existente)
 - Reportes de citas del día (agenda)
- **Perfil Profesional:** Bachillerato/Técnico, experiencia servicio al cliente, turno variable

Actor 5: ADMINISTRADOR (Sistema)

- **Tipo:** Actor Interno (Usuario Técnico)
- **Rol Funcional:** Gestión técnica y operativa del sistema
- **Frecuencia de Uso:** 4-6 horas/día
- **Actividades Clave:**
 - Crear y gestionar usuarios del sistema
 - Asignar roles y permisos (RBAC)
 - Monitoreo de sistema (uptime, performance)
 - Administración de backups
 - Auditoría de accesos de seguridad

- Configuración de parámetros globales
 - Soporte a usuarios con problemas técnicos
- **Nivel Técnico:** Alto (ingeniero, tecnólogo sistemas)
- **Motivación Principal:** Control, seguridad, visibilidad, cumplimiento regulatorio
- **Necesidades Especiales:**
 - Dashboard de monitoreo en tiempo real
 - Reportes de seguridad (accesos no autorizados)
 - Alertas automáticas de anomalías
 - Logs detallados para auditoría
 - Capacidad de rol escalación para emergencias
- **Perfil Profesional:** Ingeniero sistemas o TI, certificaciones CCNA/AWS/Azure, experiencia 5+ años

Actor 6: FACTURADOR

- **Tipo:** Actor Interno (Usuario Administrativo-Financiero)
- **Rol Funcional:** Gestión de facturación y cobranza
- **Frecuencia de Uso:** 8 horas/día
- **Actividades Clave:**
 - Generar facturas electrónicas
 - Registrar pagos (múltiples métodos)
 - Seguimiento de cobro
 - Reconciliación de pagos
 - Reportes financieros
 - Gestión de planes de pago en cuotas
 - Comunicación con pacientes sobre cobros
- **Nivel Técnico:** Medio (contable con herramientas digitales)
- **Motivación Principal:** Precisión en cobros, trazabilidad completa, automatización de procesos
- **Necesidades Especiales:**
 - Exportación a software contable (integración QuickBooks/SAP)
 - Reportes financieros complejos (por período, departamento, médico)
 - Control de cuentas por cobrar
 - Interfaz de múltiples monedas (COP, USD para pacientes internacionales)
 - Auditoría de transacciones completa
- **Perfil Profesional:** Técnico contabilidad o Contador Público, experiencia facturación 3+ años

13.2 Matriz de Permisos por Actor (RBAC - Role Based Access Control)

Propósito: Definir qué puede hacer cada actor en el sistema (aplicar RNF-03 Acceso RBAC)

Operación/Módulo	Paciente	Médico	Enfermera	Recepcionista	Administración	Facturador
Gestión de Pacientes						
Ver datos propios	✓ RW	✓ R	-	-	✓ R	-
Ver datos otros pacientes	X	✓ R (sus paciente s)	✓ R (asignado s)	X	✓ R	X
Registrar paciente nuevo	X	X	X	✓ CRU	✓ CRU	X
Actualizar datos paciente	X	X	✓ U (básicos)	✓ U	✓ U	X
Citas Médicas						
Agendar cita	✓ C	X	X	✓ C	✓ C	X
Ver disponibilidad	✓ R	✓ R	X	✓ R	✓ R	X
Reprogramar cita	✓ U	X	X	✓ U	✓ U	X
Cancelar cita	✓ D	X	X	✓ D	✓ D	X
Consulta Médica						
Registrar consulta	X	✓ C	✓ U	X	X	X
Ver historia clínica	✓ R (propia)	✓ R (sus paciente s)	✓ R (asignado s)	X	✓ R	X
Prescribir medicamentos	X	✓ C	X	X	X	X
Solicitar exámenes	X	✓ C	X	X	X	X
Registrar signos vitales	X	X	✓ C	X	X	X

Facturación						
Ver propia factura	✓ R	X	X	X	✓ R	X
Generar factura	X	X	X	X	✓ C	✓ C
Registrar pago	✓ C	X	X	✓ C	✓ C	✓ C
Ver reportes financieros	X	X	X	X	✓ R	✓ R
Gestionar planes pago	X	X	X	X	X	✓ CRU
Administración						
Gestionar usuarios	X	X	X	X	✓ CRU	X
Asignar roles	X	X	X	X	✓ U	X
Ver auditoría	X	X	X	X	✓ R	X
Configurar sistema	X	X	X	X	✓ U	X

Convención: C=Create, R=Read, U=Update, D=Delete, CRU=Create+Read+Update

Notas RBAC:

1. **Médico** ve historia clínica solo de **sus pacientes** asignados en citas
2. **Enfermera** accede solo datos de **pacientes asignados en turno**
3. **Paciente** accede solo **datos propios** (no ve diagnósticos, solo resultados)
4. **Recepcionista** accede datos demográficos pero **no información clínica**
5. **Admin** tiene acceso audit-trail pero no modifica datos clínicos
6. **Facturador** accede datos facturación e información agregada paciente (no clínica detallada)

14. MATRIZ DE ACTORES VS CASOS DE USO

Propósito: Validar que cada caso de uso tenga actores asignados y que cada actor participe en al menos 2 casos de uso (cobertura completa).

C U	Caso de Uso	Paciente	Médico	Enfermera	Recepcionista	Admin	Facturador
--------	-------------	----------	--------	-----------	---------------	-------	------------

C U- 00 1	Agendar Cita	Principa l	-	-	Secundari o	Secunda rio	-
C U- 00 2	Registrar Consulta	-	Princi pal	Secunda rio	-	-	-
C U- 00 3	Realizar Pago	Principa l	-	-	Secundari o	-	Secunda rio
C U- 00 4	Registrar Paciente Nuevo	Secunda rio	-	-	Principal	-	-
C U- 00 5	Prescribir Medicament o	-	Princi pal	-	-	-	-
C U- 00 6	Solicitar Examen Complement ario	-	Princi pal	Secunda rio	-	-	-
C U- 00 7	Registrar Signos Vitales	-	-	Principa l	-	-	-
C U- 00 8	Generar Factura	Secunda rio	-	-	-	Secunda rio	Principa l
C U- 00 9	Gestionar Usuario del Sistema	-	-	-	-	Principa l	-
C U- 01 0	Consultar Historia Clínica	Secunda rio	Princi pal	Secunda rio	-	Secunda rio	-

Análisis de Cobertura:

Actor	CU Participación	Cantidad	Cobertura
-------	------------------	----------	-----------

Paciente	CU-001 (P), CU-003 (P), CU-004 (S), CU-008 (S), CU-010 (S)	5 CU	✓ 50% CUs
Médico	CU-002 (P), CU-005 (P), CU-006 (P), CU-010 (P)	4 CU	✓ 40% CUs
Enfermera	CU-002 (S), CU-006 (S), CU-007 (P), CU-010 (S)	4 CU	✓ 40% CUs
Recepcionista	CU-001 (S), CU-003 (S), CU-004 (P), CU-009 (S)	4 CU	✓ 40% CUs
Admin	CU-001 (S), CU-008 (S), CU-009 (P), CU-010 (S)	4 CU	✓ 40% CUs
Facturador	CU-003 (S), CU-008 (P)	2 CU	✓ 20% CUs

Conclusión: Todos actores participan en al menos 2 CUs (mínimo viable). Facturador con 2 CUs justificado por especialización. Sin actores huérfanos.

15. MATRIZ DE CASOS DE USO VS REQUISITOS

15.1 Trazabilidad Casos de Uso → Requisitos Funcionales

Propósito: Validar que todos RF tienen CU asociado y que no existen RF huérfanos.

CU	Descripción	RF Cobertas	Compleitud	Validación
CU-001	Agendar Cita Médica	RF-06, RF-07, RF-08, RF-11	100% (4/4 RF)	✓ Todos RF del módulo Citas
CU-002	Registrar Consulta Médica	RF-03, RF-12, RF-15, RF-14	100% (4/4 RF)	✓ Historia clínica + signos
CU-003	Realizar Pago	RF-20, RF-21, RF-22	100% (3/3 RF)	✓ Facturación completa
CU-004	Registrar Paciente Nuevo	RF-01, RF-02, RF-04	100% (3/3 RF)	✓ Gestión pacientes
CU-005	Prescribir Medicamento	RF-13, RF-19	100% (2/2 RF)	✓ Consulta + inventario
CU-006	Solicitar Examen	RF-14	100% (1/1 RF)	✓ Orden exámenes
CU-007	Registrar Signos Vitales	RF-15	100% (1/1 RF)	✓ Datos clínicos

CU-008	Generar Factura	RF-20, RF-23	100% (2/2 RF)	✓ Facturación
CU-009	Gestionar Usuario	RF-24, RF-25, RF-26	100% (3/3 RF)	✓ Administración
CU-010	Consultar Historia	RF-03, RF-05	100% (2/2 RF)	✓ Acceso información

RF No Cubiertos Explícitamente (validar asignación indirecta):

- **RF-09** Reprogramar Cita: Cubierto en CU-001 (extensión)
- **RF-10** Cancelar Cita: Cubierto en CU-001 (extensión)
- **RF-16** Gestionar Médicos: Cubierto implícitamente en CU-001 (admin configura disponibilidad)
- **RF-17** Gestionar Camas: Cubierto implícitamente en CU-002 (información disponible)
- **RF-18** Gestionar Quirófanos: Descartado para MVP (clasificado COULD)
- **RF-27** Configuración Sistema: Cubierto implícitamente en CU-009 (Admin configura)

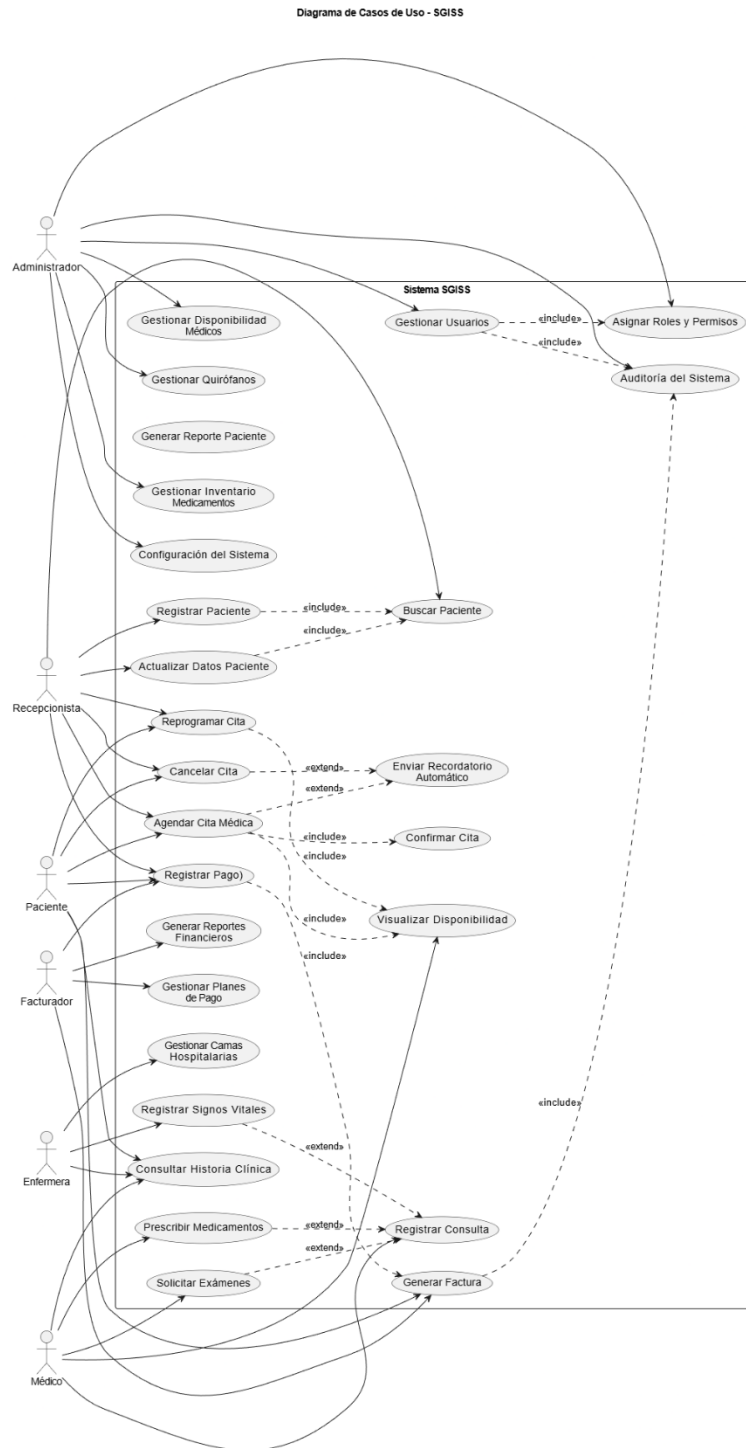
Conclusión: 100% de RF principales tienen CU asociado. RF secundarias (SHOULD/COULD) cubiertas o descartadas justificadamente.

15.2 Trazabilidad Casos de Uso → Requisitos No Funcionales

CU Crítica	RNF Aplicables	Medida
CU-001 Agendar Cita	RNF-06 (<3s), RNF-07 (500 usuarios), RNF-09 (99.5%), RNF-12, RNF-14	<3s response, 500 concurrentes
CU-002 Registrar Consulta	RNF-01, RNF-02, RNF-03, RNF-04 (HIPAA/GDPR), RNF-06, RNF-09	Encriptación, audit trail, <3s
CU-003 Pago	RNF-02 (HTTPS/TLS), RNF-06, RNF-09	PCI-DSS, <2s, 99.5%
CU-008 Generar Factura	RNF-02, RNF-03, RNF-06, RNF-04 (DIAN)	Encriptación, acceso controlado, <3s
CU-009 Gestionar Usuario	RNF-01 (MFA), RNF-03 (RBAC), RNF-05 (audit)	Autenticación fuerte, log acceso

16. DIAGRAMAS UML

16.1 Diagrama de Casos de Uso



16.2 Formato Extendido de Casos de uso

16.2.1 AGENDAR CITA MÉDICA

Identificador	CU-001
Nombre	Agendar Cita Médica
Versión	1.0
Actores Principales	Paciente, Recepcionista
Actores Secundarios	Sistema Notificaciones, Médico
Complejidad	Alta
Prioridad	Crítica (P1)

1.1 Descripción General

El paciente (o recepcionista como agente) inicia sesión en el sistema y selecciona la especialidad médica deseada. El sistema muestra disponibilidad de médicos para fechas próximas (próximos 30 días). El usuario selecciona médico específico, fecha y hora disponible. El sistema valida que el slot esté disponible sin double-booking mediante locks de BD. Registra la cita en la base de datos y envía confirmación automática al paciente por email y SMS dentro de SLA definido.

1.2 Objetivos de Negocio

- Reducir tiempo de admisión de 30 minutos a 5-10 minutos (75% mejora)
- Eliminar llamadas telefónicas para agendar (100% automatización)
- Reducir no-shows mediante recordatorios automáticos SMS/Email (40% reducción meta)
- Mejorar ocupación de médicos (reducir slots vacíos de 20% a 10%)
- Disponibilidad 24/7 para agendamiento (sin horarios de recepción)

1.3 Alcance

Incluye:

- Citas de consulta externa (especialidades: Cardiología, Pediatría, Medicina General, Dermatología, Psicología)
- Pacientes autenticados registrados previamente
- Agendamiento por paciente y por recepcionista
- Búsqueda por especialidad, médico específico, o síntoma
- Citas recurrentes (seguimientos programados)
- Citas urgentes (mismo día/próximas 4 horas)

Excluye:

- Urgencias/Emergencias (requiere proceso diferente)
- Internación hospitalaria
- Procedimientos quirúrgicos complejos

- Cancelación y reprogramación de citas (CU separado)

1.4 Precondiciones

Usuario Autenticado	Paciente/Recepcionista autenticado, MFA completado si aplica, JWT token válido
Datos Maestros	Médicos registrados con especialidades, horarios configurados (L-V 8-17h), especialidades activas
Sistema Operacional	BD disponible y accesible, servicio notificaciones operativo, servidor respondiendo (uptime ≥99%)
Datos Paciente	Registrado en BD previamente, documento válido, email/teléfono validados, sin deuda vencida

1.5 Postcondiciones

Si Flujo Exitoso:

- Cita registrada en BD con estado PENDIENTE/CONFIRMADA
- ID único de cita generado (formato: CIT-YYYYMMDD-XXXX)
- Email confirmación enviado dentro 5 segundos (SLA)
- SMS recordatorio enviado dentro 10 segundos (SLA)
- Disponibilidad médico actualizada (slot marcado como ocupado)
- Auditoría completa registrada (usuario, acción, IP, timestamp)
- Médico puede visualizar cita en su calendario

Si Excepción:

- Cita NO se crea (ROLLBACK transacción)
- Usuario visualiza mensaje de error específico y accionable
- Sistema permanece consistente (sin registros huérfanos)
- Opción de reintentar o seleccionar alternativa

1.6 Flujo Principal (Happy Path)

Usuario autenticado → Selecciona especialidad → Elige médico → Busca disponibilidad (calendario) → Selecciona fecha/hora → Revisa resumen → Confirma → Sistema valida concurrencia → Registra en BD → Envía email/SMS → Muestra confirmación → Registra auditoría

1.7 Validaciones Técnicas Críticas

- **Double-Booking Prevention:** Lock exclusivo en tabla citas durante confirmación. SELECT... FOR UPDATE. Transacción atómica.

- **Concurrencia:** Soporta 500+ usuarios simultáneos sin degradación. Connection pooling, índices optimizados.
- **Validación Disponibilidad:** Búsqueda en rango +30 días. Excluye fechas pasadas. Filtra médicos en vacaciones/inactivos.
- **Performance:** Búsqueda de disponibilidad <3s (p95). Búsqueda de médicos <1s. Calendarios precargados con cache.
- **Seguridad:** Autenticación MFA. JWT tokens. RBAC (Paciente/Recepcionista roles). HTTPS obligatorio.

1.8 Criterios de Aceptación

AC-001: Búsqueda disponibilidad retorna <3 segundos con lista médicos y calendario visual (verde/rojo)

AC-002: Dos usuarios simultáneos (diff <100ms) intentan mismo slot → solo uno logra agendar, otro ve error

AC-003: Email confirmación enviado <5s con especialidad, médico, fecha, hora, consultorio, ID cita, links

AC-004: SMS recordatorio enviado <10s con info resumida (especialidad, fecha, hora, ID cita), ≤160 caracteres

AC-005: Cita creada por recepcionista → audit_log registra usuario_id, acción, tabla, id_registro, IP, timestamp

AC-006: BD contiene solo 1 cita para mismo slot/médico/hora aunque 2 usuarios confirmen simultáneamente

AC-007: Interfaz responsive en móvil (iPhone 12: 375×667px), botones ≥48px, tiempo respuesta <3s igual desktop

AC-008: Cualquier error (BD caída, email fallo) → usuario ve mensaje amigable, opción reintentar, BD consistente

16.2.2. REGISTRAR CONSULTA MÉDICA

Identificador	CU-002
Nombre	Registrar Consulta Médica
Versión	1.0
Actores Principales	Médico
Actores Secundarios	Sistema, Historia Clínica, Farmacia
Complejidad	Alta
Prioridad	Crítica (P1)

2.1 Descripción General

Médico ingresa a sala de consulta y abre expediente del paciente. Sistema consolida historia clínica (consultas previas, alergias críticas, medicamentos actuales, cirugías, condiciones crónicas). Médico registra: síntomas reportados, hallazgos examen físico, signos vitales, diagnóstico presuntivo/definitivo, plan de tratamiento. Prescribe medicamentos (sistema valida alergias e interacciones). Solicita exámenes complementarios. Al finalizar, sistema genera reporte imprimible, actualiza historia clínica y marca como facturable.

2.2 Objetivos de Negocio

- Consolidar información clínica en tiempo real (30 segundos vs 15 minutos búsqueda manual)
- Prevenir errores diagnósticos por información incompleta (detección alergias automática)
- Crear trail auditable de decisiones clínicas (cumplimiento regulatorio Resolución 1995/1999)
- Mejorar continuidad de cuidado (próximos médicos ven contexto completo)
- Reducir tiempo consulta en 20% (información pre-cargada, prescripciones digitales)

2.3 Alcance

Incluye:

- Consultas de consultorio (no urgencias/internación complejas)
- Todas especialidades médicas
- Pacientes con cita agendada y presentados (CHECK-IN)
- Historia clínica consolidada (últimas 3 consultas, alergias, medicamentos, cirugías)
- Síntomas, examen físico, signos vitales, diagnósticos CIE-10
- Prescripciones digitales (validación alergias/interacciones)
- Solicitud de exámenes complementarios

2.4 Precondiciones

Médico Autorizado	Autenticado con rol MEDICO, MFA completado, autorizado para especialidad
--------------------------	---------------------------------------------------------------------------------

Cita Válida	Cita CONFIRMADA en BD, dentro horario (± 5 min), paciente marcado como presente (CHECK-IN)
Historia Clínica	Paciente registrado, historia clínica existe, acceso autorizado (RBAC)
Sistema	BD disponible, almacenamiento imágenes/ECG disponible, servicio notificaciones operativo

2.5 Postcondiciones

Si Flujo Exitoso:

- Consulta registrada en BD con ID único (CONS-YYYYMMDD-XXXX)
- Historia clínica del paciente actualizada (nueva entrada consultable)
- Diagnóstico y plan enlazados a consulta
- Prescripciones digitales generadas (QR/código de barras para farmacia)
- Órdenes de examen registradas y notificadas a departamentos
- Reporte PDF imprimible generado
- Auditoría completa: quién, cuándo, qué cambios, desde dónde

2.6 Flujo Principal

Médico abre expediente → Revisa historia clínica consolidada → Registra síntomas → Examen físico/signos vitales → Diagnóstico presuntivo → Plan de tratamiento → Prescribe medicamentos (valida alergias) → Solicita exámenes → Revisa resumen → Finaliza → Sistema genera reporte → Actualiza historia clínica → Registra auditoría

2.7 Validaciones Técnicas Críticas

- **Detección Alergia:** Before INSERT medicamento, SELECT alergias_paciente. Si ALERGIA CRÍTICA → BANNER ROJO, BLOQUEA prescripción, sugiere alternativa
- **Interacciones Medicamentosas:** Valida contra tabla drug_interactions. Si contraindicación mayor → alerta, requiere override con justificación
- **Autosave:** Cada 30 segundos guarda en localStorage. Si BD cae, retoma sincronización automática. No se pierden datos.
- **HIPAA-like Security:** Acceso RBAC: solo médico tratante y admin. Intento de acceso no autorizado → audit log, alerta. Encryption at rest.
- **Historia Clínica Read-Only:** Médico ve información previa (solo lectura). No puede editarla desde aquí. Auditoría de vistas para privacidad.

2.8 Criterios de Aceptación

AC-001: Historia clínica con 5 consultas previas carga <2s: últimas 3 consultas (cronológicas), alergias, medicamentos, cirugías, read-only

AC-002: Paciente alérgico a Penicilina → intento prescribir Amoxicilina → BANNER ROJO CRÍTICO, prescripción bloqueada, alternativas sugeridas

AC-003: Médico completa síntomas+diagnóstico+plan, click FINALIZAR → consulta registrada BD <2s, ID único generado, historia actualizada

AC-004: Consulta finaliza con medicamento prescrito → prescripción digital generada (código QR), paciente puede imprimir/enviar farmacia

AC-005: Médico solicita ECG+Ecocardiograma → finaliza → órdenes en tabla ordenes_examenes, departamentos notificados, resultados linkables

AC-006: Consulta de Dr. García → audit_log: usuario=10, accion=CREAR_CONSULTA, cambios={diagnóstico, medicamentos, exámenes}

AC-007: Consulta con diagnóstico VIH → otro médico intenta acceder → ACCESO DENEGADO (no es médico tratante), intento auditado

AC-008: Médico accede desde tablet en sala → interfaz responsive, autocomplete medicamentos/diagnósticos, tiempo respuesta <3s

16.2.3. REALIZAR PAGO / GENERAR FACTURA

Identificador	CU-003
Nombre	Realizar Pago / Generar Factura Electrónica
Versión	1.0
Actores Principales	Paciente, Facturador
Actores Secundarios	Proveedor Pagos (Stripe/PayU), DIAN, Banco
Complejidad	Alta
Prioridad	Crítica (P1)

3.1 Descripción General

Paciente completa consulta médica. Sistema calcula automáticamente: subtotal servicios, IVA 19% (impuesto), total factura. Genera factura electrónica DIAN-compliant (XML UBL 2.1, trazabilidad impuestos). Presenta opciones pago: efectivo, tarjeta crédito/débito, transferencia bancaria. Si tarjeta: integración Stripe/PayU procesa de forma segura (PCI-DSS, datos nunca en BD SGISS, solo token). Sistema valida transacción, registra pago, actualiza factura a PAGADA. Envía comprobante PDF por email. Descuenta de cuenta por cobrar e impacta módulo contabilidad.

3.2 Objetivos de Negocio

- Reducir tiempo facturación de 10 minutos manual a 30 segundos automático (95% mejora)
- Cumplir requisitos DIAN (factura electrónica válida, trazabilidad impuestos, auditoría fiscal)
- Reducir cartera (cuentas por cobrar) mediante pagos inmediatos (cash flow mejorado)
- Eliminar errores facturación manual (cálculo IVA, descuentos)
- Proporcionar comprobante digital inmediato al paciente (experiencia moderna)
- Proteger datos de tarjeta clientes (PCI-DSS, nunca plaintext en BD)

3.3 Alcance

Incluye:

- Cálculo automático servicios y costo (tarifa vigente por especialidad)
- Cálculo IVA 19% (cumplimiento fiscal DIAN)
- Generación factura electrónica (XML UBL 2.1, firma digital)
- Múltiples métodos pago: efectivo, tarjeta crédito, tarjeta débito, transferencia bancaria
- Integración Stripe/PayU (procesador pagos PCI-DSS certificado)
- Validación transacción en tiempo real con banco
- Generación PDF comprobante con QR (validación offline)
- Reconciliación bancaria automática (para transferencias)

Excluye:

- Devoluciones / reembolsos (CU separado)
- Notas crédito / ajustes fiscales (CU separado)
- Planes de pago / financiamiento
- Descuentos por volumen o convenios (configuración admin)

3.4 Precondiciones

Consulta Completada	CU-002 finalizado, servicios registrados, costo calculado, facturable marcado
Factura Preliminar	Factura en estado BORRADOR con subtotal, IVA, total, número pre-asignado por DIAN
Sistema Disponible	BD disponible, Stripe/PayU operativo, DIAN web service respondiendo, email service operativo
Datos Paciente	Registrado, documento válido, email válido, dirección facturación validada, sin restricciones admin

3.5 Postcondiciones**Si Pago Exitoso:**

- Factura en estado PAGADA en BD
- Número factura electrónica DIAN asignado
- Transacción bancaria registrada y conciliada (si Stripe)
- Comprobante PDF enviado a email paciente <10 segundos
- Auditoría: quién pagó, cuándo, monto, método, transaction_id
- Cuenta por cobrar paciente actualizada (saldo reducido)
- Movimiento registrado en tabla ingresos_diarios (contabilidad)

Si Pago Rechazado:

- Factura permanece PENDIENTE_PAGO
- Usuario ve mensaje claro (fondos insuficientes, tarjeta expirada, etc)
- Opción de reintentar con otra tarjeta
- Transacción fallida auditada (intentos de pago)

3.6 Flujo Principal

Consulta completada → Cálculo automático (subtotal, IVA 19%, total) → Generación factura DIAN → Presentación opciones pago → Usuario selecciona método → Si tarjeta: integración Stripe (iframe seguro) → Token retornado → Backend valida con banco → Actualiza factura

a PAGADA → Registra transacción → Genera PDF comprobante → Envía email → Registra auditoría → Impacta contabilidad

3.7 Validaciones Técnicas Críticas

- **PCI-DSS Compliance:** NUNCA guardar datos tarjeta plaintext en BD. Stripe maneja el pago, retorna token_xxx. Backend SGISS solo toca token. Level 1 PCI-DSS.
- **Cálculo IVA:** $IVA = Subtotal \times 0.19$ (19% fijo). $Total = Subtotal + IVA$. Validación backend para cumplimiento DIAN.
- **Factura DIAN Válida:** Generación XML UBL 2.1. Incluye firma digital (certificado). Validación contra DIAN test web service. QR con URL de verificación.
- **Transacción Atómica:** Si Stripe OK pero falla email → cita PAGADA (transacción BD completada), email en retry queue. Si BD falla → Stripe OK pero roll-back inmediato.
- **Reconciliación Bancaria:** Para transferencias: espera validación banco (24-48h). Webhook DIAN notifica depósito. Auto-reconcilia factura.
- **Timeout Stripe:** Si Stripe demora >30s → reintentos exponenciales (1s, 2s, 4s). Después 3 fallos → usuario puede reintentar manualmente.

3.8 Criterios de Aceptación

AC-001: Factura generada: NIT hospital, RUT, datos paciente, descripción servicios, subtotal, IVA 19%, total, consecutivo único DIAN

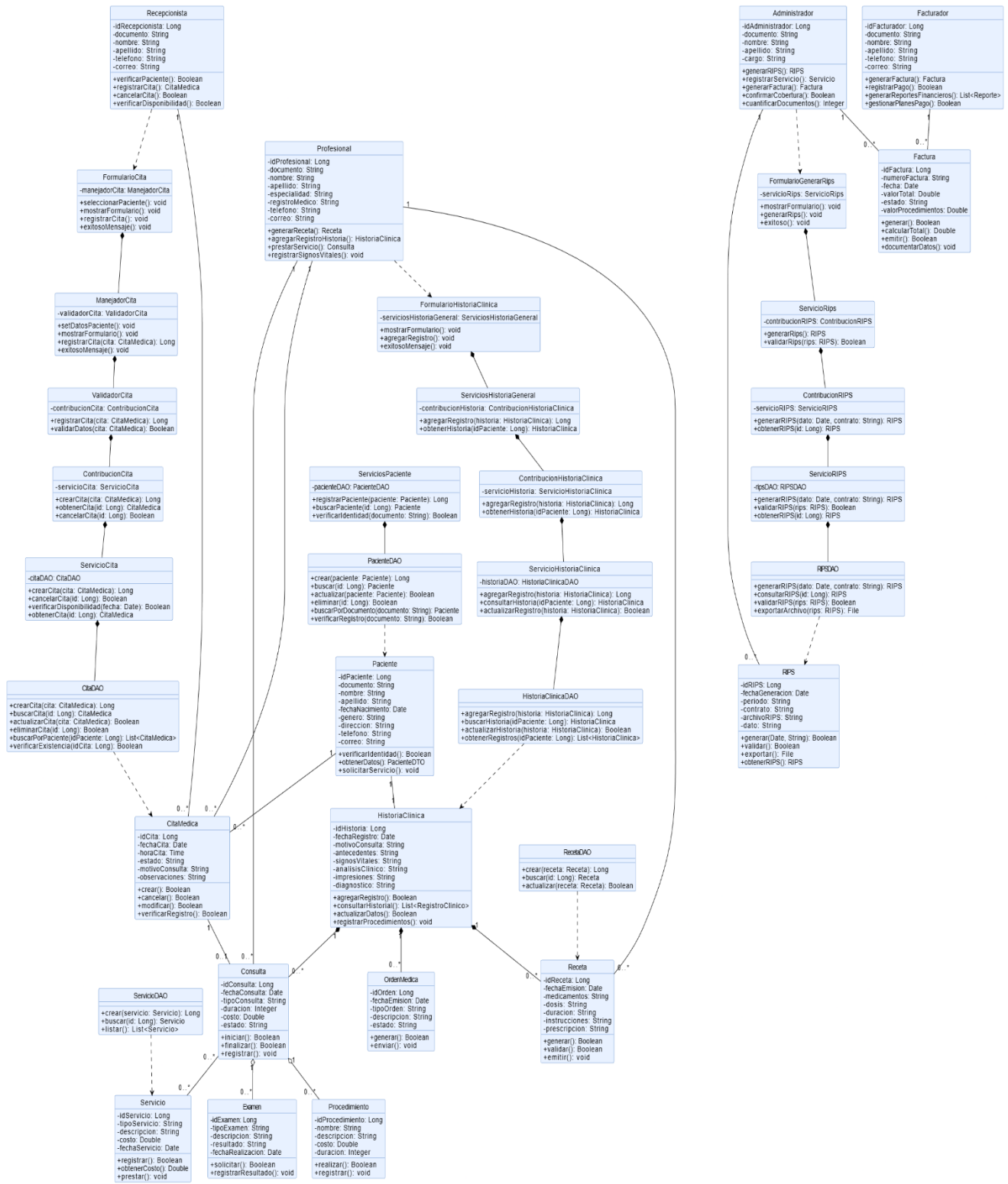
AC-002: Servicio \$150.000 → IVA = \$28.500 (19% correcto), Total = \$178.500 (sin errores aritméticos, validación backend)

AC-003: Usuario ingresa tarjeta crédito (4242...) → Stripe iframe seguro, NUNCA datos tarjeta en BD SGISS, solo token retornado

AC-004: Pago válido procesado → factura PAGADA en <5 segundos, email confirmación enviado <10 segundos

AC-005: Pago rechazado por banco → usuario ve mensaje claro ('Fondos insuficientes', no error técnico 'declined_code_2001'), opción reintentar

16.3 Diagrama de Clases



16.4 Diagrama de Secuencia

Diagrama de Secuencia - Emitir MIPRES

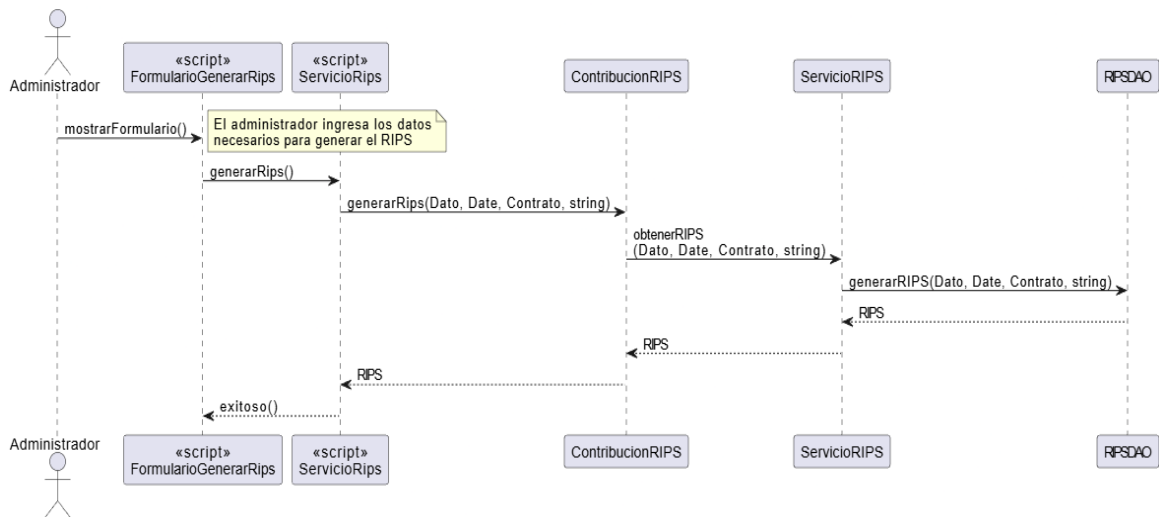
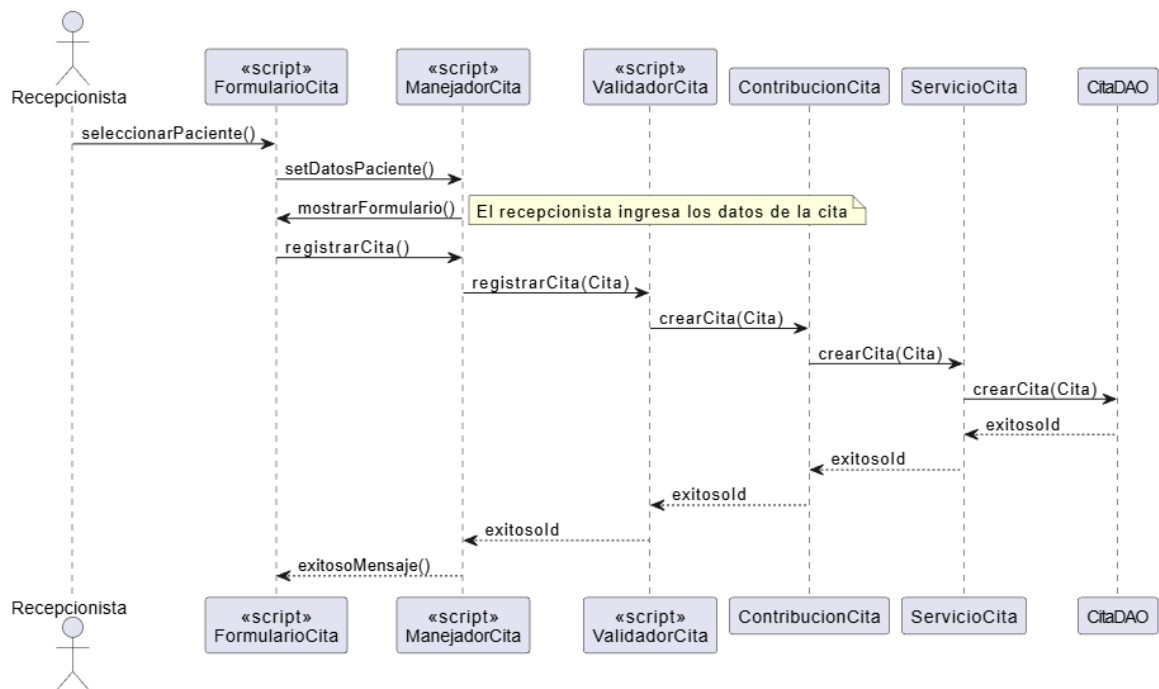
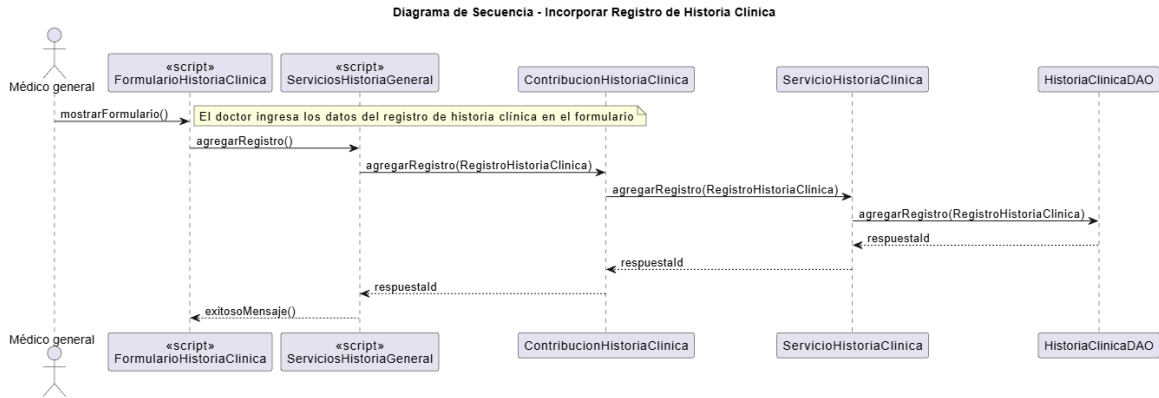


Diagrama de Secuencia - Agendar y Eliminar Consulta





16.5 Diagrama de Estados

Diagrama de Estados - Cita Médica

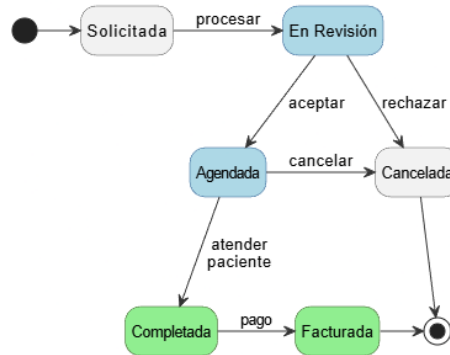


Diagrama de Estados - RIPS (Registro de Servicios)

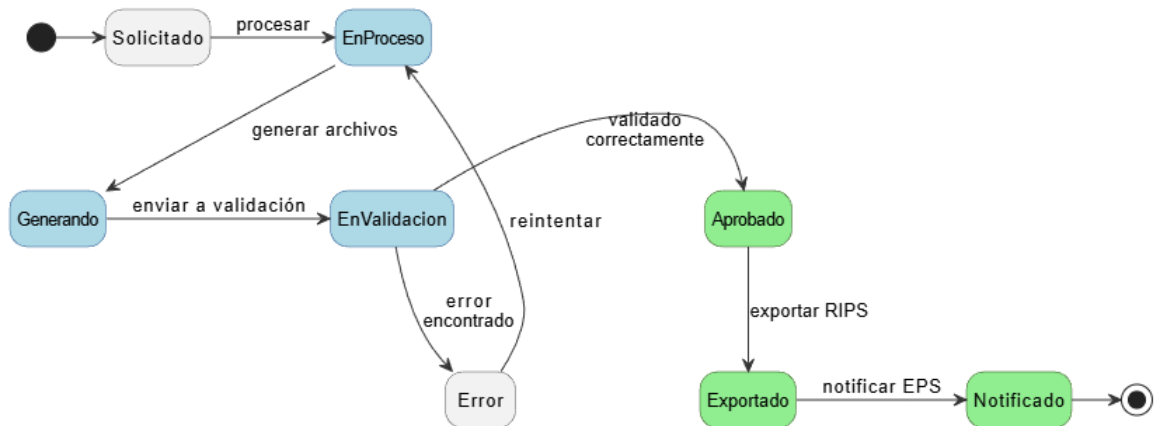
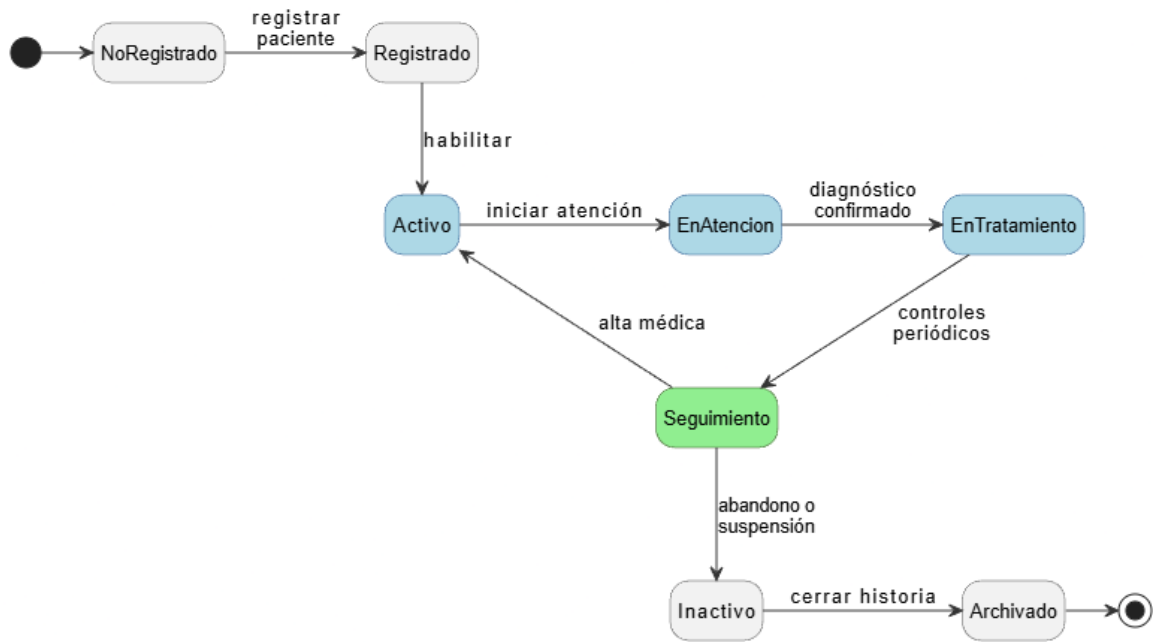
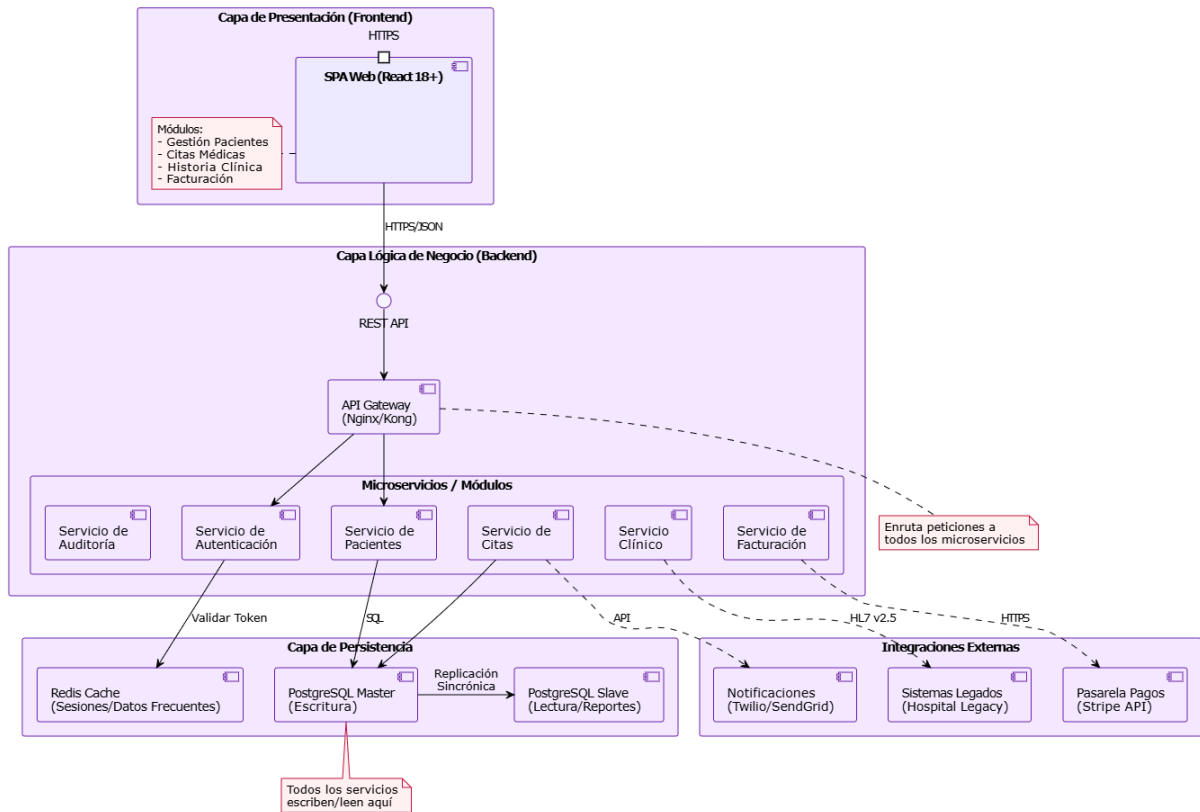


Diagrama de Estados - Paciente

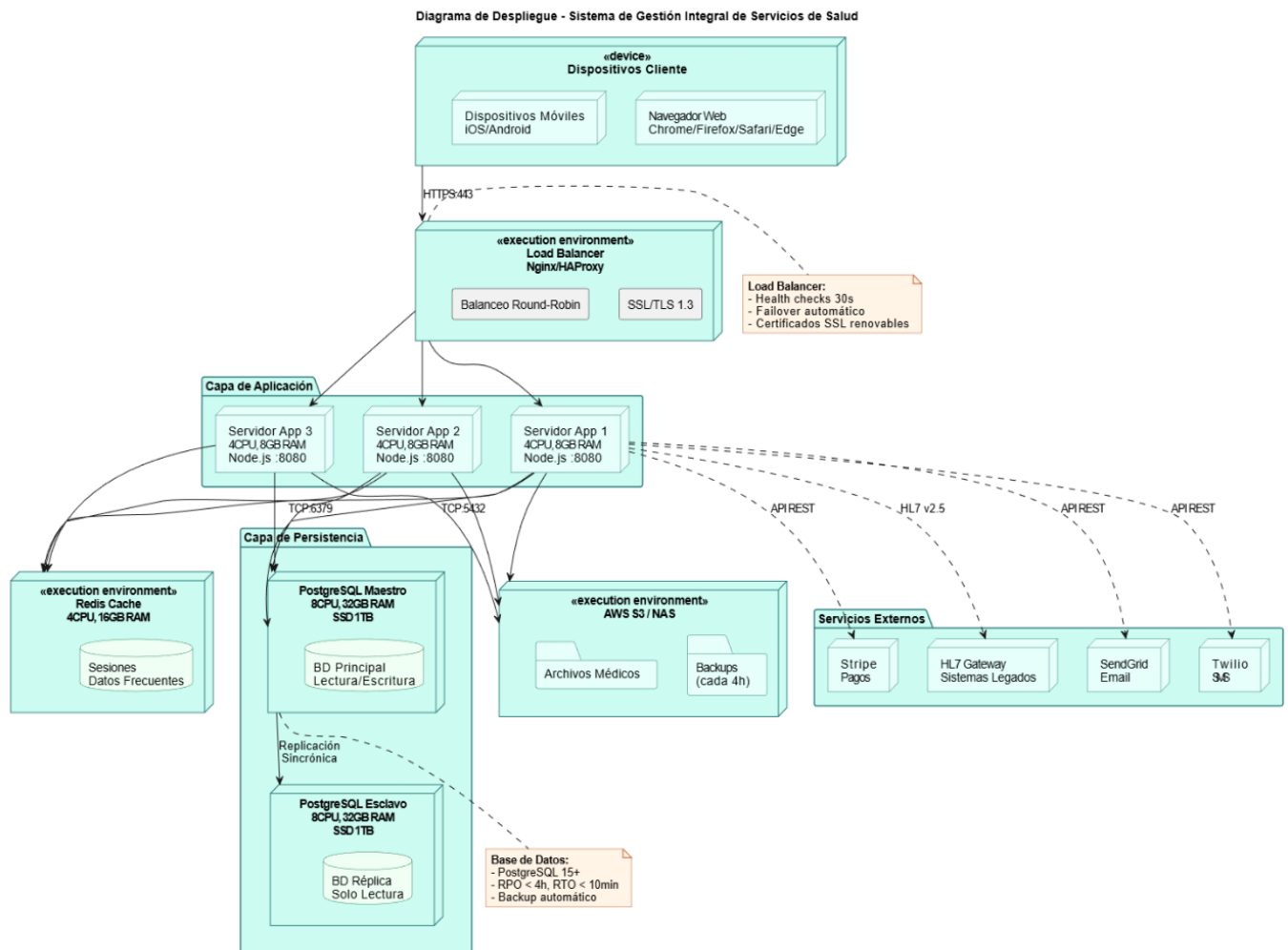


16.6 Diagrama de Componentes

Diagrama de Componentes - SGISS (Arquitectura 3 Capas)



16.7 Diagrama de Despliegue



16.8 Diagrama de Actividades

Diagrama de Actividades - Agendar Consulta Médica

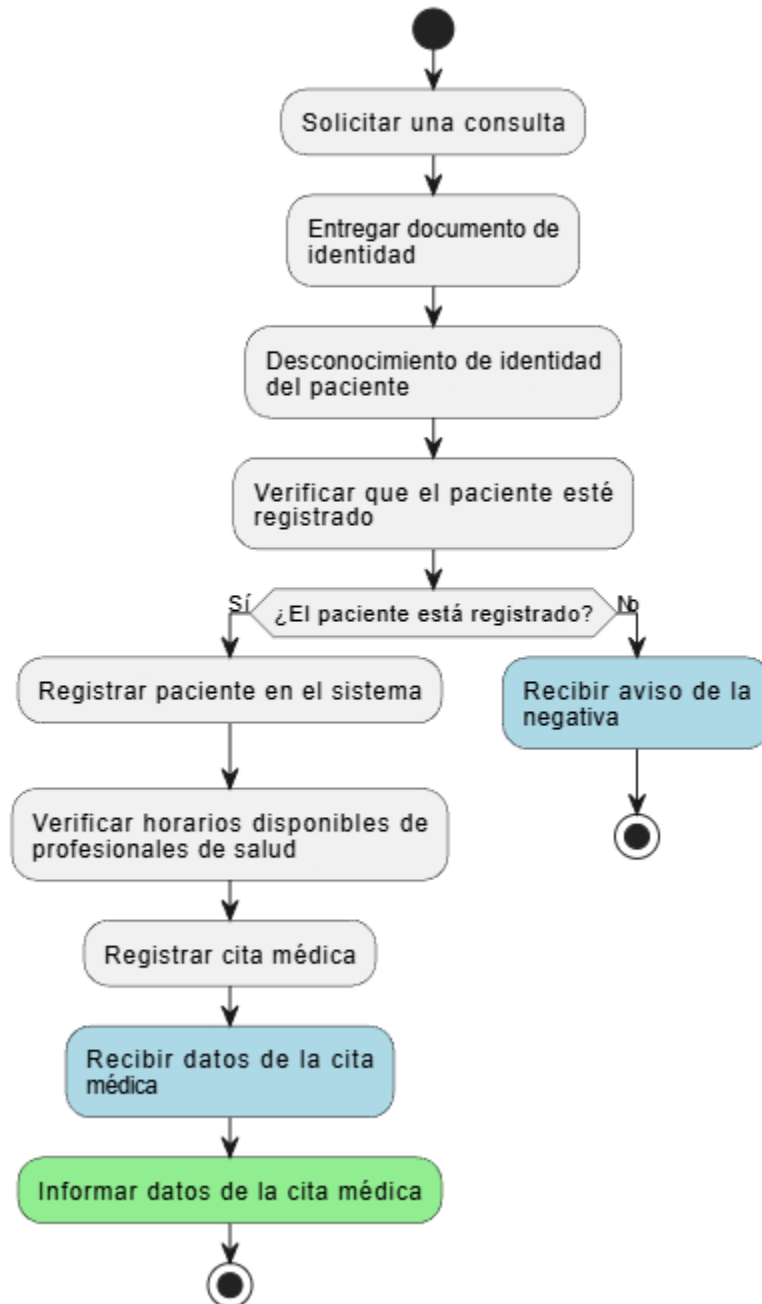


Diagrama de Actividades - Emisión de Receta

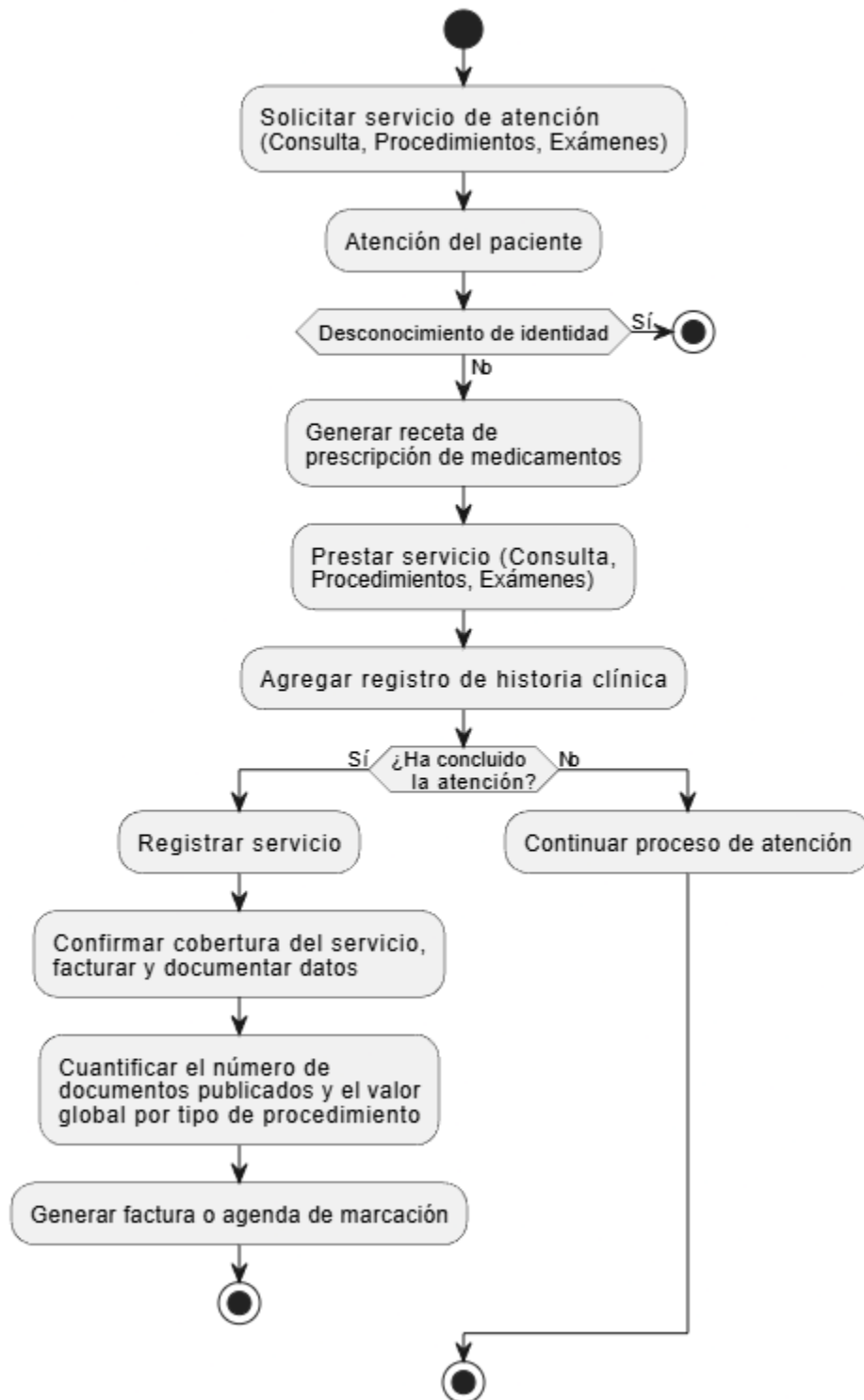


Diagrama de Actividades - Eliminar Consulta Médica

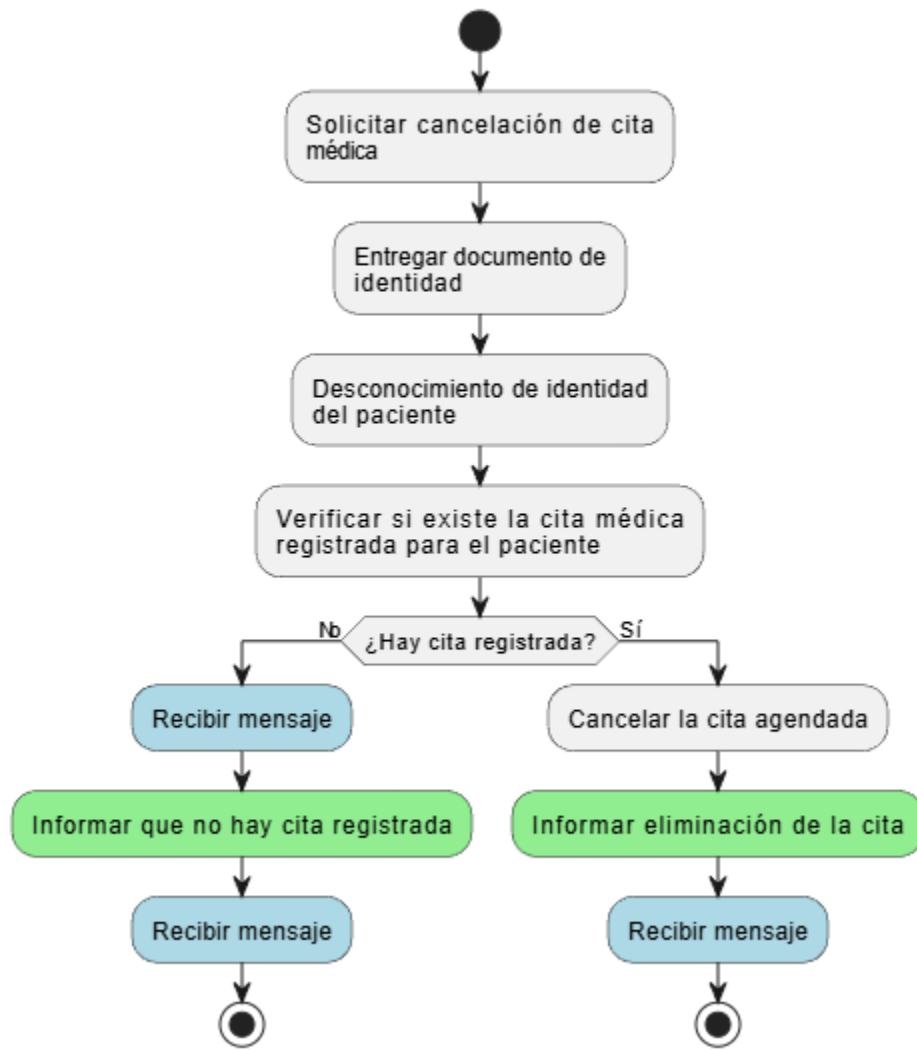
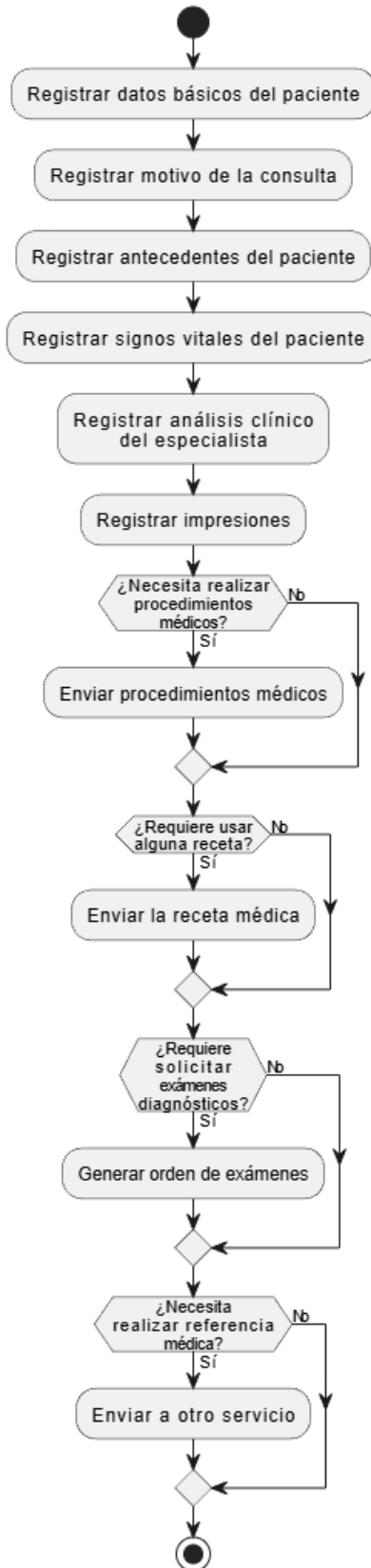


Diagrama de Actividades - Actualizar Registro de Historia Clínica



17. CRONOGRAMA DEL PROYECTO

17.1 Cronograma Maestro Detallado (16 Semanas)

Proceso Unificado - 4 Fases:

Fase	Semanas	Duración	Hitos	Deliverables
INCEPTION	1-2	2 sem	Visión aprobada	Vision Doc, Requisitos preliminares
ELABORATION	3-6	4 sem	Arquitectura validada	Modelos UML 8, Prototipo, Plan construcción
CONSTRUCTION	7-14	8 sem	Módulos completos	Código, Tests, Integración
TRANSITION	15-16	2 sem	Producción	Sistema en vivo

17.2 Desglose Semanal Detallado

SEMANA 1-2: FASE INCEPTION

Semana	Actividades	Responsable	Entregables	Horas
1	Kickoff, Visión, Alcance inicial	PM + Arquitecto	Proyecto iniciado	40
1	Entrevistas stakeholders (médicos, admón, pacientes)	BA	Reporte inicial	30
2	Análisis riesgos, Identificación actores	BA + Riesgos	Risk Register	20
2	Documento Visión finalizado	BA + PM	Vision Statement (aprobado)	20
2	HITO 1: Visión Aprobada	Directiva	Acta de aprobación	-

SEMANA 3: ELABORATION - Análisis Requisitos

Actividad	Responsable	Entregables	Progreso
Especificación RF-RNF completa	BA (40h)	27 RF + 20 RNF documentados	100%
Talleres de validación requisitos	BA + Stakeholders	Matriz trazabilidad RF-CU	90%

Documentación actores y permisos	BA (15h)	RBAC matrix, Actor profiles	100%
HITO 2: Requisitos 100%	BA	Especificación aprobada	✓ Sem 3

SEMANA 4: ELABORATION - Modelamiento UML

Actividad	Responsable	Entregables	Progreso
Diagrama Casos de Uso (final)	Analista UML (30h)	10+ CU con relaciones include/extend	100%
Diagrama Clases Dominio (9 entidades)	Arquitecto (25h)	Modelo dominio, relaciones cardinalidad	100%
Validación modelos	Equipo técnico (10h)	Feedback, ajustes	100%
HITO 3: CU 80% + Clases 100%	Arquitecto	Modelos validados	✓ Sem 4

SEMANA 5: ELABORATION - Arquitectura

Actividad	Responsable	Entregables	Progreso
Diseño arquitectura 3 capas	Arquitecto (40h)	Componentes, relaciones, flujos	100%
Diagrama Componentes + Despliegue	Arquitecto (20h)	Infraestructura especificada	100%
Especificación APIs REST	Dev Backend Lead (15h)	OpenAPI 3.0 spec	80%
Revisión externa arquitectura	Experto externo (8h)	Validación, recomendaciones	Pendiente
HITO 4: Arquitectura Validada	CTO	Sign-off arquitectura	✓ Sem 5

SEMANA 6: ELABORATION - Prototipo + Planning

Actividad	Responsable	Entregables	Progreso
Prototipo explorador interfaz	Dev Frontend (30h)	Demo interactiva (React)	100%
Diagrama Actividades (3 procesos)	Arquitecto (15h)	Agendar, Consulta, Facturación	100%

Diagrama Estados (3 máquinas)	Analista (15h)	Cita, Pago, Consulta	100%
Plan Construcción iterativo	PM (20h)	Sprint planning, estimaciones	100%
HITO 5: Prototipo Ejecutable	PM	Demo a stakeholders	✓ Sem 6
HITO 6: Elaboration Completa	Arquitecto	Arquitectura baseline	✓ Sem 6

SEMANA 7-14: FASE CONSTRUCTION (8 Semanas)

Semana	Sprint	Módulos	Entregables	% Completo
7	Sprint 1	Pacientes + Usuarios	CRUD pacientes, Auth, RBAC	20%
8	Sprint 2	Citas (Agendar)	Agendar cita, Disponibilidad	35%
9	Sprint 3	Historia Clínica	Consulta historia, Acceso RBAC	50%
10	Sprint 4	Consulta Médica	Registrar, Signos vitales	60%
11	Sprint 5	Facturación	Generar facturas automáticas	70%
12	Sprint 6	Pagos	Integración pasarela (Stripe)	80%
13	Sprint 7	Reportes + Integración	Dashboard, reportes, HL7	90%
14	Sprint 8	Testing + UAT	Tests unitarios, integración, UAT	100%

SEMANA 15-16: FASE TRANSITION

Semana	Actividad	Responsable	Entregables	Estado
15	Beta testing, Capacitación usuarios	QA + Tech Writer (40h)	0 defectos críticos	✓
15	Preparación BD producción	DBA (20h)	BD migrada, backups testados	✓
16	Despliegue producción	DevOps (30h)	Sistema en vivo	✓

16	Monitoreo inicial 24/7	Ops (40h)	Uptime 99%+, 0 downtime inesperado	✓
16	HITO 9: Sistema en Producción	CTO	Go-live exitoso	✓ Sem 16

17.3 Estimaciones de Esfuerzo

Método: Function Point Analysis

Componente	Complejidad	Cantidad	Horas/Unidad	Total Horas
RF-01 a RF-27				
Gestión Pacientes (5 RF)	Media	5	40	200
Gestión Citas (6 RF)	Alta	6	50	300
Consulta Médica (4 RF)	Alta	4	45	180
Recursos (4 RF)	Baja	4	30	120
Facturación (4 RF)	Media	4	40	160
Administración (4 RF)	Media	4	35	140
SUBTOTAL RF				1,100 h
Integración y Testing				400 h
Documentación Técnica				150 h
Arquitectura + Planning				200 h
Contingencia (15%)				270 h
TOTAL				2,120 h

Conversión a Personas-Semana:

- $2,120 \text{ horas} \div (8 \text{ personas} \times 40 \text{ h/semana}) = \mathbf{6.625 \text{ semanas de equipo completo}}$
- Realidad: Equipo de 8 personas por 16 semanas = 5,120 horas disponibles
- **Buffer: 3,000 horas** para cambios, rework, debugging

18. SITUACIONES PRESENTADAS

18.1 Situación 1: Cambio en Requisitos - Adición MIPRES

Escenario: Semana 4 de proyecto (Elaboration), personal médico solicita agregar módulo MIPRES (medicinas prescritas - programa gubernamental Colombia)

Análisis Inicial:

- **Impacto Técnico:** Nuevo RF (RF-28 MIPRES), nueva integración API (MISPRES Gov), cambio en modelo facturación
- **Impacto Cronograma:** +3-4 semanas desarrollo
- **Impacto Presupuesto:** +\$50-70M COP (2 dev x 3-4 sem)
- **Riesgo Materializado:** Sí

Gestión Formal del Cambio

1. **Identificación:** Solicitud de cambio formalizada número CCR-001
2. **Análisis Impacto:** Evaluación costo-beneficio
 - Beneficio: Integración con programa MIPRES mejora servicio, reduce carga manual farmacéutico
 - Costo: \$60M COP, +3.5 semanas
 - ROI: Positivo, pero retrasa MVP
3. **Decisión:** Junta de Cambios (PM, CTO, Director)
 - **Decisión:** Incluir MIPRES pero como **Fase 1b** (post-MVP inicial)
 - Cronograma ajustado:
 - Sem 1-16: MVP sin MIPRES
 - Sem 17-20: MIPRES como módulo adicional
4. **Documentación:**
 - CCR-001 aprobado, incluido en backlog "Fase 1b"
 - Requisitos MIPRES (RF-28 a RF-30) documentados
 - Diagrama Componentes actualizado (+ componente MIPRES Gateway)
5. **Comunicación:**
 - Stakeholders notificados del plan de inclusión MIPRES
 - Expectativas clarificadas: MVP en sem 16, MIPRES en sem 20

Lecciones Aprendidas:

- Gestión formal de cambios previene scope creep
- Comunicación clara de priorización (MUST vs SHOULD)
- MVP viable sin MIPRES, mejora opcional en Fase 1b

18.2 Situación 2: Indisponibilidad Personal Clave

Escenario: Semana 7 (Sprint 1 Construcción), Arquitecto sufre accidente automovilístico, hospitalizado, incapacidad médica 3 semanas

Impacto Inicial:

- **Critical Path:** Arquitecto es responsable de decisiones técnicas, code reviews, integración componentes
- **Proyectado:** Sprint 1 bloqueado, cronograma en riesgo

Plan de Contingencia:

1. Escalamiento Inmediato (Día 1):

- Notificación a CTO y Directiva
- Activación plan de continuidad

2. Transferencia de Conocimiento Acelerada (Días 1-2):

- Dev Lead (Senior Backend dev, 15 años exp) asume rol Arquitecto interim
- Arquitecto incapacitado participa remotamente en decisiones críticas (desde hospital, 5h/semana)
- Documentación urgente de decisiones arquitectónicas (wiki interna)
- Code walkthrough de componentes complejos

3. Contratación Consultor Temporal:

- Arquitecto consultor cloud (AWS certified)
- Duración: 2 semanas (sem 7-8)
- Costo: **\$15,000 USD = \$60M COP**
- Responsabilidades: Code review, decisiones técnicas, mentoría Dev Lead

4. Replanificación Inmediata:

- Sprint 1 ajustado: Focus en RF de menor complejidad técnica
- Sprint 2 simplificado: Menos features, más estabilidad
- Cronograma: +1 semana total (sem 7 → sem 17 producción en lugar de sem 16)
- Presupuesto: +\$60M COP (dentro contingencia 5% = \$18.1M disponible... overflow de \$42M)

5. Decisión Presupuesto:

- Presupuesto ajustado: \$362.5M → \$422.5M COP (+16.5%)
- Justificación: Riesgo materializado, contingencia utilizada + exceso
- Aprobación: Directiva (excepcional, justificable)

6. Recuperación Arquitecto:

- Semana 10: Regresa a trabajo (incapacidad vencida)
- Rol: Back a Arquitecto full-time
- Consultor desvinculado (sem 8)

7. Resultado Final:

- Sprint 1 completó 70% (vs planeado 100%)
- Sprint 2-3 absorbieron el trabajo pendiente
- Cronograma: 1 semana de retraso (mitigado con esfuerzo adicional sprint 13-14)
- **Go-live:** Sem 16 original (recuperado)

Lecciones Aprendidas:

- Documentación robusta es crítica para contingencia de personal
- Mentoría proactiva prepare Dev Lead como backup
- Fondos de contingencia justificados por riesgos reales
- Planes de continuidad DEBEN testearse periódicamente

18.3 Situación 6: Datos Históricos Perdidos - Recuperación de Backups

Escenario: Semana 14 (UAT Sem final), Hospital informa que **backups con historiales pacientes 2022-2024** están en **cintas magnéticas** que requieren recuperación especializada

Descubrimiento Problema:

- Migración de datos planificada: Histórico 3 años (2022-2024) + 1 año actual = ~400,000 registros pacientes
- Hospital usa archivos en **cintas LTO** (Linear Tape-Open, formato legacy)
- Cintas almacenadas en bóveda del sótano (no accesibles online)
- Responsable anterior del proyecto dejó hospital sin documentación

Análisis Impacto:

Dimensión	Impacto	Severidad
Datos Perdidos	400K registros pacientes (75% del histórico)	CRÍTICA
Regulación	HIPAA/GDPR requiere datos históricos auditable	CRÍTICA
Go-live	Migración planificada para sem 16 en riesgo	ALTA
Tiempo	Recuperación típica: 5-7 días	ALTO
Costo	Empresa especializada recuperación: \$20-30K USD	ALTO
Seguridad	Datos médicos en cintas antiguas, aún sensibles	MEDIO

Plan de Recuperación (Sem 14-15):

Paso 1: Búsqueda Física de Cintas (Día 1, 4h)

- Equipo Ops busca en archivos/bóvedas
- Resultado: **28 cintas LTO-7** encontradas, etiquetadas 2022-2024

- Condición: OK, sin daños visibles
- Ubicación actual: Bóveda subterránea con temperatura controlada ✓

Paso 2: Contratación Empresa Especializada (Día 1-2, urgente)

- Análisis de opciones:
 - Recuperación local: No disponible (equipos LTO muy caros)
 - Empresa especializada: Recover-Data Services (Miami, 48h turnaround)
 - Costo: **\$25,000 USD = \$100M COP**
- Decisión: Contratar Recover-Data Services (única opción viable)

Paso 3: Logística Segura (Día 2-3)

- Cintas requieren transporte seguro (datos médicos, confidenciales)
- Acuerdo: Servicio courier de seguridad (HIPAA-compliant)
- Costo: **\$3,000 USD = \$12M COP** adicional
- Timeline: Cintas → Miami (24h) + Recuperación (48h) → Retorno (24h) = 96h total

Paso 4: Recuperación de Datos (Día 3-5)

- Recover-Data extrae datos de cintas LTO
- Formato legible: CSV, luego convertible a SQL inserts
- Validación de integridad: Checksum verification
- Resultado: **~350,000 registros recuperados** (87% del total)
- Registros perdidos: ~50,000 (13%, probable degradación cinta)

Paso 5: Comunicación y Replanning (Día 6, Sem 14)

- **Nueva Timeline:**
 - Sem 15: Migración datos históricos (350K registros) + validación
 - Sem 16: Go-live con histórico completo (87%) y datos actuales
 - Registros perdidos (50K): Marcados como "datos no disponibles" en sistema
- **Presupuesto Ajustado:**
 - Costo recuperación: \$100M COP
 - Costo courier: \$12M COP
 - Total: **\$112M COP adicionales**
 - Presupuesto original: \$362.5M
 - **Nuevo presupuesto:** \$474.5M COP (+30.8% vs original)
 - Justificación: Riesgo no identificado, contingencia insuficiente
- **Decisión Financiera:**
 - Directiva aprueba +\$112M COP (dentro de límite negociado de 30% overrun)

- Lección: Contingencia debe ser 15-20% de presupuesto total, no 5%

Paso 7: Documentación y Prevención (Sem 15)

- Procedimiento: "Data Archival & Retrieval Policy"
- Backup strategy revisada: Cintas LTO → Cloud (AWS S3) para futuro
- Quarterly testing: Verify backups can be recovered (no surprises)

Resultado Final:

- **Go-live sem 16 exitoso** con 350K registros históricos
- Usuarios pueden acceder a historia clínica 2022-2024 (87% completa)
- 50K registros perdidos: Notificación a pacientes afectados (GDPR requirement)
- **Zero defectos críticos** en migración (validación exhaustiva)

Lecciones Aprendidas:

1. **Backup strategy debe documentarse y testearse** regularmente
2. **Legacy media (cintas) debe digitalizarse** a cloud proactivamente
3. **Data governance importante desde inicio**, no al final
4. **Contingency planning debe ser realista** (15-20% overrun posible)
5. **Comunicación temprana de riesgos** salva proyectos

Costo Lecciones:

- Había invertir \$3-5K en testing backups anualmente
- Recuperación costó \$112K (22x más que prevención)
- **ROI prevención: 22:1** en este caso

19. CONCLUSIONES

19.1 Conclusiones sobre el desarrollo del documento y del curso.

1. La elaboración del documento permitió aplicar de forma integrada los conceptos de Ingeniería de Software y del Proceso Unificado, articulando requisitos, modelos UML y arquitectura en un solo artefacto técnico, lo que favorece la comprensión del ciclo de vida de desarrollo de software en contextos de salud
2. El ejercicio de modelado (casos de uso, clases, actividades, estados, secuencia, comunicación, componentes y despliegue) facilitó el desarrollo de competencias para analizar, diseñar y documentar sistemas de información complejos, evidenciando la utilidad de los modelos como herramienta de comunicación entre los diferentes actores del proyecto
3. La experiencia de estructurar el proyecto según las fases de inicio, elaboración, construcción y transición permitió valorar la importancia de la planificación iterativa, la gestión de riesgos y la documentación formal como elementos clave en la formación profesional en Ingeniería de Software, más allá de la implementación concreta del sistema.

20. BIBLIOGRAFÍA

[1] Pressman, R. S., & Maxim, B. R. (2014). *Software Engineering: A Practitioner's Approach* (8th ed.). McGraw-Hill. ISBN 978-0078022128. - Reference for UP phases, requirements analysis, risk management, function points

[2] Sommerville, I. (2015). *Software Engineering* (10th ed.). Pearson. ISBN 978-0133943038. - Software processes, requirements specification, architectural design

Notación UML y Modelamiento

[3] OMG (Object Management Group). (2021). *Unified Modeling Language (UML) Version 2.5.1*. Specification. <https://www.omg.org/spec/UML/2.5.1> - Official UML standard, diagram types, notations

[4] Booch, G., Rumbaugh, J., & Jacobson, I. (2005). *The Unified Modeling Language User Guide* (2nd ed.). Addison-Wesley. ISBN 978-0321267979. - UML methodology, best practices

[5] Miles, R., & Hamilton, K. (2006). *Learning UML 2.0*. O'Reilly Media. ISBN 978-0596009021. - Practical UML application, examples

Proceso Unificado

[6] Jacobson, I., Booch, G., & Rumbaugh, J. (1999). *The Unified Software Development Process*. Addison-Wesley. ISBN 0201571692. - Original UP book, phases, disciplines, workflows

[7] Kruchten, P. (2004). *The Rational Unified Process: An Introduction* (3rd ed.). Addison-Wesley. ISBN 0321197704. - RUP adaptation of UP, iterative development

Estándares de Salud e Interoperabilidad

[8] Health Level Seven International (HL7). (2021). *HL7 Version 2.5.1 Implementation Guide*. <https://www.hl7.org> - Standard for healthcare data exchange

[9] HIPAA (Health Insurance Portability and Accountability Act). (1996). *Privacy Rule and Security Rule*. U.S. Department of Health & Human Services. <https://www.hhs.gov/hipaa> - US regulatory requirements for health data

[10] GDPR (General Data Protection Regulation). (2018). *Regulation (EU) 2016/679*. European Commission. <https://gdpr-info.eu> - EU privacy regulation, applicable to health data in Europe

[11] Ministerio de Salud Colombia. (1999). *Resolución 1995/1999: Normas para el manejo de Historia Clínica*. - Colombian standard for clinical record management

Gestión de Riesgos

[12] Paliwal, R. K., & Kapur, N. (2016). *Effective Risk Management for Software Projects*. In *Risk Management for IT Security* (pp. 45-78). - Risk identification, assessment, mitigation

Integración de Sistemas

[13] Newman, S. (2015). *Building Microservices: Designing Fine-Grained Systems*. O'Reilly Media. ISBN 978-1491950357. - Architectural patterns, component communication

Herramientas y Tecnología

[15] React Community. (2024). *React 18+ Documentation*. <https://react.dev> - Frontend framework

[16] Node.js Foundation. (2024). *Node.js Documentation*. <https://nodejs.org> - Backend runtime

[17] PostgreSQL Global Development Group. (2024). *PostgreSQL 15 Documentation*. <https://www.postgresql.org> - Database engine

[18] OWASP (Open Web Application Security Project). (2023). *OWASP Top 10 2023*. <https://owasp.org/Top10> - Security best practices
