

# **Sistema Integral de Gestión, Control y Seguimiento de Lectura Interna en la Biblioteca Universitaria**

Informe Parcial del Proyecto de Fin de Curso

Ingeniería de Requerimientos

Maybelin Arias    Marlon Loor    Jaime Marical  
*Universidad Técnica Estatal de Quevedo*

*Quevedo, Ecuador*

Docente: Ing. Guerrero Ulloa Gleiston Ciceron

Diciembre 2025

## **Resumen**

El presente informe parcial del Proyecto de Fin de Curso tiene como objetivo presentar el diseño del Sistema Integral de Gestión, Control y Seguimiento de Lectura Interna en la Biblioteca Universitaria de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo (UTEQ). Este sistema busca mejorar los procesos de consulta, préstamo y control de libros mediante la digitalización de catálogos, la automatización de préstamos y devoluciones, y la incorporación de herramientas de Inteligencia Artificial, como chatbots y algoritmos de recomendación. Se han identificado los principales actores, recopilado información mediante encuestas y entrevistas, y definido los requisitos funcionales y no funcionales del sistema. Además, se propone un marco de trabajo de Recuperación Inteligente de Información (IR) que integra actividades de ingreso y autenticación, búsqueda inteligente, recomendaciones personalizadas, gestión automatizada de préstamos, alertas inteligentes y análisis de datos, asegurando eficiencia operativa, trazabilidad y una experiencia de usuario óptima. Este informe incluye la revisión del estado del arte, escenarios de uso, criterios de aceptación, y modelos conceptuales que sustentan el diseño preliminar del sistema.

**Palabras clave:** gestión bibliotecaria, inteligencia artificial, chatbots, sistemas de recomendación, digitalización, GORE, casos de uso.

# Índice

<b>1. Introducción</b>	<b>3</b>
<b>2. Revisión del Estado del Arte</b>	<b>3</b>
2.1. Uso de Chatbots para Consultas . . . . .	4
2.2. Digitalización de Catálogos . . . . .	4
2.3. Sistemas de Alerta Automática . . . . .	4
2.4. Algoritmos de Recomendación Basados en IA . . . . .	5
<b>3. Marco de Trabajo de IR Adoptado</b>	<b>5</b>
<b>4. Metas y GORE</b>	<b>6</b>
4.1. Objetivo General . . . . .	6
4.2. Subobjetivos . . . . .	6
4.3. Criterios de Éxito . . . . .	7
4.4. Diagrama Visual del Árbol de Objetivos GORE . . . . .	8
<b>5. Escenarios</b>	<b>8</b>
<b>6. Requisitos Orientados a Soluciones</b>	<b>9</b>
6.1. Requisitos Funcionales . . . . .	9
6.2. Requisitos No Funcionales . . . . .	10
<b>7. Modelado Conceptual</b>	<b>11</b>
7.1. Diagrama de Casos de Uso General . . . . .	11
7.2. Diagramas de Casos de Uso Específicos . . . . .	12
7.2.1. Gestión de Búsqueda y Consulta . . . . .	12
7.2.2. Asistencia Inteligente con IA . . . . .	13
7.2.3. Gestión de Préstamos . . . . .	13
7.2.4. Gestión de Inventario y Reportes . . . . .	14
7.2.5. Gestión de Usuarios y Roles . . . . .	14
7.3. Diagrama de Clases a Nivel de Análisis . . . . .	15
7.4. Diagrama de Contexto . . . . .	16

# **1. Introducción**

La Universidad Técnica Estatal de Quevedo (UTEQ) cuenta con una biblioteca universitaria que brinda recursos y servicios a estudiantes y personal académico. Los procesos de registro, préstamo y control de libros se realizan actualmente de manera manual, generando la necesidad de contar con un sistema integral que apoye la gestión y seguimiento de la lectura interna.

El proyecto se desarrolla en el contexto de la Biblioteca Universitaria de la UTEQ, con el objetivo de optimizar el uso de los recursos y mejorar la experiencia de los usuarios. Para ello, se recolectó información mediante encuestas a estudiantes y entrevistas al personal bibliotecario, lo que permitió identificar patrones de uso, tiempos de búsqueda, necesidades de automatización y aceptación de herramientas con Inteligencia Artificial.

Los stakeholders principales incluyen a los estudiantes, quienes consultan y utilizan los libros; el personal bibliotecario, encargado de la gestión operativa; y el gerente de la biblioteca, responsable de supervisar la planificación y la toma de decisiones estratégicas. La información proporcionada por estos actores orienta el diseño de los requerimientos funcionales y no funcionales del sistema.

El alcance del sistema contempla la digitalización de catálogos, la gestión automatizada de préstamos y devoluciones, la generación de alertas y reportes, y la integración de herramientas de Inteligencia Artificial, como chatbots y recomendaciones personalizadas. Con esta propuesta, se busca mejorar la trazabilidad de los recursos, facilitar la interacción de los usuarios con la biblioteca y proporcionar información confiable para la gestión institucional.

# **2. Revisión del Estado del Arte**

El presente apartado analiza los avances recientes en sistemas de gestión bibliotecaria, con énfasis en la digitalización de catálogos, automatización de préstamos y la incorporación de herramientas de Inteligencia Artificial para optimizar la experiencia de los usuarios. Se revisan investigaciones, proyectos y estándares aplicables, así como las técnicas utilizadas para mejorar la eficiencia, trazabilidad y toma de decisiones en bibliotecas universitarias. Además, se identifican lecciones y buenas prácticas que permiten fundamentar el diseño del sistema integral propuesto para la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, asegurando que responda a necesidades actuales y contemple soluciones tecnológicas probadas.

La evolución de los sistemas bibliotecarios ha transitado desde la gestión manual hacia entornos inteligentes. En la literatura reciente, Ayinde et al. proponen un modelo integral que combina la tecnología de Identificación por Radiofrecuencia (RFID) e Inteligencia Artificial para automatizar la catalogación y el inventario, destacando que el uso de algoritmos de aprendizaje automático (ML) permite predecir la demanda futura de libros y optimizar la asignación de presupuestos [1]. Por otro lado, en el contexto latinoamericano, Nova et al. implementaron en una universidad colombiana un modelo de Business Intelligence, apoyado en redes neuronales; su enfoque permitió extraer datos de los sílabos académicos para alinear la oferta bibliográfica con las necesidades reales de los cursos, demostrando que la IA es clave para la toma de decisiones administrativas y académicas [2]. Asimismo, soluciones basadas en el Internet de las Cosas (IoT), como la propuesta por Nikita, integran módulos del Sistema Global para las Comunicaciones Móviles (GSM) y microcontroladores para el seguimiento físico de los libros y el envío de alertas automáticas.

cas a los usuarios, reduciendo significativamente los tiempos de espera y el error humano en el préstamo [3].

## 2.1. Uso de Chatbots para Consultas

Los chatbots de inteligencia artificial (IA), como ChatGPT, han surgido como asistentes inteligentes esenciales en las bibliotecas académicas para complementar el trabajo de los bibliotecarios, permitiendo ofrecer servicios informativos las 24 horas del día y superando limitaciones de tiempo o fatiga humana. Estos sistemas automatizados simulan conversaciones humanas para proporcionar respuestas rápidas y precisas a una amplia gama de consultas, facilitando el acceso a materiales y la realización de tareas sin esperas, lo que optimiza significativamente la calidad y eficiencia de los servicios bibliotecarios [4].

En el ámbito de los servicios web bibliotecarios, la implementación de chatbots propietarios basados en el procesamiento de lenguaje natural (NLP) ha demostrado ser una herramienta eficaz para mejorar la capacidad de los usuarios para encontrar contenido y navegar por sitios web complejos. Estos sistemas no solo asisten a los usuarios novatos en la búsqueda de información básica, sino que también proporcionan datos valiosos a los administradores sobre las tendencias de búsqueda y palabras clave de los usuarios, permitiendo realizar mejoras estratégicas en el diseño y contenido del sitio web de la biblioteca [5].

## 2.2. Digitalización de Catálogos

La optimización de catálogos en bibliotecas digitales modernas se está transformando mediante el uso de marcos impulsados por IA que integran algoritmos de optimización avanzados, como el optimizador Adam con el mecanismo Lookahead. Este enfoque permite refinar la selección de inventario y mejorar la asignación de recursos al predecir patrones de demanda en tiempo real, lo que reduce la presencia de ítems de baja demanda y aumenta la eficiencia operativa global de la biblioteca digital mediante una gestión inteligente de colecciones [6].

Las técnicas de catalogación digital contemporáneas han evolucionado desde los catálogos tradicionales hacia sistemas sofisticados que emplean estándares de metadatos (como MARC y Dublin Core) y tecnologías de datos enlazados. La adopción de estas técnicas automatizadas y colaborativas no solo mejora la descubridibilidad de los recursos y la interoperabilidad entre instituciones, sino que también libera recursos valiosos del personal bibliotecario al agilizar procesos técnicos complejos de organización y gestión de información en un entorno cada vez más digital [7].

## 2.3. Sistemas de Alerta Automática

Los sistemas de alerta automática representan un avance tecnológico crítico que ha demostrado ser más eficaz que el cuidado usual para mejorar resultados operativos mediante la detección temprana de anomalías. El estado del arte en esta área resalta que los métodos basados en aprendizaje automático (machine learning) superan a los sistemas basados en reglas simples, proporcionando una mayor precisión predictiva y reduciendo significativamente los tiempos de respuesta ante eventos críticos, especialmente cuando se integran en registros electrónicos de datos [8].

El desarrollo de sistemas inteligentes de alerta automática aprovecha la integración del Internet de las Cosas (IoT) y sensores portátiles (wearables) para el monitoreo continuo de

datos en tiempo real. Estos sistemas son capaces de analizar patrones históricos y factores ambientales para predecir incidentes y enviar alertas instantáneas a los encargados, lo que garantiza una supervisión constante y escalable que minimiza el error humano y optimiza la seguridad del usuario en diversos entornos de monitoreo crítico [9].

## 2.4. Algoritmos de Recomendación Basados en IA

Los sistemas de recomendación modernos aprovechan técnicas avanzadas de IA, especialmente el aprendizaje profundo y modelos de transformadores como BERT, para proporcionar sugerencias personalizadas altamente precisas alineadas con los intereses de los usuarios. Al integrar datos contextuales y en tiempo real, estos algoritmos logran comprender interacciones complejas entre el usuario y el ítem, superando los desafíos de la sobrecarga de información y mejorando la relevancia de las recomendaciones de libros, artículos y otros contenidos digitales [10].

La inteligencia artificial generativa ha introducido modelos revolucionarios, como las redes generativas antagónicas (GAN) y los autoencoders variacionales (VAE), que abordan problemas tradicionales de los sistemas de recomendación como la escasez de datos (sparsity) y el “inicio en frío”. Estos modelos generativos superan en rendimiento a las técnicas de IA tradicionales al ser capaces de crear datos sintéticos realistas y aprender distribuciones de datos complejas, lo que resulta en experiencias de usuario más diversas, novedosas y satisfactorias en plataformas de descubrimiento de contenido [11].

## 3. Marco de Trabajo de IR Adoptado

El marco de trabajo adoptado para el sistema integral de gestión bibliotecaria de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo se basa en un enfoque de Intelligent Retrieval (IR) o Recuperación Inteligente de Información, que combina técnicas de Inteligencia Artificial, automatización de catálogos y sistemas de alerta predictiva para optimizar la experiencia del usuario y la eficiencia operativa. Este marco define las actividades esenciales y el flujo de información que soportan los procesos de consulta, préstamo, recomendación y monitoreo dentro del sistema.

**Tabla 1**  
ACTIVIDADES PRINCIPALES DEL MARCO DE IR

ID	Actividad	Descripción	Actores Involucrados
IR-01	Ingreso y autenticación del usuario	Los estudiantes, bibliotecarios y gerentes acceden al sistema mediante credenciales institucionales, garantizando seguridad y control de roles.	Estudiante, Bibliotecario, Gerente
IR-02	Búsqueda inteligente de recursos	Se implementa un motor de búsqueda avanzado con autocompletado y capacidades de recuperación predictiva, basado en algoritmos de NLP y aprendizaje profundo.	Estudiante, Bibliotecario
IR-03	Recomendaciones personalizadas	El sistema genera sugerencias de contenido mediante modelos de IA (BERT, GAN, VAE), analizando patrones de interacción y preferencias del usuario.	Estudiante
IR-04	Gestión automatizada de préstamos y reservas	Los procesos de préstamo, devolución y reserva se registran automáticamente mediante códigos de barras o QR, asegurando trazabilidad.	Bibliotecario, Estudiante
IR-05	Alertas y notificaciones inteligentes	Se activan alertas automáticas sobre vencimiento de préstamos y disponibilidad de materiales, utilizando algoritmos predictivos.	Estudiante, Bibliotecario
IR-06	Mantenimiento y análisis de datos	El sistema almacena históricos de uso, préstamos y búsquedas, que son procesados para generar reportes estadísticos y optimizar inventarios.	Gerente, Bibliotecario

Este marco de trabajo integra de manera coherente las mejores prácticas y lecciones aprendidas del estado del arte, asegurando que el sistema cumpla con los estándares modernos de bibliotecas digitales, inteligencia artificial aplicada y automatización de procesos, ofreciendo un flujo de información eficiente, seguro y centrado en el usuario.

## 4. Metas y GORE

### 4.1. Objetivo General

Desarrollar un sistema integral de gestión para automatizar y digitalizar el registro de acceso a la biblioteca y la consulta interna de materiales bibliográficos, garantizando trazabilidad de información, generación de datos estadísticos confiables sobre uso del espacio y hábitos de lectura por facultad y carrera, y soporte para la toma de decisiones institucionales orientadas a mejorar el servicio bibliotecario y la gestión de recursos.

### 4.2. Subobjetivos

La relación entre cada subobjetivo del árbol GORE y los requisitos funcionales del sistema se detalla en la Tabla 2.

**Tabla 2**  
**SUBOBJETIVOS Y REQUISITOS DERIVADOS DEL ÁRBOL GORE**

<b>Sub-objetivo</b>	<b>Requisito Derivado</b>
Automatizar el registro de acceso y control de uso de la biblioteca	El sistema debe permitir el registro digital de entrada y salida de estudiantes mediante cédula o código institucional, calculando automáticamente el tiempo de permanencia y asociando cada visita con la facultad y carrera del usuario.
Controlar y registrar la consulta interna de materiales bibliográficos	El sistema debe permitir registrar cuando un estudiante solicita un libro para consulta interna, asociando el material consultado con el usuario, calculando tiempo de consulta, y diferenciando entre usuarios que solo utilizan las instalaciones de estudio y aquellos que consultan materiales.
Garantizar trazabilidad y disponibilidad de información bibliográfica	El sistema debe mantener un catálogo digital actualizado de materiales disponibles para consulta interna, registrar historial completo de consultas por estudiante y libro, y mostrar estadísticas de uso del espacio bibliotecario.
Generar datos estadísticos para toma de decisiones institucionales	El sistema debe generar reportes automáticos de afluencia de usuarios por período, horarios y días de mayor uso, libros más consultados, análisis de uso por facultad y carrera, y exportar reportes estadísticos en formatos PDF y Excel.
Mejorar la experiencia de usuario y eficiencia del servicio bibliotecario	El sistema debe tener interfaces gráficas sencillas e intuitivas, minimizar tiempos de registro de entrada/salida, permitir búsqueda rápida de libros por título, autor o tema, e incorporar asistentes virtuales inteligentes que respondan consultas frecuentes.
Asegurar integridad, seguridad y calidad de datos	El sistema debe validar la identidad institucional del usuario, implementar control de acceso por roles diferenciados (Estudiante, Bibliotecario, Administrador), realizar respaldos automáticos periódicos, y cumplir con la Ley Orgánica de Protección de Datos Personales vigente en Ecuador.
Centralizar información en una plataforma digital única	El sistema debe disponer de una base de datos unificada que integre información de estudiantes, registros de acceso, materiales bibliográficos, registros de consultas internas, facultades, carreras y reportes estadísticos en un repositorio central accesible según permisos de usuario.

### 4.3. Criterios de Éxito

El sistema será considerado exitoso si cumple con los siguientes criterios medibles:

- Digitalización completa: 100 % del catálogo bibliográfico disponible digitalmente.
- Reducción de tiempos: Tiempo de registro de entrada/salida  $\leq$  15 segundos por usuario.
- Trazabilidad: Historial completo y auditável de cada consulta interna realizada.
- Generación de reportes: Reportes estadísticos automáticos mensuales sin intervención manual.
- Adopción por usuarios: Al menos 80 % de estudiantes frecuentes utilizando el sistema durante el primer semestre de implementación.
- Disponibilidad del sistema: Uptime  $\geq$  99.5 % anual.
- Cumplimiento normativo: 100 % de conformidad con la Ley Orgánica de Protección de Datos Personales del Ecuador.

#### 4.4. Diagrama Visual del Árbol de Objetivos GORE

El árbol jerárquico completo se presenta en la Fig. 1.

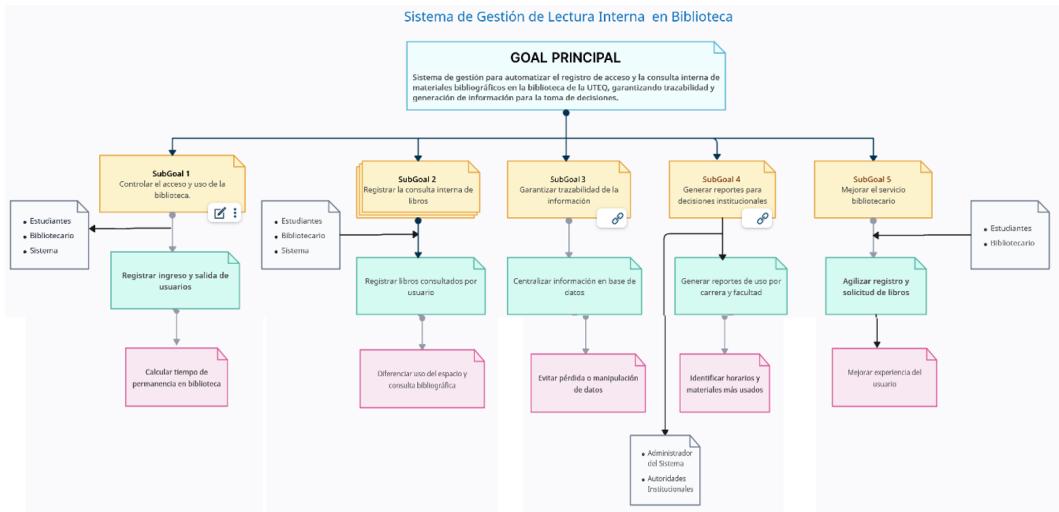


Fig. 1. Árbol de objetivos GORE del sistema bibliotecario.

### 5. Escenarios

En esta sección se presentan los escenarios de uso del sistema, los cuales permiten comprender cómo los diferentes actores interactúan con las funcionalidades propuestas. Los escenarios facilitan la identificación de necesidades concretas y aseguran que el diseño del sistema sea coherente con la experiencia real de los usuarios. Se describen los distintos tipos de escenarios, se documenta su flujo de actividades y se establecen criterios de aceptación que permiten verificar que cada interacción cumpla con los objetivos funcionales y las expectativas de los stakeholders, garantizando así la calidad y eficacia del sistema de gestión bibliotecaria.

**Tabla 3**  
**ESCENARIOS DE USUARIO Y RESULTADOS ESPERADOS**

ID	Escenario	Actor	Descripción	Condiciones Iniciales	Resultado Esperado
ES-01	Buscar un libro	Estudiante	El estudiante ingresa al sistema, busca el libro por título, autor o ISBN y visualiza disponibilidad y ubicación.	El estudiante está registrado y autenticado.	El sistema muestra la información correcta del libro y permite reservarlo.
ES-02	Chatbot de asistencia con IA	Estudiante	El estudiante inicia el chatbot y formula preguntas sobre disponibilidad, ubicación, horarios o políticas.	El estudiante está registrado y tiene acceso al módulo de chatbot.	El chatbot responde correctamente y permite completar la acción solicitada.
ES-03	Alertas de préstamos	Estudiante	El sistema detecta fechas de vencimiento y envía alertas 48 h y 24 h antes mediante correo y notificación móvil.	El estudiante tiene préstamos activos registrados.	El estudiante recibe las notificaciones a tiempo y con información correcta.
ES-04	Registro digital de préstamos y devoluciones	Bibliotecario	El bibliotecario escanea el código QR/barras del carnet del estudiante y del libro para registrar el préstamo o devolución.	El bibliotecario está autenticado y el libro está disponible.	El registro se completa correctamente, actualizando inventario e histórico.
ES-05	Generación de reportes estadísticos	Bibliotecario, Gerente	El sistema recopila datos de préstamos y devoluciones para generar reportes mensuales de libros más prestados y usuarios frecuentes.	Los datos de préstamos y devoluciones están completos y actualizados.	El sistema genera reportes correctos y permite exportarlos en PDF o Excel.
ES-06	Gestión de usuarios y roles	Estudiante, Bibliotecario, Gerente	El sistema permite registrar usuarios, asignar roles y controlar permisos según perfil del usuario.	El usuario que gestiona roles está autenticado con permisos de administrador.	Los permisos se aplican correctamente y todas las acciones quedan registradas.
ES-07	Búsqueda predictiva y recomendaciones	Estudiante	El estudiante escribe al menos 3 caracteres; el sistema ofrece autocompletado y muestra recomendaciones basadas en histórica.	El estudiante está autenticado y el histórico de préstamos está disponible.	El sistema muestra sugerencias correctas y permite seleccionar un libro eficientemente.

## 6. Requisitos Orientados a Soluciones

### 6.1. Requisitos Funcionales

Los requisitos funcionales identificados se presentan en la Tabla 4.

**Tabla 4**  
**REQUISITOS FUNCIONALES**

ID	Nombre del Requisito	Descripción	Actores Involucrados
RF-01	Consulta de disponibilidad	El sistema deberá permitir buscar libros por título, autor o ISBN y mostrar en tiempo real si el ejemplar está disponible, prestado o reservado.	Estudiante, Bibliotecario
RF-02	Chatbot de asistencia con IA	El sistema deberá incluir un chatbot que responda en lenguaje natural dudas sobre disponibilidad, ubicación, horarios y políticas, y que permita gestionar reservas y renovaciones.	Estudiante
RF-03	Alertas de préstamos	El sistema deberá enviar notificaciones automáticas 48 h y 24 h antes del vencimiento del préstamo, y al momento de vencerlo, mediante notificación móvil y correo institucional.	Estudiante
RF-04	Registro digital de préstamos	El sistema deberá registrar préstamos y devoluciones mediante lectura de código de barras o QR del carnet del estudiante y del libro, almacenando fecha y hora de cada operación.	Bibliotecario
RF-05	Control de inventario bibliográfico	El sistema deberá mantener actualizado el inventario de libros y permitir consultar el estado y la ubicación física de cada ejemplar, así como su historial de movimientos.	Bibliotecario, Gerente
RF-06	Reportes estadísticos automáticos	El sistema deberá generar reportes mensuales automáticos de libros más prestados, usuarios más frecuentes y áreas de mayor demanda, con opción de exportación a PDF y Excel.	Gerente, Bibliotecario
RF-07	Gestión de usuarios y roles	El sistema deberá gestionar perfiles y roles diferenciados (Estudiante, Bibliotecario, Gerente), controlando los permisos de acceso y registrando un historial de acciones por usuario.	Estudiante, Bibliotecario, Gerente
RF-08	Búsqueda predictiva y recomendaciones	El sistema deberá ofrecer autocompletado en las búsquedas a partir de 3 caracteres ingresados, y mostrar al menos 3 recomendaciones de libros relacionados basadas en el historial de préstamos.	Estudiante

## 6.2. Requisitos No Funcionales

Los requisitos no funcionales del sistema se especifican en la Tabla 5.

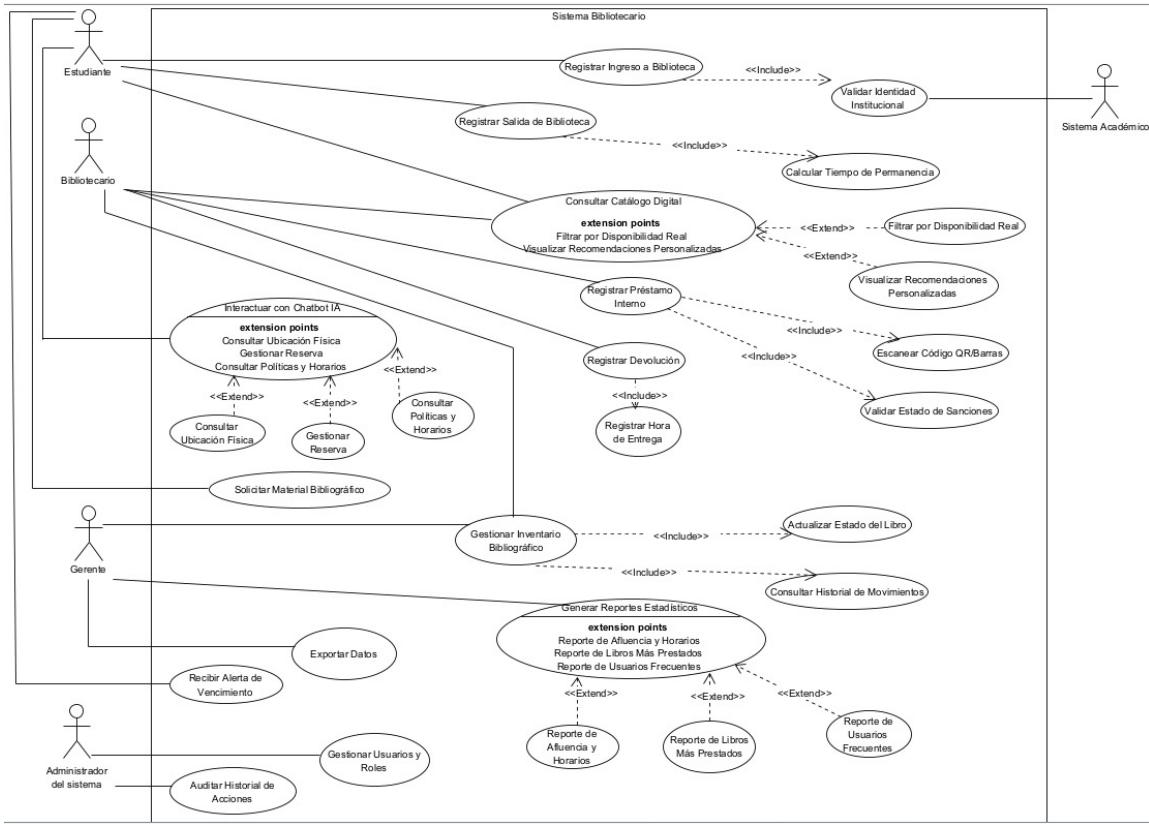
**Tabla 5**  
REQUISITOS NO FUNCIONALES

ID	Categoría	Descripción del Requisito
RNF-01	Usabilidad	El sistema deberá ser fácil de usar por estudiantes y personal con conocimientos tecnológicos básicos, permitiendo aprender su uso en un tiempo máximo de 2 horas.
RNF-02	Rendimiento	El sistema deberá responder a las consultas en un tiempo máximo de 3 segundos, al chatbot en un máximo de 5 segundos y completar el registro de un préstamo en un máximo de 30 segundos, con al menos 50 usuarios conectados simultáneamente.
RNF-03	Confiabilidad	El sistema deberá estar disponible como mínimo el 99.5 % del tiempo anual y realizar respaldos automáticos periódicos de la base de datos.
RNF-04	Seguridad	El sistema deberá controlar el acceso mediante credenciales institucionales y roles definidos, y cifrar la información sensible tanto en tránsito como en reposo.
RNF-05	Escalabilidad	El sistema deberá soportar como mínimo 50,000 transacciones mensuales y un catálogo de hasta 100,000 ejemplares sin degradar el rendimiento.
RNF-06	Mantenibilidad	El sistema deberá contar con documentación técnica y de usuario, así como con registros de errores y eventos que faciliten el diagnóstico y mantenimiento.
RNF-07	Interoperabilidad	El sistema deberá integrarse con el sistema académico de la universidad mediante una API y permitir importar y exportar datos en formatos estándar como CSV y JSON.

## 7. Modelado Conceptual

### 7.1. Diagrama de Casos de Uso General

El diagrama de casos de uso general presenta una vista integral de las interacciones entre los actores principales (Estudiante, Bibliotecario y Gerente) y las funcionalidades del sistema. Este diagrama identifica los casos de uso de alto nivel que satisfacen los requisitos funcionales especificados en la sección anterior. La Fig. 2 muestra las relaciones básicas entre actores y las capacidades generales del sistema.



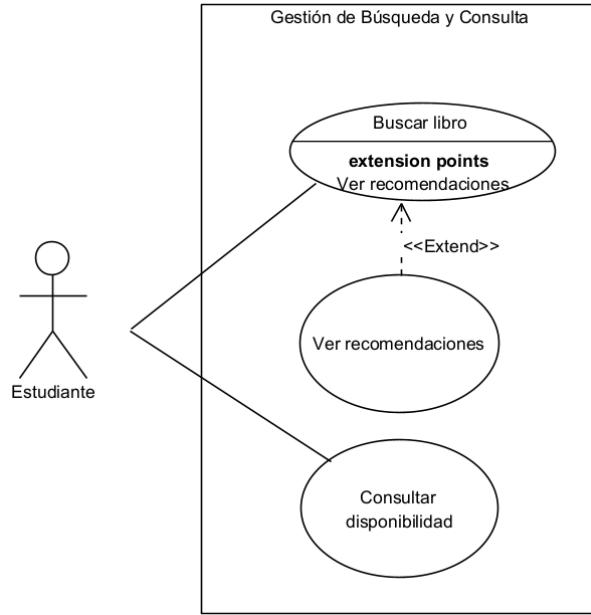
**Fig. 2.** Diagrama de casos de uso general del Sistema de Gestión de Lectura Interna.

## 7.2. Diagramas de Casos de Uso Específicos

A continuación se presentan los diagramas de casos de uso específicos, organizados por módulos funcionales del sistema. Cada diagrama detalla las interacciones particulares, las relaciones de inclusión («include») y extensión («extend»), y los flujos de trabajo específicos para cada subsistema.

### 7.2.1. Gestión de Búsqueda y Consulta

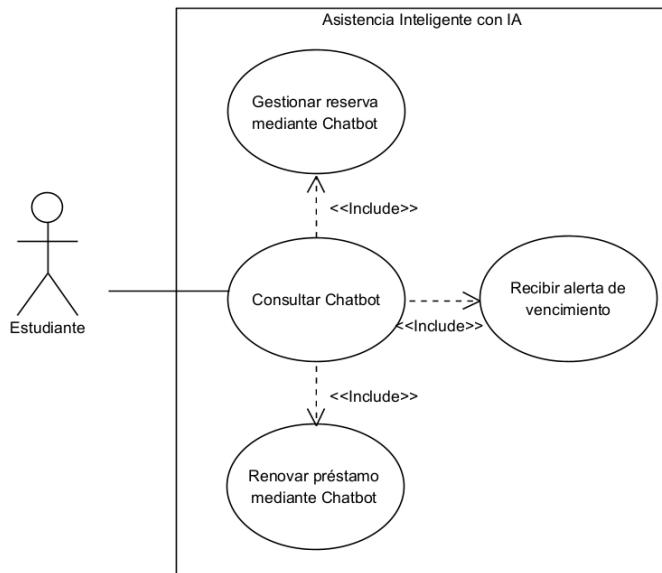
Este módulo permite a los estudiantes buscar material bibliográfico, consultar disponibilidad y recibir recomendaciones personalizadas basadas en su historial de préstamos (RF-01 y RF-08). El caso de uso "Buscar libro" puede extenderse opcionalmente con "Ver recomendaciones" mediante la relación «extend», como se observa en la Fig. 3.



**Fig. 3.** Diagrama de casos de uso específico: Gestión de Búsqueda y Consulta.

### 7.2.2. Asistencia Inteligente con IA

El chatbot inteligente (RF-02) actúa como asistente virtual 24/7 para los estudiantes, respondiendo consultas en lenguaje natural y facilitando la gestión de reservas, renovaciones y alertas. La Fig. 4 muestra cómo el caso de uso Consultar Chatbot incluye («include») las funcionalidades de gestión y notificación, demostrando la integración de Inteligencia Artificial en la experiencia del usuario.

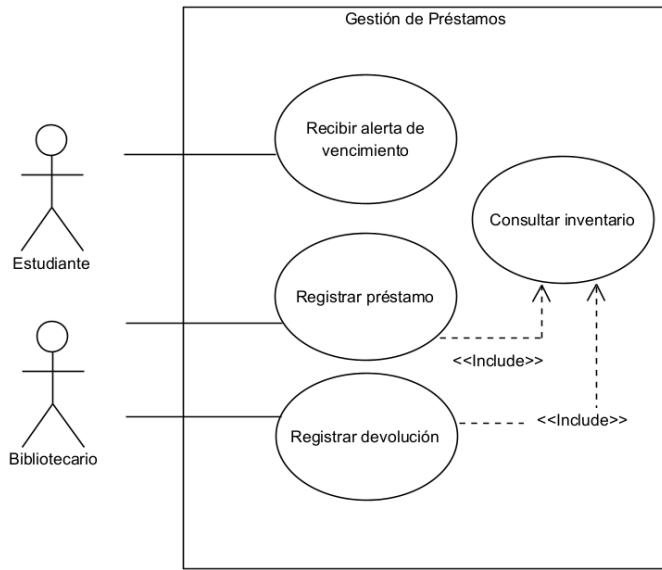


**Fig. 4.** Diagrama de casos de uso específico: Asistencia Inteligente con IA.

### 7.2.3. Gestión de Préstamos

Este módulo automatiza el ciclo completo del préstamo bibliográfico (RF-03 y RF-04), desde el registro digital mediante códigos QR/barras hasta las alertas automáticas de vencimiento. Como se aprecia en la Fig. 5, tanto el registro de préstamos como las

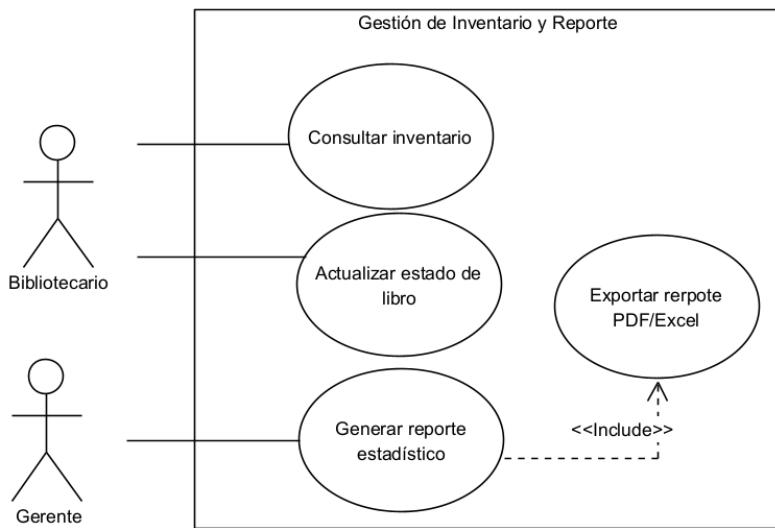
devoluciones incluyen («include») la consulta de inventario para garantizar la trazabilidad del material.



**Fig. 5.** Diagrama de casos de uso específico: Gestión de Préstamos.

#### 7.2.4. Gestión de Inventario y Reportes

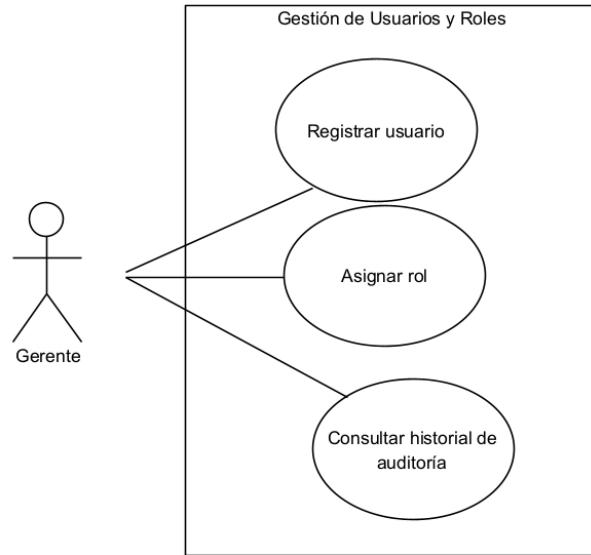
El módulo administrativo (RF-05 y RF-06) permite a bibliotecarios y gerentes gestionar el inventario bibliográfico y generar reportes estadísticos para la toma de decisiones institucionales. La Fig. 6 ilustra cómo el caso de uso "Generar reporte estadístico" incluye («include») la funcionalidad de exportación en formatos PDF y Excel.



**Fig. 6.** Diagrama de casos de uso específico: Gestión de Inventario y Reportes.

#### 7.2.5. Gestión de Usuarios y Roles

Este módulo (RF-07) proporciona capacidades de administración de usuarios, asignación de roles y auditoría de acciones para el gerente de la biblioteca. La Fig. 7 presenta los casos de uso independientes que permiten controlar el acceso al sistema mediante roles diferenciados (Estudiante, Bibliotecario, Gerente).



**Fig. 7.** Diagrama de casos de uso específico: Gestión de Usuarios y Roles.

### 7.3. Diagrama de Clases a Nivel de Análisis

El diagrama de clases presenta el modelo conceptual del sistema, identificando las entidades principales, sus atributos esenciales, métodos básicos y las relaciones entre ellas. Este diagrama a nivel de análisis omite detalles de implementación, enfocándose en la estructura lógica del dominio del problema.

La Fig. 8 muestra la jerarquía de herencia de la clase Usuario (Estudiante, Bibliotecario, Gerente), las asociaciones con las clases operativas (Prestamo, Libro, Notificacion) y las relaciones de dependencia con componentes de soporte (Chatbot, Reporte, Recomendacion).

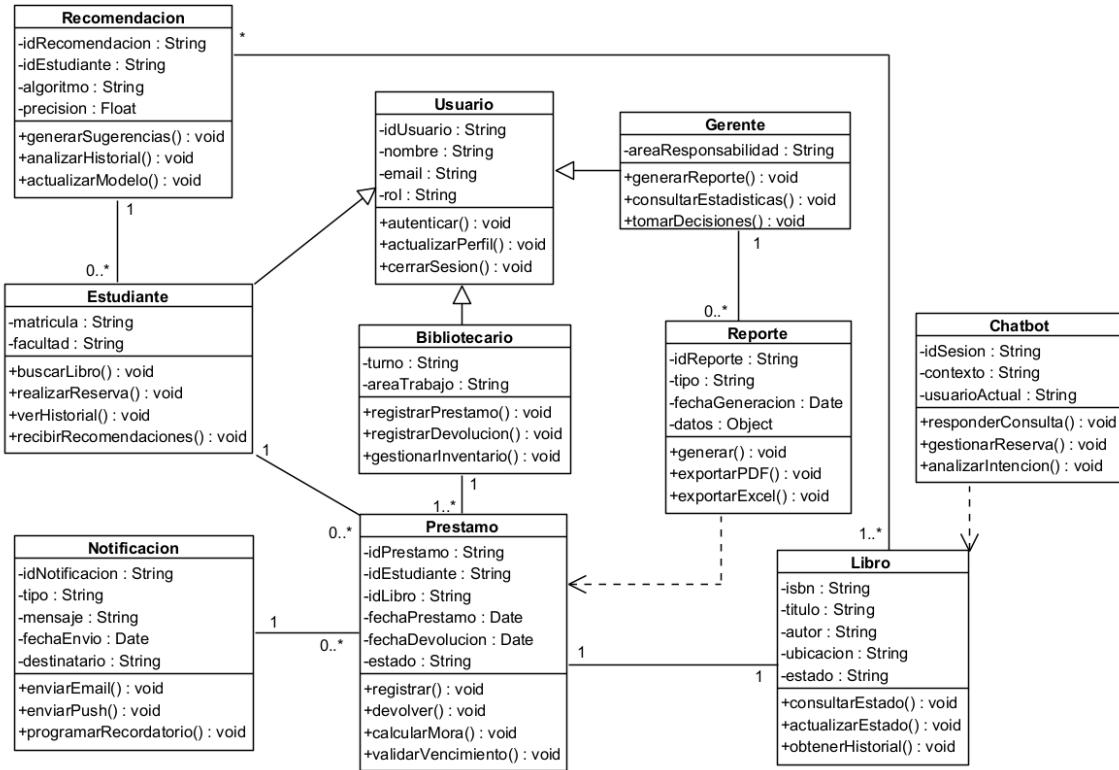


Fig. 8. Diagrama de clases a nivel de análisis del Sistema de Gestión de Lectura Interna.

## 7.4. Diagrama de Contexto

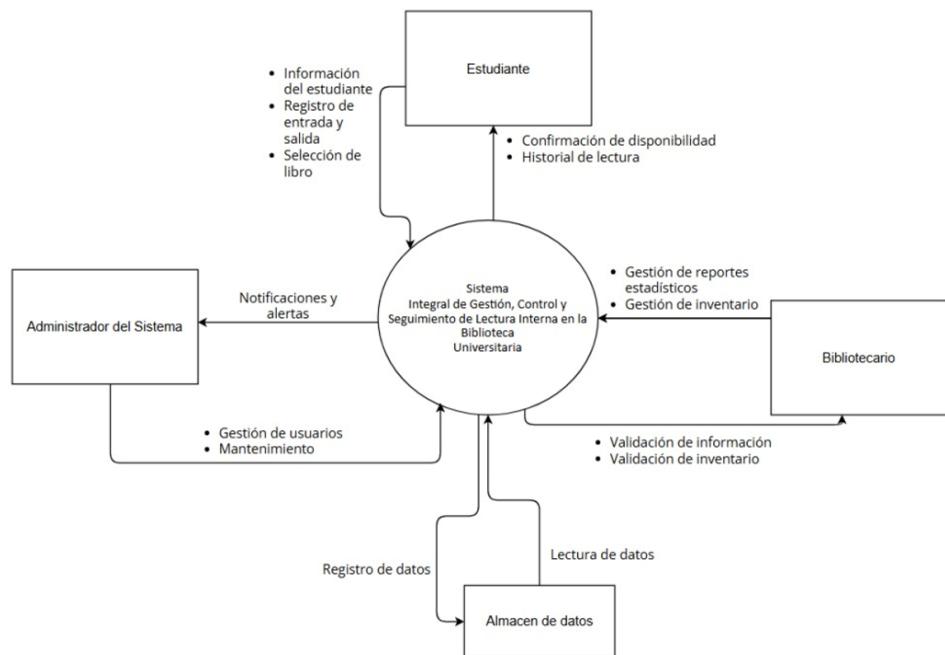
El diagrama de contexto proporciona una vista de alto nivel del sistema dentro de su entorno operativo, mostrando los actores externos (Estudiante, Bibliotecario, Administrador del Sistema y Almacén de datos) y las interacciones principales del Sistema Integral de Gestión, Control y Seguimiento de Lectura Interna con su entorno. Este diagrama delimita claramente los límites del sistema y facilita la comprensión de las dependencias externas y los flujos de información que atraviesan las fronteras del sistema.

### Actores y sus interacciones:

- Estudiante**: Proporciona información de registro, entrada/salida y selección de libros. Recibe confirmación de disponibilidad e historial de lectura.
- Bibliotecario**: Realiza validación de información del inventario, proporciona datos de control y gestión del inventario. Recibe confirmación de operaciones completadas.
- Administrador del Sistema**: Recibe notificaciones y alertas del sistema, realiza gestión de usuarios y mantenimiento. Interactúa directamente con el sistema para tareas administrativas críticas.
- Almacén de Datos**: Actúa como repositorio central del sistema, almacenando toda la información de estudiantes, registros de acceso, materiales bibliográficos, registros de consultas internas y datos estadísticos.

El sistema centraliza tres procesos principales: (1) el registro de acceso desde la entrada de estudiantes, (2) la selección y consulta de libros realizada por estudiantes y bibliotecarios, y (3) la generación de reportes y gestión administrativa coordinada por el

administrador y bibliotecarios. Todos estos flujos convergen en el Almacén de Datos, que proporciona trazabilidad completa de las operaciones y fuente única de verdad para la toma de decisiones institucionales.



**Fig. 9.** Diagrama de contexto del Sistema de Gestión de Lectura Interna en la Biblioteca Universitaria.

## Agradecimientos

Los autores agradecen al Ing. Guerrero Ulloa Gleiston Ciceron, docente de Ingeniería de Requerimientos, por su guía y orientación en el desarrollo de este proyecto. Asimismo, se agradece al personal de la Biblioteca Universitaria de la UTEQ por su colaboración en la recolección de información y validación de requisitos.

## Referencias

- [1] L. Ayinde, R. Ebiefung, and B. D. Oladokun, “Adoption of artificial intelligence in academic libraries: A systematic review of current practices, challenges, and research opportunities,” *The Journal of Academic Librarianship*, vol. 52, no. 1, p. 103185, Jan. 2026, doi: 10.1016/j.acalib.2025.103185.
- [2] N. A. Nova, H. Morales, J. Pájaro, and A. González, “Advancing library operations with AI: data-driven insights for academic resource management,” *Information Research*, vol. 30, no. CoLIS, pp. 105–120, 2025, doi: 10.47989/ir30CoLIS52261.
- [3] M. Nikita Shivaji, “Intelligent library management system,” *Trends in Computer Science and Information Technology*, vol. 9, no. 1, pp. 001–009, Feb. 2024, doi: 10.17352/tcsit.000074.
- [4] A. J. Adetayo, “Artificial intelligence chatbots in academic libraries: the rise of ChatGPT,” Emerald Publishing, May 2023, doi: 10.1108/LHTN-01-2023-0007.

- [5] M. Ehrenpreis and J. DeLooper, “Implementing a Chatbot on a Library Website,” *Journal of Web Librarianship*, vol. 16, no. 2, pp. 120–142, 2022, doi: 10.1080/19322909.2022.2060893.
- [6] P. Hu and Y. Zhang, “Big Data Analytics in Library Services With AI: Personalized Content Recommendations and Catalog Optimization,” *IEEE Access*, vol. 13, pp. 88412–88420, 2025, doi: 10.1109/ACCESS.2025.3570200.
- [7] V. G. R. Liabor, “Enhancing Library Services through Digital Cataloging Techniques,” *International Journal of Advanced Research in Science, Communication and Technology*, pp. 516–526, Sep. 2023, doi: 10.48175/ijarsct-12989.
- [8] Z. Zhang et al., “Effectiveness of automated alerting system compared to usual care for the management of sepsis,” *NPJ Digit Med*, vol. 5, no. 1, Dec. 2022, doi: 10.1038/s41746-022-00650-5.
- [9] G. Kaliyaperumal, S. B. Murthy, and S. S. Sudhanya G, “A Smart System for Automated Medical Emergency Alerts,” *Computer Science & Engineering: An International Journal*, vol. 15, no. 1, pp. 229–236, Mar. 2025, doi: 10.5121/cseij.2025.15126.
- [10] E. Masciari, A. Umair, and M. H. Ullah, “A Systematic Literature Review on AI-Based Recommendation Systems and Their Ethical Considerations,” *IEEE Access*, vol. 12, pp. 121223–121241, 2024, doi: 10.1109/ACCESS.2024.3451054.
- [11] M. O. Ayemowa, R. Ibrahim, and M. M. Khan, “Analysis of Recommender System Using Generative Artificial Intelligence: A Systematic Literature Review,” *IEEE Access*, vol. 12, pp. 87742–87766, 2024, doi: 10.1109/ACCESS.2024.3416962.