

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

Desarrollo de un sistema de alertas tempranas enfocado a la permanencia estudiantil
del Instituto Tecnológico Metropolitano de Medellín ITM

María Camila Arroyo Alzate
Javier Mauricio Salazar Vega

Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de:
Especialista en Ingeniería de Software

Asesor(es)
Mariutsi Alexandra Osorio Sanabria
Alicia Osorio Builes

Instituto Tecnológico Metropolitano - ITM
Facultad de Ingenierías
Medellín, Colombia
2025

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

RESUMEN

Este trabajo presenta el desarrollo de un sistema de alertas tempranas para el área de permanencia estudiantil del ITM con el fin de la detectar y prevenir el riesgo de la deserción estudiantil. El objetivo principal fue diseñar una herramienta tecnológica que permitiera identificar de manera preventiva a los estudiantes en situación de riesgo de deserción estudiantil y así activar protocolos de intervención efectivos.

La metodología empleada siguió un enfoque mixto, organizado por el análisis cuantitativo y cualitativo. Se desarrollo en cinco fases: primero selección de la metodología scrum la cual es importante para establecer una organización del proyecto, segunda fase recolección de información y levantamiento de requisitos en compañía del stakeholder, tercera fase se diseña la matriz de requisitos, Historias de usuario y épicas, en la cuarta fase se diseña la arquitectura del sistema de alertas tempranas, en la quinta fase se realizan los cuatro módulos los cuales abarcan inicio de sesión y gestión de usuarios, el sistema de alertas, seguimiento estudiantil y gestión de reportes (PDF, Excel). Se utilizó información de una base de datos de caracterización estudiantil realizada a todos los estudiantes activos cada semestre.

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

Aplicando la metodología scrum, se organizaron las ceremonias de nueve Sprints mediante el software Azure, adicional para el desarrollo de la matriz de requisitos funcionales y no funcionales se recopiló información respecto a la necesidad que tiene actualmente el área de permanencia estudiantil, historias de usuario, épicas y criterios de aceptación. Para el diseño de la arquitectura se realizó una matriz de atributos de calidad y se identificaron los más importantes para el sistema de alertas tempranas, también se diseñaron los diagramas de contenedores para ver cómo se comportará el sistema. Finalmente se realiza la construcción del software AlertaITM, comprendido por 4 módulos: login y gestión de usuarios, alertas estudiantiles, reportes estudiantiles y gestión y seguimiento de estudiantes. Este software identifica, a través de la caracterización estudiantil recolectada por el observatorio de permanencia institucional ITM, los tipos de riesgos que enfrentan los estudiantes

Palabras clave: Deserción estudiantil, caracterización estudiantil, intervención temprana, factores de riesgo académico, sistema de alertas tempranas

RECONOCIMIENTOS

A nuestras familias, amigos, compañeros y maestros que a lo largo de nuestras vidas han sido los motores que impulsan nuestro crecimiento

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

ACRÓNIMOS

- ***GIT*** Grupo de investigación en integración de soluciones con tecnología de información y comunicación.
- ***MIRP***: Máquinas Inteligentes y Reconocimiento de Patrones
- ***NWK*** Capa de la red de pila ZigBee
- ***MDS*** Escalamiento multidimensional
- ***ITM***: Instituto Tecnológico Metropolitano.
- ***SCRUM***: Framework de desarrollo ágil.
- ***JWT***: JSON Web Token
- ***CRUD***: Create, Read, Update, Delete.
- ***IDE***: Integrated Development Environment.
- ***HTTPS***: Hypertext Transfer Protocol Secure.
- ***EAV***: Entidad atributo valor
- ***SAT***: Sistema de alertas tempranas
- ***MVC***: Modelo Vista Controlador

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

TABLA DE CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN.....	9
1.1	Planteamiento del Problema.....	12
1.2	Justificación	18
1.3	Objetivos	20
1.3.1	Objetivo General.....	20
1.3.2	Objetivo Específicos	20
1.4	Alcance	21
2	MARCO TEÓRICO	23
2.1	Antecedentes	23
2.2	Estado del arte.....	27
2.3	Marco conceptual.....	31
2.3.1	Deserción estudiantil.....	31
2.3.2	Permanencia académica	32
2.3.3	Sistema de alertas tempranas	33
2.3.4	Análisis predictivo	35
2.3.5	Arquitectura de Software	36
2.4	Marco legislativo.....	37
3	METODOLOGÍA.....	39
4	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	42
4.1	Fase 1. Análisis y diseño del sistema.....	42
4.1.1	Levantamiento de Requisitos y tácticas de elicitación.....	42
4.1.2	Historias de usuario.....	43

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

4.1.3	Requisitos no Funcionales	45
4.1.4	Restricciones	48
4.2	Fase 2. Diseño de la arquitectura	48
4.2.1	Definición de tácticas arquitectónicas.....	52
4.2.2	Selección del Patrón Arquitectónico.....	53
4.2.3	Modelado de la Arquitectura.....	54
4.2.4	Definición del Stack Tecnológico.....	55
4.3	Fase 3: Desarrollo Módulos SAT ITM	56
4.3.1	Modelamiento de datos	57
4.3.2	Módulo Gestión de usuarios e inicio de sesión.....	62
4.3.3	Módulo Alertas Tempranas.....	71
4.3.4	Módulo Reportes Estudiantiles	76
4.3.5	Módulo de gestión y seguimiento de casos.....	78
5	CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y TRABAJO FUTURO	83
5.1	Recomendaciones y trabajos futuros.....	85
	REFERENCIAS.....	87

Lista de Figuras

FIGURA 1 PRESENTA EL DIAGRAMA DE ISHIKAWA, EN EL CUAL SE IDENTIFICAN LAS PRINCIPALES CAUSAS IDENTIFICADAS DE LA DESERCIÓN EN EL ITM	17
FIGURA 2. REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LOS MÓDULOS PROPUESTOS PARA EL SISTEMA DE ALERTAS TEMPRANAS.....	21
FIGURA 3 DETERMINANTES DE LA DESERCIÓN ESTUDIANTEL. FUENTE: CASTAÑO ET AL (2007).....	32
FIGURA 4 ANÁLISIS DEL SISTEMA DE ALERTA TEMPRANA DE DESERCIÓN	35

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

FIGURA 5 FASES PARA EL DESARROLLO OBJETIVOS ESPECÍFICOS DEL SISTEMA ALERTAS TEMPRANAS ITM ...	40
FIGURA 6 ÉPICAS, HISTORIAS DE USUARIO Y DISTRIBUCIÓN POR SPRINTS.....	45
FIGURA 7 FASES DE LA ARQUITECTURA	49
FIGURA 8 GRÁFICO RADIAL DE PRIORIZACIÓN DE ATRIBUTOS DE CALIDAD CRÍTICOS PARA EL PROYECTO	52
FIGURA 9 MODELO DE ARQUITECTURA DEL PROYECTO ALERTAITM	56
FIGURA 10. MODELAMIENTO DE DATOS SAT ITM FUENTE PROPIA	63
FIGURA 11 REPOSITORIO LOGIN SAT ITM EN GitHub.....	63
FIGURA 12. ESTRUCTURA EN IDE INTELLIJ	64
FIGURA 13. INTERFAZ PRINCIPAL LOGIN.....	65
FIGURA 14. PANTALLA OLVIDASTE CONTRASEÑA.....	66
FIGURA 15. <i>TOKEN RECIBIDO EN CORREO PERSONALIZADO DE CUENTA</i>	67
FIGURA 16. INGRESO TOKEN EXITOSO, PANTALLA CAMBIO DE CONTRASEÑA	67
FIGURA 17. DASHBOARD DE GESTIÓN DE USUARIOS	69
FIGURA 18. MODAL PARA CREAR USUARIO	69
FIGURA 19. MODAL EDITAR USUARIOS.....	70
FIGURA 20. MODAL DE CONFIRMACIÓN PARA ELIMINAR USUARIO.....	70
FIGURA 21 DASHBOARD MODULO ALERTAS TEMPRANAS SAT.....	72
FIGURA 22. APLICACIÓN DE FILTROS Y BÚSQUEDA EN EL DASHBOARD	74
FIGURA 23. MODAL DE ASIGNACIÓN CASOS.....	75
FIGURA 24. DASHBOARD DE FILTROS AVANZADOS GESTIÓN Y SEGUIMIENTO DE ESTUDIANTES	80
FIGURA 25. INFORMACIÓN DE CARACTERIZACIÓN DEL ESTUDIANTE.....	81
FIGURA 26. INFORMACIÓN DE CARACTERIZACIÓN ESTUDIANTIL	81
FIGURA 27. MODAL PARA AGREGAR INTERVENCIÓN.....	82

Lista de Tablas

TABLA 1. DESCRIPCIÓN DE LOS MÓDULOS RELEVANTES PARA EL DESARROLLO DEL SISTEMA ALERTAS ITM	22
TABLA 2 DESCRIPCIÓN DE ENFOQUES PARA UN SISTEMA DE ALERTA TEMPRANAS ESTUDIANTIL.....	26
TABLA 3. LEYES RELEVANTES DEL MARCO LEGISLATIVO SAT ITM	37
TABLA 4. FASES DE LA METODOLOGÍA.....	40
TABLA 5 ROLES SCRUM SAT ITM.....	41
TABLA 6 REQUISITOS NO FUNCIONALES DE ALERTA ITM.....	46
TABLA 7 HERRAMIENTAS PARA EL DESARROLLO DEL SAT ITM.....	55
TABLA 8. ROLES Y RELACIONES SAT ALERTA ITM.....	60
TABLA 9. BASE DE DATOS MODULO ALERTAS SAT	72
TABLA 10. SECCIONES DE CARACTERIZACIÓN MODULO GESTIÓN Y SEGUIMIENTO DE CASOS.....	78

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

1. INTRODUCCIÓN

La deserción estudiantil es un problema sistemático que genera preocupación en las Instituciones de Educación Superior (IES). La deserción no solo impacta negativamente el desarrollo personal y profesional del estudiante, sino que también afecta el desempeño financiero y académico y compromete los objetivos educativos a nivel nacional. Para mitigar este fenómeno, se han desarrollado diversas estrategias en diferentes niveles, desde políticas públicas hasta estrategias centralizadas dentro de las IES. Entre estas estrategias se encuentran los Sistemas de Alertas Tempranas (SAT), herramientas tecnológicas diseñadas para identificar y prevenir el abandono estudiantil mediante el análisis de datos socioeconómicos, personales, académicos y laborales de los estudiantes. Estas estrategias permiten a las IES anticiparse ante posibles casos de deserción, mejorar los índices de permanencia y optimizar los recursos destinados al apoyo estudiantil.

Sin embargo, existen instituciones que enfrentan desafíos en la implementación de SAT efectivos. Los sistemas dependen de datos fragmentados y enfoques rígidos que limitan su capacidad para identificar con mejor precisión estudiantes en riesgo y personalizar intervenciones adecuadas. En el caso del Instituto Tecnológico Metropolitano (ITM), se

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

identificó que los factores laborales son determinantes en las decisiones de permanencia estudiantil, ya que los estudiantes que trabajan presentan un riesgo significativamente mayor de deserción. Este proyecto busca abordar estas limitaciones mediante el diseño, desarrollo e implementación de un SAT adaptado a las características específicas de la población estudiantil del ITM, incorporando análisis de factores académicos, sociales, económicos, personales y laborales para proporcionar una visión completa y precisa del riesgo.

El desarrollo de este proyecto siguió un enfoque metodológico de ingeniería de software, integrando técnicas de análisis de datos, modelado de sistemas y desarrollo ágil. El proceso incluyó el análisis de datos de caracterización estudiantil, la definición de reglas de alerta basadas en variables de riesgo, la implementación de un sistema de gestión de alertas con una arquitectura escalable y segura usando tecnologías como Java, Spring Boot y Angular para el desarrollo full stack, con PostgreSQL para el almacenamiento de datos y AWS para el despliegue en la nube. Además, se definió un modelo de datos flexible tipo EAV para manejar la diversidad de datos capturados, y se implementaron servicios RESTful para facilitar la integración entre módulos y mejorar la escalabilidad del sistema.

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

Los resultados obtenidos muestran que el sistema propuesto es capaz de identificar a los estudiantes en riesgo, clasificándolos en cuatro niveles de alerta (bajo, medio, alto y crítico) según criterios predefinidos por el observatorio de permanencia del ITM. Se observó una reducción en el tiempo de detección de casos de riesgo, además de que el sistema ofrece una plataforma centralizada para el seguimiento de casos, mejorando la eficiencia en la gestión institucional. Este enfoque optimiza no solo la identificación temprana de estudiantes en riesgo, sino que también proporciona una base sólida para futuras mejoras, como la integración de modelos de ML para análisis predictivo más avanzados.

El presente documento está organizado de la siguiente manera: la primera sección presenta el planteamiento del problema, justificación, objetivos y alcance del proyecto. En la segunda sección se describe el marco teórico, incluyendo conceptos clave relacionados con la deserción estudiantil y sistemas de alerta temprana. La tercera sección detalla la metodología empleada en el desarrollo del sistema. La cuarta sección presenta los resultados y la discusión de los hallazgos. Finalmente, en la quinta sección se exponen las conclusiones del estudio y se proponen recomendaciones para futuras mejoras.

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

1.1 Planteamiento del Problema

En los últimos años se ha logrado un aumento significativo en la cantidad de estudiantes que ingresan a la educación superior pública. En este sentido la permanencia estudiantil se ha convertido en un tema de alta importancia para las IES. Sin embargo, lograr esta permanencia representa un gran desafío, por un lado, para los jóvenes que se enfrentan a desafíos para no abandonar sus estudios, por otro, para la sostenibilidad académica y social de las universidades.

En este escenario, el fenómeno de la deserción estudiantil afecta la planeación financiera de las IES, la definición de los costos de las matrículas, el cumplimiento del objeto misional de las IES de formar y contribuir al desarrollo integral de la sociedad y finalmente, el cumplimiento de metas e indicadores económicos, sociales, políticos, ambientales y culturales definidos por el EstadoHaz clic o pulsa aquí para escribir texto..

Para el Instituto Internacional para la Educación Superior en América Latina y el Caribe (IESALC), en 2005 el costo de la deserción se estimó en 11.1 mil millones dólares anuales en 15 países de región (MEN, 2009). Contar con baja permanencia es una

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

problemática que impacta los indicadores de calidad educativa y el desarrollo social y económico del país, al representar una pérdida de oportunidades para los estudiantes sus familias y la sociedad en general, así como, una ineficiencia en el uso de los recursos institucionales y estatales.

En Colombia, las altas tasas de deserción han hecho que tanto el gobierno nacional como las IES se interesen en el tema. Interés que se ve reflejado en el Plan Decenal de Educación 2006-2016, en los Planes Nacionales de Desarrollo 2002-2006 y 2006-2010, y en los Planes Sectoriales de Educación 2002-2006 y 2006-2010 Haz clic o pulsa aquí para escribir texto., donde se encuentran planteadas algunas metas, estrategias y acciones a partir de las cuales se espera reducir la deserción” (preparado por et al., 2010).

Según datos del SNIES "Sistema Nacional de Información de la Educación Superior" desde el 2014, la tasa de cobertura promedio en la educación superior en Colombia ha rondado el 50% y para el año 2023 se ubicó en 55,38% (SNIES, 2023). Sin embargo, se estima que cerca del 40% de los estudiantes abandona antes de que transcurran 10 semestres y solo cinco de cada 10 estudiantes que ingresan a las IES logra graduarse después de 15 semestres (LEE, 2023). Esto se observa en la tasa de deserción anual por cohorte, dado que

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

para el periodo 2016-2020 la tasa para las universidades oficiales fue de 9.83%, mientras que para las privadas de 8.38% (Asociación Colombiana de Universidades, 2022) ((Rincón & Barragán, 2022). Estas cifras reflejan la necesidad urgente de estrategias efectivas para fomentar la permanencia estudiantil y garantizar que los estudiantes completen sus estudios y logren mejores oportunidades laborales, su desarrollo profesional y personal.

Por otro lado, el Ministerio de Educación Nacional en Colombia desarrolló el Sistema de Prevención de la Deserción en Educación Superior (SPADIES) que permite a las IES y para realizar el seguimiento de la deserción estudiantil para fortalecer programas de retención estudiantil e implementar acciones de prevención y con ello disminuir la deserción por cohorte del 40% en 2010 al 25% en 2019 (MEN, 2009). A pesar de la implementación de estrategias, la reducción de la deserción no ha sido tan significativa como se proyectaba. Para 2019, las tasas de deserción fueron del 26,86% en nivel universitario, 35,43% en nivel tecnológico y 38,61% en nivel técnico profesional (SPADIES, 2022).

Teniendo en cuenta que la permanencia estudiantil es un fenómeno de múltiples facetas, definido por elementos socioeconómicos, culturales, institucionales académicos

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

(Estrategias para la Permanencia en Educación Superior: Experiencias Significativas, s/f)

este no puede atribuirse únicamente a las restricciones socioeconómicas de las familias, ni a la ausencia de integración del alumno al entorno universitario, ni al rendimiento académico de forma individual, sino que se debe a una mezcla de estos factores. Esto evidencia la necesidad de un enfoque integral que permita que una estrategia de permanencia considere múltiples perspectivas para abordar el problema.

Dentro de la educación superior las dificultades financieras de los estudiantes son una causa predominante de la deserción. Asimismo, la falta de estrategias institucionales de intervención oportuna y el uso limitado de Tecnologías de Información (TI) para la identificación temprana de estudiantes en riesgo agravan el problema (Burgos Mantilla et al., 2009).

Este escenario no es ajeno para el ITM, dado que en esta institución existen limitaciones en los procesos y herramientas actuales para identificar y atender a los estudiantes en riesgo de deserción. En la Figura 1 se presentan las principales causas y consecuencias detectadas: 1) la falta de integración tecnológica entre los diferentes procesos

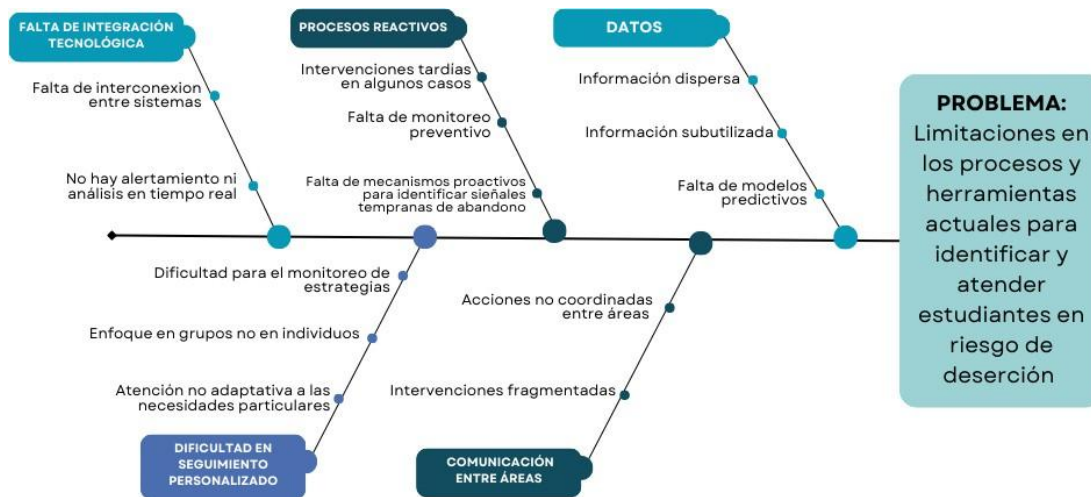
	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

como son innovación e inclusión y sistemas de información destinados a la atención de la permanencia estudiantil, 2) la dispersión o subutilización de los datos e información, y 3) la dificultad para dar seguimiento personalizado a los estudiantes en riesgo. Estas deficiencias provocan, en algunos casos, que las acciones e intervenciones se implementen tardíamente, en lugar de tomar medidas preventivas y que las acciones tomadas no sean adaptativas a las necesidades o casos particulares de los estudiantes.

En respuesta a esta problemática, se planteó el desarrollo de un Sistema de Alertas Tempranas (SAT) basado en TI que no solo diagnostique y caracterice los riesgos de deserción, sino que también estructure estrategias personalizadas para la IES y así fomentar la permanencia estudiantil. Este sistema a su vez es una estrategia clave para mejorar la gestión institucional y la intervención oportuna en los casos de estudiantes en riesgo. Dicho sistema permite combinar modelos de predicción deserción estudiantil que expliquen el fenómeno de la deserción, integrando datos socioeconómicos, académicos y personales para ofrecer una caracterización precisa y en tiempo real de la población estudiantil.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

***Figura 1** presenta el diagrama de Ishikawa, en el cual se identifican las principales causas identificadas de la deserción en el ITM*



Basado en la problemática anteriormente descrita, se plantea para el desarrollo de este proyecto la siguiente pregunta de investigación:

¿Cómo desarrollar un SAT para la identificación y prevención de la deserción estudiantil en el ITM?

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

1.2 Justificación

El presente proyecto responde a la necesidad de prevenir la deserción estudiantil y la intervención oportuna para estudiantes en riesgo de deserción en la educación superior, específicamente en el ITM. A pesar de los planes nacionales sobre deserción estudiantil en educación superior en las últimas décadas para comprender y abordar esta problemática, las estrategias actuales presentan limitaciones en la identificación temprana de estudiantes en riesgo, así como en la capacidad de implementar intervenciones personalizadas y efectivas. Después de analizar las problemáticas sociales que implica la deserción escolar en las IES, así como sus altos costos, es el momento de analizar las características del *Big Data* para poder identificar y potencializar sus funcionalidades como una estrategia viable y pertinente para evitar la deserción escolar universitaria (Amaya-Amaya et al., 2020).

Estudios previos han demostrado que la integración de Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) en los procesos de gestión educativa puede reducir las brechas en el seguimiento y acompañamiento de los estudiantes. Por ejemplo, investigaciones como las de Saldaña (2009) y Rodríguez (2008) subrayan la importancia de un enfoque basado en datos

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

para identificar las causas subyacentes de la deserción y estructurar estrategias de intervención adaptadas a las necesidades específicas de cada estudiante.

A partir de lo anterior se planteó el desarrollo de un SAT desde un enfoque preventivo ya que al promover las herramientas académicas y cognitivas a los estudiantes del ITM con dificultad de alcanzar sus logros se convierte en una estrategia institucional para mitigar la deserción por bajo rendimiento académico. Se plantea la hipótesis que el desarrollo de un SAT basado en herramientas académicas y cognitivas mejorará significativamente la permanencia estudiantil liderada por el departamento bienestar institucional del ITM. Se estima que los resultados del análisis de este sistema son el principal factor que ayudará a la institución a establecer estrategias para regular la permanencia estudiantil.

En este sentido, se espera que el desarrollo del SAT no solo contribuya a minimizar las tasas de deserción en el ITM, sino que también fortalecerá los procesos institucionales de retención estudiantil. Su implementación permitirá una intervención más eficiente, basada en evidencia y adaptada a las necesidades de cada estudiante, garantizando así una educación superior más inclusiva y equitativa.

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Fortalecer la permanencia estudiantil en el ITM mediante el desarrollo de un SAT interactivo que permita la identificación, seguimiento y prevención oportuna de estudiantes en riesgo académico.

1.3.2 Objetivo Específicos

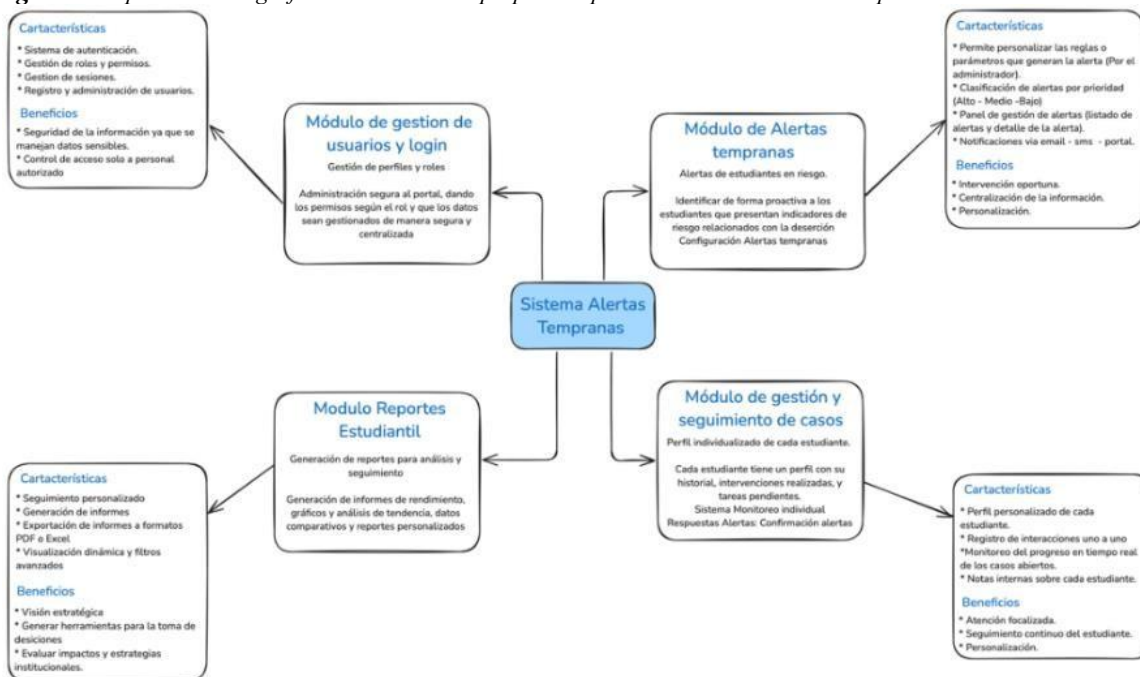
- i. Analizar las necesidades del SAT interactivo a partir de la definición de los requerimientos del stakeholder, empleando técnicas de e licitación de requisitos que permitan definir las funcionalidades y características clave.
- ii. Diseñar la arquitectura del sistema estableciendo los recursos y TI adecuadas para su desarrollo asegurando el cumplimiento de los requerimientos definidos.
- iii. Desarrollar un SAT interactivo aplicando estándares de calidad en el código (rendimiento, seguridad, usabilidad, compatibilidad y control de calidad), como principios SOLID y código limpio, garantizando eficiencia, fiabilidad y facilidad de mantenimiento.

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

1.4 Alcance

El alcance del sistema comprende cuatro módulos claves: 1) módulo de Autenticación y gestión de usuarios, 2) módulo de alertas tempranas, 3) módulo de reportes estudiantiles 4) módulo de gestión y seguimiento. Estos módulos se presentan en la Figura 2.

Figura 2. Representación gráfica de los módulos propuestos para el sistema de alertas tempranas



	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

Tabla 1. Descripción de los módulos relevantes para el desarrollo del sistema alertas ITM

Módulo	Descripción
Gestión de Usuario y Autenticación	Gestiona la administración, ingreso y registro de usuarios del portal, los permisos de uso a la aplicación según el rol y el inicio de sesión.
Alertas Temprana	Identifica de manera proactiva a los estudiantes que presentan indicadores de riesgo relacionados con la deserción a través de la técnica de caracterización y detección
Seguimiento de casos	Presenta un perfil individualizado de cada estudiante, permitiendo un sistema de monitoreo individual.
Reportes	Generar reportes en formato Excel para análisis y seguimiento, informes de rendimiento, análisis de tendencia, comparativos y reportes personalizados.

Cabe resaltar que la implementación de los módulos de un sistema del SAT para permanencia estudiantil es fundamental dado que, permite la identificación y gestión temprana de riesgos de deserción estudiantil mediante un sistema de seguimiento; facilita al área encargado un seguimiento personalizado de los estudiantes a través de intervenciones oportunas y promueve la Integración de tecnologías como automatización de procesos de seguimientos

En conclusión, este tipo de sistema puede contribuir a una gestión más eficiente y proactiva del seguimiento que hace el ITM al rendimiento estudiantil, facilitando la toma de decisiones ante estrategias para apoyar el éxito académico de los estudiantes.

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

2 MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes

El estudio de la deserción estudiantil y las estrategias de retención ha sido un tema de interés para investigadores y educadores a nivel global. Los enfoques más conocidos para el desarrollo de un SAT que han evolucionado significativamente son: los modelos básicos de seguimiento (2015 – 2017). Primeramente, con funcionalidades básicas de monitoreo, sistemas basados en análisis predictivo y Big data como son la integración de múltiples fuentes de datos, sistemas inteligentes con ML en este caso el uso de Inteligencia Artificial (IA) para la identificación temprana y metodologías específicas entre ellas sistema de monitoreo continuo que han sido propuestos para mejorar la permanencia estudiantil, desde modelos tradicionales basados en asesoría académica hasta el uso de herramientas tecnológicas.

Las primeras investigaciones sobre la deserción estudiantil tomaron como base conceptual la teoría del suicidio de Durkheim de 1897, y durante sus primeras aproximaciones se hace la analogía de la deserción como el suicidio en la sociedad (Spady, 1970). Posteriormente, los desarrollos investigativos en el tema se dividieron en dos

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

vertientes, unos que apuntan a la profundización teórica del problema y otros interesados en encontrar las causas del problema desde un enfoque empírico.

Estudios como el de Tinto (1993) han destacado la importancia de la integración académica y social en la retención estudiantil y afirman que el estudio de la deserción estudiantil es muy complejo ya que implica diferentes perspectivas y se debe enfrentar desde múltiples variables: socioeconómicas, individuales, institucionales y académicas. Mientras que investigaciones recientes han demostrado que el uso de sistemas tecnológicos de análisis de datos puede mejorar en un 30% la efectividad de las estrategias de prevención y acompañamiento (Rodríguez, 2020).

En la literatura, se encuentran investigaciones sobre deserción estudiantil en universidades de educación superior públicas y privadas, realizados para gran parte de los países de centro y sur américa, como México, Uruguay, Chile, Panamá, Argentina, Costa Rica, entre otros, así como estudios que integran toda la región.

El estudio de la retención estudiantil de la educación superior es un tema importante en Colombia, por tal razón en la literatura nacional se encuentran estudios como el realizado

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

por la Universidad Nacional de Colombia en el año 2020 en el cual se desarrollaron modelos predictivos que analizan factores socioeconómicos y académicos para la deserción estudiantil es un fenómeno que limita el impacto esperado por las partes involucradas e interesadas en este proceso. Colombia es un país que se enfrenta a altas tasas de deserción en educación superior, cercanas al cincuenta por ciento (50%) por cohorte (Vazquez Velazquez, 2020) la Universidad de Antioquia (2021) se implementó un sistema integrado de seguimiento estudiantil y la universidad de Andes (2022) incorporo inteligencia artificial para identificación temprana de deserción son importantes para el análisis relacionado con la deserción en la educación superior colombiana.

A continuación, se pueden clasificar cinco enfoques y modelos de deserción y retención de acuerdo con el énfasis asignado a las variables explicativas fundamentales: la psicológica, la sociológica, la económica, la organizacional y la interaccionista, respecto a esta información se muestra en la Tabla 2. El presente proyecto busca aprovechar estos antecedentes para desarrollar un sistema eficiente y adaptado a las necesidades actuales de las IES.

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

Tabla 2 Descripción de enfoques para un sistema de alerta tempranas estudiantil

Enfoque	Descripción
Psicológico	Himmel, Donoso y Schiefelbein (Parra & Rodriguez, 2014) definen que el comportamiento estudiantil esta influido en gran medida por las creencias y aptitudes, es por esta razón que muchas veces las decisiones de continuar en un programa académico están determinadas por conductas previas, esto genera una intención conductual que es un comportamiento definido. Por lo tanto, este modelo considera que la deserción como el debilitamiento de las intenciones iniciales y la retención como un fortalecimiento de estas. Es por ello por lo que se puede implementar en este sistema de alertas tempranas a través evaluación y seguimiento psicológico, categorización de alertas, intervenciones multidisciplinarias y gestión integral del bienestar.
Sociológico	Este enfoque resalta la importancia entre la interacción que existe entre las características del estudiante y aspectos claves del ambiente institucional es decir cabe resaltar la teoría del del suicidio. Es por ello por lo que este enfoque se puede enfocar en el sistema de alertas tempranas a través factores socioeconómicos, programas apoyo social, seguimiento integra, monitoreo y análisis es importante para la apropiada intervención que influyen en la deserción estudiantil.
Económico	El costo/beneficio establece que cuando los beneficios sociales y económicos generados por los estudiantes son observados como inferiores a los derivados de actividades alternas, los individuos optan por retirarse de la institución, es decir, muchas veces los beneficios son percibidos de forma inmediata pero no siempre son tan evidentes. Este enfoque se adapta al sistema de alertas tempranas a través de factores económicos como indicadores, programas de apoyo financiero, seguimiento y documentación, análisis y optimización el cual permite identificar tempranamente los riesgos económicos que afectan la permanencia estudiantil. adicional Se puede decir que el principal factor de deserción estudiantil esta influenciado por una serie de variables los cuales son créditos a largo plazo con tasas relativamente blandas o puede estar influenciado por subsidios parciales o totales (becas de matrícula, de alimentación, etc.),
Organizacional	Este tipo de modelos evalúan las variables enfocadas a la calidad de la docencia, también se tiene en cuenta la carencia de actividades en el campus, clases con numerosos grupos de estudiantes y la experiencia de los estudiantes en las aulas de clase cumplen un factor fundamental dentro de la deserción estudiantil. Este enfoque puede adaptarse al sistema de alertas tempranas a través de gestión y roles organizacionales, estructura de intervención, procesos y flujos de trabajo, gestión de la información y sostenibilidad organizacional, se tiene en cuenta que este asegura una implementación efectiva del sistema dentro de la estructura organizacional.

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

Enfoque	Descripción
Interaccionista	Este enfoque se brinda al estudiante en los niveles formales e informales, es decir conocer los modelos teóricos y enfoques permiten abordar el fenómeno de deserción desde diferentes ámbitos, el cual es afectado por variables personales y variables del entorno institucional volviendo una retroalimentación para el sistema de educación. Este enfoque se aborda a través de interacción estudiante - docente, interacción multiactor, seguimiento e intervención en comunicación y notificaciones. por lo cual la importancia de las interacciones significativas entre los participantes del proceso educativo.

2.2 Estado del arte

En las últimas décadas se ha avanzado significativamente en el estudio e investigación de la permanencia estudiantil. en este campo de la Iniciativas de retención de estudiantes, Para el éxito de este proceso es indispensable contar con un SAT eficiente que identifique oportunamente aquellos estudiantes con alto riesgo de abandonar los estudios. Dado que la política pública de ES de EE. UU. ha reforzado la retención de estudiantes, se ha generado un mercado de tecnologías informáticas (*software*) que asiste a docentes y directivos para detectar oportunamente a estos estudiantes. Un gran número de instituciones de educación terciaria han invertido en estas tecnologías (Donoso-Díaz et al., 2018).

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

En este campo, se evidencia la experiencia internacional, básicamente asociada al mundo anglosajón (EE. UU. Canadá, Australia, Inglaterra, Nueva Zelanda, etc.) donde han sido pioneros en ello, integrándose después algunos países iberoamericanos, siendo en la actualidad un campo de atención de muchas IES (Sebastián Donoso, 2018).

En Latinoamérica la investigación sobre prácticas conducentes a la retención de estudiantes ha sido más reciente, aunque ha adquirido en la última década un gran impulso. A partir de la investigación sobre la deserción estudiantil en Latinoamérica se menciona que muchas herramientas tecnológicas y académicas se implementan en las IES a través de sistemas para mitigar la deserción estudiantil como se dice así: En la mayor parte de las IES existe interés por las claves de un SAT exitoso, las que se asocian con la oportunidad y pertinencia de la información, proceso al cual colaboran los soportes tecnológicos modernos, en tanto estén debidamente alineados con tales objetivos. A las experiencias reseñadas se suma la de la Universidad de Missouri, Kansas City, institución pionera en mejorar las tasas de retención de estudiantes y de acceso a los cursos tradicionalmente difíciles de aprobar. (Donoso-Díaz et al., 2018)

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

Antes del año 2003, en Colombia, algunas IES hicieron seguimiento a la deserción, pero este seguimiento era aislado en cada IES, en ocasiones solo abarcada por algunos programas y no se encontraba sistematizado; adicionalmente su enfoque no era preventivo, sino que se realizaba una vez el estudiante desertaba (MEN, 2023). Por otro lado, un grupo de investigadores ha trabajado nueve años en la exploración de las causas de abandono de estudiantes de la Universidad Tecnológica de Pereira y las formas de combatirlas, probando estrategias de intervención. Esto ha conducido al diseño de un modelo de SAT: en 6 años se disminuyó la deserción de 15 a 10%. Además, ha incentivado que el gobierno fortalezca los programas de fomento a la permanencia en varias IES.(Donoso-Díaz et al., 2018)

Desde el 2004, el Min Educación en el marco del Sistema Nacional de Información de la Educación Superior (SNIES), inició el diseño del sistema SPADIES, sistema de información especializado en el análisis de la permanencia en la educación superior en Colombia, enfocado en el seguimiento a la deserción estudiantil funciona. Este sistema es un módulo específico para monitorear este fenómeno, consolidando y clasificando datos sobre las condiciones académicas y socioeconómicas de los estudiantes. Su propósito es proporcionar una visión sectorial e integrada de la deserción, permitiendo conceptualizar,

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

medir y dar seguimiento al problema en todas las instituciones de educación superior del país (SPADIES, 2023).

A partir de la anterior información se puede deducir que el tema de la deserción básicamente se asocia en un ambiente mundial y nacional, donde es un campo que se le da importancia. Las experiencias muestran que las instituciones que han implementado SAT han alcanzado resultados positivos al respecto, han movilizad o en forma significativa sus recursos en esta dirección, fortaleciendo el trabajo con los equipos docentes, como todos quienes tienen contacto con el estudiante, en la comprensión del problema y básicamente, en su rol para apoyar la retención, sea en tareas lectivas, como en el registro de los procesos administrativos del seguimiento de estudiantes, para alimentar el sistema y que se puedan adoptar decisiones en forma oportuna (Donoso-Díaz et al., 2018).

Se puede adicionar que los SAT han desatado en las IES estrategias para mejorar la permanencia estudiantil y minimizar su deserción, incrementar su eficacia/eficiencia con los sistemas de gestión informática que permiten procesamiento de grandes bases de información en periodos breves de tiempo, entregando información cuyo análisis permite derivar orientaciones específicas para cada estudiante (Donoso-Díaz et al., 2018).

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

2.3 Marco conceptual.

2.3.1 Deserción estudiantil

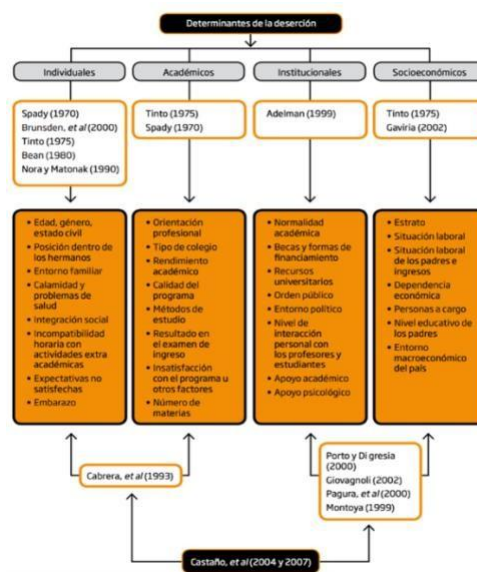
Puede entenderse como el abandono del sistema escolar por parte de los estudiantes, provocado por la combinación de factores que se generan tanto al interior del sistema como en contextos de tipo social, familiar, individual y del entorno (MEN, 2017).

La deserción estudiantil se define como la situación en la que un estudiante no logra concluir su proyecto educativo. Según el Ministerio de Educación Nacional, se considera desertor aquel estudiante que no presenta actividad académica durante dos semestres consecutivos. A partir de esta definición, la deserción se clasifica en dos tipos: con respecto al tiempo y con respecto al espacio. La deserción con respecto al tiempo se divide en deserción precoz, cuando el aspirante, a pesar de haber sido admitido, no se matricula; deserción temprana, cuando el estudiante abandona el programa en los primeros semestres, y deserción tardía, cuando lo hace en los últimos semestres. Por otro lado, la deserción con respecto al espacio se clasifica en deserción institucional, cuando el estudiante abandona la institución, y deserción interna, cuando decide cambiar de programa académico dentro de la

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

misma institución. (MEN, 2009). La Figura 3 resume los autores y sus perspectivas en el análisis de las causas de la deserción, agrupada en 4 variables.

Figura 3 *Determinantes de la deserción estudiantil. Fuente: Castaño et al (2007)*



2.3.2 Permanencia académica

La permanencia escolar implica la expectativa de que un estudiante se mantenga en el ciclo que cursa, que concluya e incluso que continúe estudiando el nivel académico

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

subsecuente, dado que la meta deseada apunta a la adquisición de un título profesional.
(Velásquez y Gonzales, 2017)

Se hace necesario identificar los posibles factores que inciden en la permanencia académica de estos, con el fin de generar estrategias que permitan el fortalecimiento de estas.

La meta fundamental de un sistema educativo eficiente es la culminación de los procesos académicos con éxito, disminuir las cifras de abandono, deserción y lograr la permanencia. La evidencia indica que la deserción universitaria es un fenómeno global con implicaciones y retroceso en lo económico, académico, social y profesional.

2.3.3 Sistema de alertas tempranas

Los SAT son una herramienta para identificar a los estudiantes en riesgo de abandonar la escuela. Se basa en la presencia de factores específicos que contribuyen o anticipan al abandono que permiten planificar acciones para apoyar la permanencia en la escuela, mediante intervenciones que atienden problemáticas específicas (Cruz y Cardini, 2021).

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

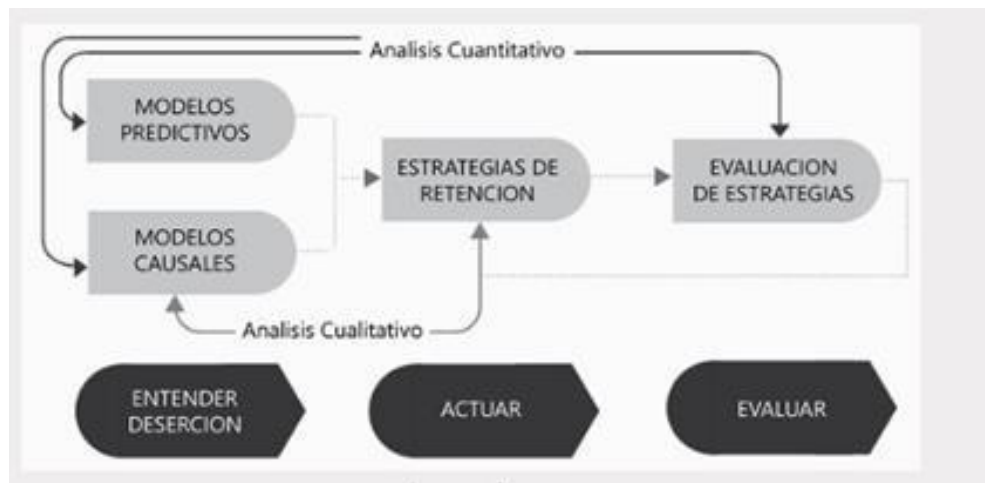
Cabe aclarar que un SAT tiene una característica y función especificada la cual depende del tipo de modelamiento o enfoque que se establezca, sin embargo, un SAT no garantiza resultados exitosos. Para ello es indispensable establecer metas específicas de mejora, apoyándose en la tecnología para este proceso (Donoso-Díaz et al., 2018).

Otro punto crítico del éxito de un SAT es la consolidación de equipos de trabajo transversales, en los que se compartan los programas exitosos de intervención estudiantil y se prioricen los que tengan mayor porcentaje de estudiantes con alto Índice Predictivo de Riesgo de Abandono (IPRA). Complementariamente, desde el 2010 se ha impulsado un mercado de desarrollo tecnológico de SAT para cubrir necesidades de las IES. Por ejemplo, existe la empresa Foris con presencia en siete países de Latinoamérica, la cual se dedica al desarrollo de software para gestión académica universitaria. (Donoso-Díaz et al., 2018).

En un SAT se resalta el enfoque cuantitativo que se sustenta en modelos matemático/estadísticos y de minería de datos, que consideran, entre otras variables las calificaciones de los estudiantes, datos demográficos – contemplados está la definición de factores de riesgo para generar perfiles de alumnos desertores y elaborar planes de apoyo oportuno y específico para cada grupo de estudiantes (Figura 4) (Donoso-Díaz et al., 2018).

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

Figura 4 *Análisis del sistema de alerta temprana de deserción.*



2.3.4 Análisis predictivo

Consiste en estudiar los datos históricos y actuales para hacer predicciones sobre el futuro. Usar una mezcla de técnicas matemáticas, estadísticas y de ML avanzadas para analizar los datos y así determinar y extrapolar las tendencias ocultas (AWS, sf.).

Las instituciones de educación superior (IES) cuentan con sistemas académicos de información donde se registran todo tipo de datos de los estudiantes; datos personales, socioeconómicos y derivados del desempeño académico de los estudiantes durante y antes su estancia en la institución. La combinación de dichos datos aplicada a un proceso de 'Data

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

Mining’ podría proveer un modelo de predicción de deserción resolviendo la necesidad de las instituciones de disminuir el riesgo de deserción en las distintas carreras (*Modelo De Predicción De Deserción Estudiantil, Apoyado En Tecnologías De Data Mining, s/f*)

Los autores (Yue & Liu, 2016) propone una nueva estrategia basada en un método de un algoritmo de red neuronal convolucional multi agente para mejorar la funcionalidad de la evaluación en educación superior dentro de un ambiente de BIG-DATA, esto es posible con el estudio del índice de educación innovadora de las universidades, que provee una experiencia eficiente y precisa verificando la efectividad del algoritmo (*Modelo De Predicción De Deserción Estudiantil, Apoyado En Tecnologías De Data Mining, s/f*)

2.3.5 Arquitectura de Software

Existen varias implementaciones del patrón MVC que nos permiten realizar páginas web de dividir el sistema en tres componentes independientes (Ferreira Escutia, p 10):

- Modelo: Gestiona la lógica de negocio, el procesamiento de datos y la interacción con la base de datos.

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

- Vista: Se encarga de la presentación y la interacción con el usuario, asegurando una experiencia intuitiva.
- Controlador: Actúa como intermediario entre la vista y el modelo, gestionando las solicitudes y respuestas del sistema.

2.4 Marco legislativo

En Colombia, el marco normativo establece directrices para la educación superior, garantizando la calidad del servicio y promoviendo estrategias para la permanencia estudiantil. A continuación, se presentan las normativas más relevantes para este proyecto:

Tabla 3. *Leyes relevantes del marco legislativo SAT ITM*

Ley / artículo	Descripción
Ley 1341 de 2009 (<i>Ley TIC</i>)	Regula el uso de las tecnologías de la información y las comunicaciones en Colombia, promoviendo su aplicación en la educación
Ley 1581 de 2012	Protección de Datos Personales): Por la cual se dictan disposiciones generales para la protección de datos personales.
Ley 1620 de 2013	Establece el Sistema Nacional de Convivencia Escolar, relevante para la identificación temprana de factores de riesgo en estudiantes
Ley 1712 de 2014	Por medio de la cual se crea la Ley de Transparencia y del Derecho de Acceso a la Información Pública Nacional y se dictan otras disposiciones.
Ley 1753 de 2015	(Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018): Incluye estrategias para mejorar la permanencia estudiantil en la educación superior.
Resolución 2041 de 2016	Define criterios de calidad para programas académicos en Colombia

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

CONPES 3975 de 2019	(Política Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación en IA: Plantea directrices para el uso de inteligencia artificial en Colombia, incluyendo el desarrollo de algoritmos transparentes y éticos.
---------------------	--

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

3 METODOLOGÍA

Para el desarrollo de los objetivos del trabajo se planteó seguir una metodología basada en el marco ágil SCRUM que se puede dividir de forma general en tres fases que podemos entender como reuniones, las reuniones forman parte de los artefactos de esta metodología junto con los roles y los elementos que lo forman (Trigas, s.f.). Se definieron Sprints semanales con entrega de valor continua.

La metodología comprende cuatro fases: 1) Levantamiento de requisitos funcionales y no funcionales “Es de suma importancia contar con los requerimientos bien detallados para construir la especificación funcional, sin embargo, en todos los desarrollos no siempre es posible tener completos todos los requerimientos” (Enríquez et al, 2018.); 2) Diseño de la arquitectura y matriz de atributos calidad; 3). Implementación de modelos predictivos “Consiste en seleccionar, filtrar, agregar, muestrear, limpiar o transformar los datos. Usualmente los datos en sus bases no se encuentran limpios, por lo que se hace necesario una preparación previa en tal forma que no se produzca interferencia por datos que no aportan a la búsqueda de conocimiento” (Baron et al., 2024) ; 4) Desarrollo y evaluación de los

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

módulos principales del sistema. Las fases se presentan en la Figura 5 y se describen en la Tabla 4.

Figura 5 Fases para el desarrollo objetivos Específicos del Sistema Alertas Tempranas ITM

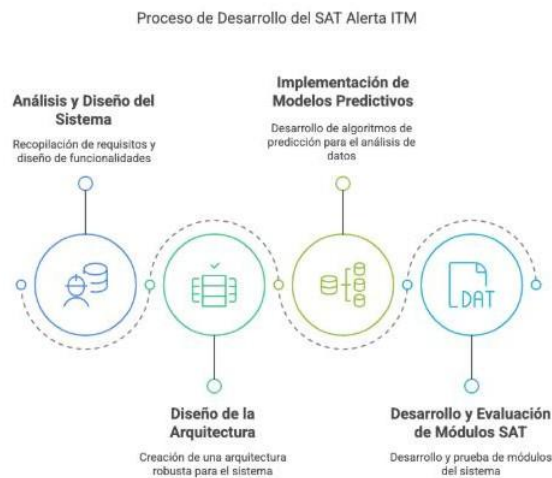


Tabla 4. Fases de la metodología

Fases	Descripción
Metodología Scrum SAT Alerta ITM	Se eligió Scrum como metodología para el proyecto SAT ya que cumple con la especificación necesaria para el desarrollo de este proyecto sabiendo que encierra sprints, ceremonias y cronograma de actividades entregar
Análisis y diseño del sistema	El Stakeholders nos Brinda la información necesaria sobre la necesidad del desarrollo de SAT para bienestar a partir de ello se diseña matriz de requisitos, HU, épicas, criterios de aceptación y mockups.
Diseño de la arquitectura	A partir de los requisitos funcionales y no funcionales se construye la matriz de atributos de calidad y diagramas de contenedores de cómo está estructurado SAT
Implementación de modelos predictivos	Este apartado encierra el algoritmo de predicción encargado de procesamiento de datos y predicción sobre la caracterización estudiantil entregada por la institución
Desarrollo y evaluación de módulos SAT	Se construye y desarrolla los 4 módulos backend y frontend y PostgreSQL encargados de entregar la información sobre las alertas tempranas

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

Teniendo en cuenta el enfoque de la metodología ágil scrum, se estableció una estructura y roles definidos, como se pueden ver en la siguiente Tabla 5.

Tabla 5 Roles Scrum SAT ITM

Persona	Rol
María Camila Arroyo	Product Owner, Development Team
Mauricio Salazar	Product Owner, Development Team

La modalidad de trabajo para el SAT para el ITM fue híbrida (presencial y virtual), usando herramientas digitales como Microsoft Teams para encuentros y comunicación que facilitaran la organización del teletrabajo, la gestión del proyecto y el desarrollo colaborativo. Para registrar los requisitos establecidos se implementó el product backlog. A partir de este se estableció el Sprint backlog en cada iteración, enfocando el equipo en tareas específicas de acuerdo con las necesidades del SAT para el ITM (Alerta ITM).

El progreso del proyecto fue monitoreado utilizando Azure Devops, herramienta con estándares y calidad en cada funcionalidad entregada. Así mismo, se designaron los eventos scrum para dar evidencia del progreso del desarrollo del objetivo principal del proyecto, además de garantizar la planificación, ejecución y mejora continua de cada sprint.

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la presente sección se exponen los resultados obtenidos durante el desarrollo del proyecto SAT AlertaITM, destacando la implementación de la ingeniería de requisitos, las actividades de desarrollo del sistema y la integración del modelo predictivo. Estos aspectos, previamente descritos en la metodología, contribuyeron al cumplimiento de los objetivos del proyecto y a la creación de un sistema alertas tempranas para el ITM.

4.1 Fase 1. Análisis y diseño del sistema

4.1.1 Levantamiento de Requisitos y tácticas de elicitación

Dentro del apartado del desarrollo de esta fase se recopiló la información partir de la captura de requisitos que es la actividad en la que un grupo extrae, de cualquier fuente de información disponible (documentos, aplicaciones existentes, entrevistas, etc.), las necesidades de cubrir dicho sistema. Por lo anterior, nuestros principales stakeholders son Verónica Mira la líder del observatorio de permanencia estudiantil y Edison Urrego líder de estrategia de permanencia ITM.

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

Para el levantamiento de requisitos se adoptó una estrategia centrada en la colaboración directa en nuestros stakeholders la cual se basó en la presentación de una propuesta inicial del sistema seguida de varias reuniones para ajustar y priorizar los requisitos y características del sistema en función de las necesidades institucionales. Durante estas interacciones se discutieron los objetivos del sistema las necesidades esperadas y las restricciones técnicas permitiendo refinar los requisitos sin el diligenciamiento de una entrevista estructurada los cambios y acuerdos alcanzados fueron validados y formalizados a través de correo electrónico. La propuesta inicial presentada y correos electrónicos se encuentran en el anexo A y los requisitos definidos se pueden ver en el anexo B.

4.1.2 Historias de usuario

Se definieron un total de cinco épicas y trece historias de usuario, cuyo formato es el siguiente:

- Estructura: [Como rol] + quiero [Función u objetivo] + para [Resultado]

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

- Identificación: Cada historia de usuario se identificó con consecutivo específico HU-ID, este código incluye las siglas “HU” (Historias de usuario) siguiendo el siglo secuencial de la creación.
- Criterio de aceptación: Cada historia de usuario incluyo criterios específicos el cual permitió verificar su cumplimiento y calidad durante las etapas de desarrollo.

Una vez las historias de usuario se completaron y se revisaron, se gestionaron en azureDevOps mediante la herramienta Boards, lo que permitió un seguimiento claro y colaborativo como se puede ver en la Figura 6.

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

Figura 6 Épicas, Historias de usuario y distribución por sprints

Order	Work Item Ty...	Title	State	Effort	Busi...	Value Area	Iteration Path
1	Epic	Parámetros no funcionales	New			Business	SAT-ITM\Sprint 1
	User Story	Crear modelo de datos	Closed			Business	SAT-ITM\Sprint 2
	User Story	Registro de Actividad (Auditoría)	New			Business	SAT-ITM\Sprint 9
	User Story	Encriptación de datos	New			Business	SAT-ITM\Sprint 9
2	Epic	modulo de Reportes Estudiantiles	New			Business	SAT-ITM
	User Story	Exportar reportes a formatos PDF, CSV o Excel	New			Business	SAT-ITM\Sprint 8
	User Story	Generación de informes	New			Business	SAT-ITM\Sprint 7
3	Epic	Módulo de gestión de usuarios y login	New			Business	SAT-ITM
	User Story	Creación de un sistema de inicio de sesión	Closed			Business	SAT-ITM\Sprint 1
	User Story	Creación, modificación y eliminación de usuarios	Closed			Business	SAT-ITM\Sprint 2
	User Story	Recuperar contraseña	Closed			Business	SAT-ITM\Sprint 2
	User Story	Creación de front de módulo de inicio de sesion	Active			Business	SAT-ITM\Sprint 3
4	Epic	Módulo de alertas tempranas	New			Business	SAT-ITM
	User Story	Creación del algoritmo de alertas tempranas	Active			Business	SAT-ITM\Sprint 3
	User Story	Creación del panel de alertas tempranas	New			Business	SAT-ITM\Sprint 4
	User Story	Envío de notificaciones vía Email	New			Business	SAT-ITM\Sprint 5
5	Epic	Módulo de gestión y seguimiento de casos	New			Business	SAT-ITM
	User Story	Creación de la maqueta del perfil del estudiante	New			Business	SAT-ITM\Sprint 6

4.1.3 Requisitos no funcionales

Se establecieron 10 requisitos no funcionales los cuales se evidencian en la Tabla 6 con el fin de que el sistema cumpla un desempeño confiable, seguro y portable. Estos requisitos se establecieron en el diseño y desarrollo del sistema, el cual no se implementan métricas para

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

medir su cumplimiento, sin embargo, se tuvieron en cuenta en el diseño de la arquitectura, desde las fases iniciales del proyecto, asegurando que el sistema estuviera preparado para cumplir los objetivos en futuras interacciones y evaluaciones, respecto los 10 requisitos no funcionales se establecieron y para garantizar los atributos como son: protección y seguridad, confiabilidad y capacidad de interacción en el sistema, cabe resaltar que no se implementaron métricas formales para su medición durante el desarrollo, sin embargo estos requisitos si se consideraron desde las etapas iniciales del diseño de la arquitectura. Esto permitió que el sistema cumpla con los objetivos planteados, de este modo Alerta ITM apuesta por implementar estos atributos y la arquitectura robusta alineada a los estándares, aun sin la medición cuantitativa inmediata de cada requisito como se puede ver en la **Tabla 6**.

Tabla 6 Requisitos No Funcionales de Alerta ITM

Requisito	Tipo	Prioridad	Objetivo	Funcionalidades
El sistema debe garantizar la seguridad de los datos mediante cifrado y protocolos de seguridad avanzados.	No Funcional	Alta	Proteger la información sensible de los estudiantes.	Implementación de cifrado AES y encriptación de contraseñas.
El sistema debe ser accesible desde dispositivos móviles y navegadores web.	No Funcional	Media	Permitir el acceso flexible desde cualquier dispositivo.	Implementación de diseño responsivo compatible con distintos dispositivos.

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

Requisito	Tipo	Prioridad	Objetivo	Funcionalidades
El sistema debe garantizar tiempos de respuesta menores a 5 segundos en consultas de datos.	No Funcional	Baja	Mejorar la experiencia del usuario.	Optimización de consultas en la base de datos y uso de almacenamiento en caché.
El sistema debe contar con medidas para garantizar la disponibilidad del sistema 99% del tiempo.	No Funcional	Alta	Asegurar la continuidad del sistema en todo momento.	Implementación de servidores redundantes y monitoreo continuo de la infraestructura.
El sistema debe estar disponible en horario laboral de las oficinas administrativas que trabajan con permanencia estudiantil	No Funcional	Alta	Asegurar la disponibilidad continua del sistema.	Implementación de infraestructura de alta disponibilidad y respaldo de datos.
El sistema debe ser escalable para soportar aumentos en la cantidad de usuarios sin degradar el rendimiento.	No Funcional	Alta	Permitir la expansión del sistema sin afectar su eficiencia.	Arquitectura de servidor escalable y balanceo de carga.
El sistema debe permitir realizar auditorías de seguridad periódicas.	No Funcional	Media	Asegurar que el sistema esté libre de vulnerabilidades.	Implementación de herramientas para auditoría de seguridad y vulnerabilidades.
El sistema debe permitir la integración con otros sistemas de gestión universitaria.	No Funcional	Baja	Facilitar la interoperabilidad con otros sistemas existentes.	Implementación de APIs para integración con otros sistemas.
El sistema debe cumplir con las normativas de protección de datos personales (por ejemplo, GDPR).	No Funcional	Alta	Garantizar la protección de la información personal de los estudiantes.	Implementación de políticas de privacidad y protección de datos.

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

4.1.4 Restricciones

Las restricciones del sistema AlertaITM se establecieron con el fin de delimitar los principales parámetros claves para el desarrollo y así garantizar el cumplimiento de los requerimientos funcionales respecto al entorno operativo y normativas aplicables.

Se puede mencionar que entre las restricciones del software Alerta ITM esta:

- **Restricciones de Software:** No se Integró de la aplicación con otras áreas externas de permanencia institucional del ITM
- **Restricciones de Pruebas:** No se cuenta con Ambiente de pruebas dedicado y Framework de pruebas automatizadas.
- **Modelo de ML:** No se realizó ningún modelo de ML para clasificación de alertas ya que se utilizó un SAT basado en reglas predefinidas.

4.2 Fase 2. Diseño de la arquitectura

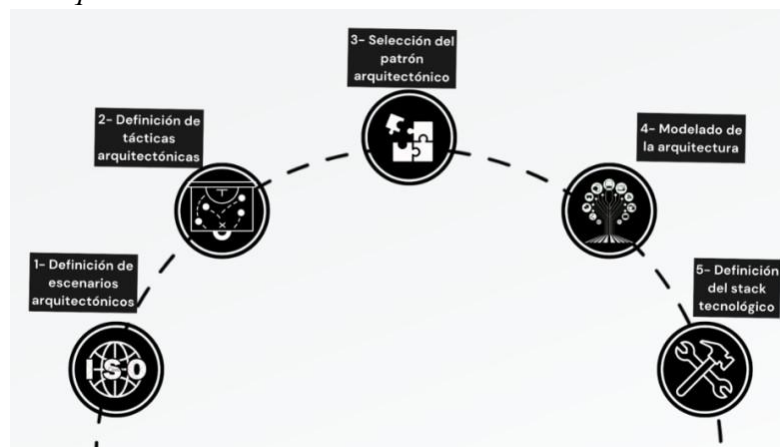
La construcción de la arquitectura del sistema se llevó a cabo siguiendo un enfoque estructurado basado en buenas prácticas de arquitectura de software y principios de diseño orientados a escalabilidad, mantenibilidad y seguridad. Este enfoque se fundamentó en el modelo C4 (Contexto, Contenedores y componentes) que permite una representación clara

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

de los diferentes niveles de abstracción del sistema, así como, comunicar la arquitectura de un sistema en función del detalle que se quiera proporcionar (García Jose, 2024). Adicionalmente, se utilizó Modelo-Vista-Controlador (MVC) para estructurar la aplicación, asegurando la separación de responsabilidades y facilitando el mantenimiento del código.

La realización del diseño final de la arquitectura se llevó a cabo en cinco etapas, ilustradas en la Figura 7.

Figura 7 Fases de la arquitectura



3.2.1 Definición de escenarios arquitectónicos

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

Para garantizar la calidad del SAT AlertaITM, se identificaron los atributos de calidad clave según la norma ISO/IEC 25010. Estos atributos incluyen la adecuación funcional, eficiencia del desempeño, compatibilidad, fiabilidad, seguridad, mantenibilidad, flexibilidad y protección.

Una vez definidos estos atributos de calidad, se identificaron los escenarios que podrían afectarlos, evaluando cómo diferentes eventos, fallos o condiciones adversas podrían comprometer cada uno de estos atributos.

A partir de este análisis, se determinaron los escenarios más críticos, aquellos que podrían impactar directamente la operación y efectividad del sistema Figura 8. Entre los escenarios más relevantes se encuentran:

- Interrupción en la generación de alertas: Un fallo en el procesamiento de datos podría impedir la identificación de estudiantes en riesgo, afectando la toma de decisiones oportunas.
- Acceso no autorizado a información confidencial: La manipulación indebida de datos podría comprometer la privacidad de los estudiantes y la confianza en el sistema.

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

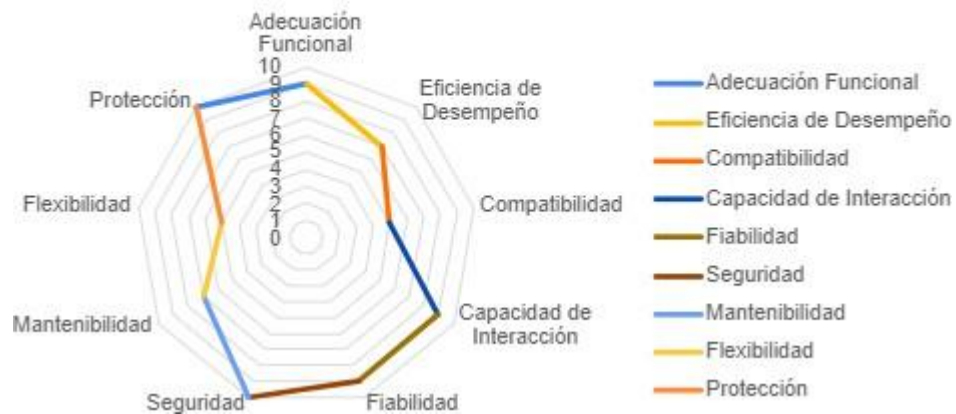
- Fallo en la sincronización con la base de datos: Errores en la conexión con la base de datos afectarían la actualización y precisión de los datos mostrados en la plataforma.

Estos escenarios fueron priorizados en función de su impacto en la operación del sistema y la experiencia del usuario. Como resultado, la arquitectura se diseñó con un enfoque preventivo, aplicando tácticas específicas para mitigar los riesgos asociados a cada uno de ellos.

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

Figura 8 Gráfico radial de priorización de atributos de calidad críticos para el proyecto.

Tributos de calidad Proyecto AlertaITM



4.2.1 Definición de tácticas arquitectónicas

Para garantizar los atributos de calidad identificados, se implementaron tácticas arquitectónicas basadas en escenarios específicos. Algunas de las tácticas aplicadas incluyen la autenticación y autorización Segura haciendo uso de JWT y control de acceso basado en roles; Escalabilidad y disponibilidad Implementando de servicios en AWS con respaldo de

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

datos; Optimización del desempeño usando consultas optimizadas en PostgreSQL; mantenibilidad y modularidad mediante la Separación de responsabilidades mediante MVC y un repositorio centralizado para la gestión de datos (ver anexo C).

4.2.2 Selección del Patrón Arquitectónico

Para la implementación del sistema de alertas tempranas, se optó por una arquitectura basada en el patrón MVC es un patrón de diseño que permite separar en capas nuestra aplicación para lograr un menor acoplamiento entre el código. Dado que este proyecto se desarrolla bajo un enfoque Producto Mínimo Viable (MVP), la arquitectura permitió una implementación rápida, con una separación clara de responsabilidades y una estructura que facilite futuras iteraciones.

Además, al tratarse de un sistema que debe procesar datos en tiempo real y permitir reportes dinámicos, el MVC proporciona una estructura que facilita la implementación de servicios RESTful, esenciales para la comunicación entre el frontend y Backend.

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

4.2.3 Modelado de la Arquitectura

Se empleó el enfoque C4, estructurando la arquitectura en tres niveles de detalle los cuales se pueden visualizar en el anexo D.

4.2.3.1 Nivel 1 - Diagrama de Contexto

Se identificaron los actores principales, incluyendo usuarios administrativos y orientadores, quienes interactúan con el sistema para gestionar alertas y reportes. Se definieron las interacciones del sistema a gran escala entre el portal web, el Backend y los servicios externos de la universidad.

4.2.3.2 Nivel 2 - Diagrama de Contenedores

Se establecieron los principales contenedores del sistema, incluyendo el Backend, frontend, base de datos y herramientas de análisis de datos.

4.2.3.3 Nivel 3 - Diagrama de Componentes

Se detallaron los Cuatro módulos clave del sistema: gestión de usuarios y autenticación, generación y gestión de alertas, módulo de reportes y visualización de datos, gestión y seguimiento de casos e integración con servicios externos.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

4.2.4 Definición del Stack Tecnológico

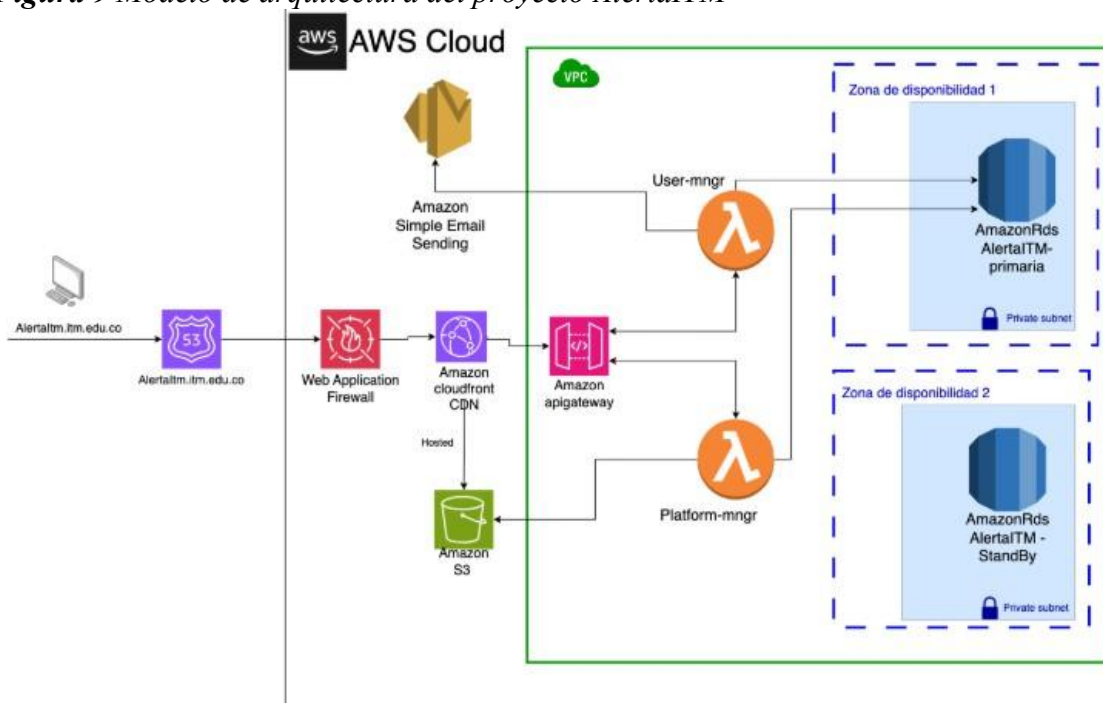
La arquitectura se diseñó con un stack tecnológico optimizado para la nube, garantizando eficiencia en el procesamiento y almacenamiento de datos Figura 9. Se incluyeron las siguientes herramientas:

Tabla 7 Herramientas para el desarrollo del SAT ITM

Herramienta	Descripción
Backend	Spring Boot con Java, para la lógica de negocio y gestión de autenticación.
Frontend:	Angular, permitiendo una experiencia de usuario interactiva y responsiva.
Base de Datos	PostgreSQL asegurando escalabilidad y alta disponibilidad.
Visualización de Datos	Power BI, utilizado para la generación de reportes avanzados.
Infraestructura en la Nube	AWS, aprovechando servicios como lambda, Api Gateway, S3 y RDS PostgreSQL

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

Figura 9 Modelo de arquitectura del proyecto AlertaITM



4.3 Fase 3: Desarrollo Módulos SAT ITM

El desarrollo de la aplicación se estableció a partir de cuatro módulos específicos para asegurar entregas continuas. Estas fases permiten identificar, de forma oportuna las posibles necesidades no detectadas en etapas previas del proyecto.

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

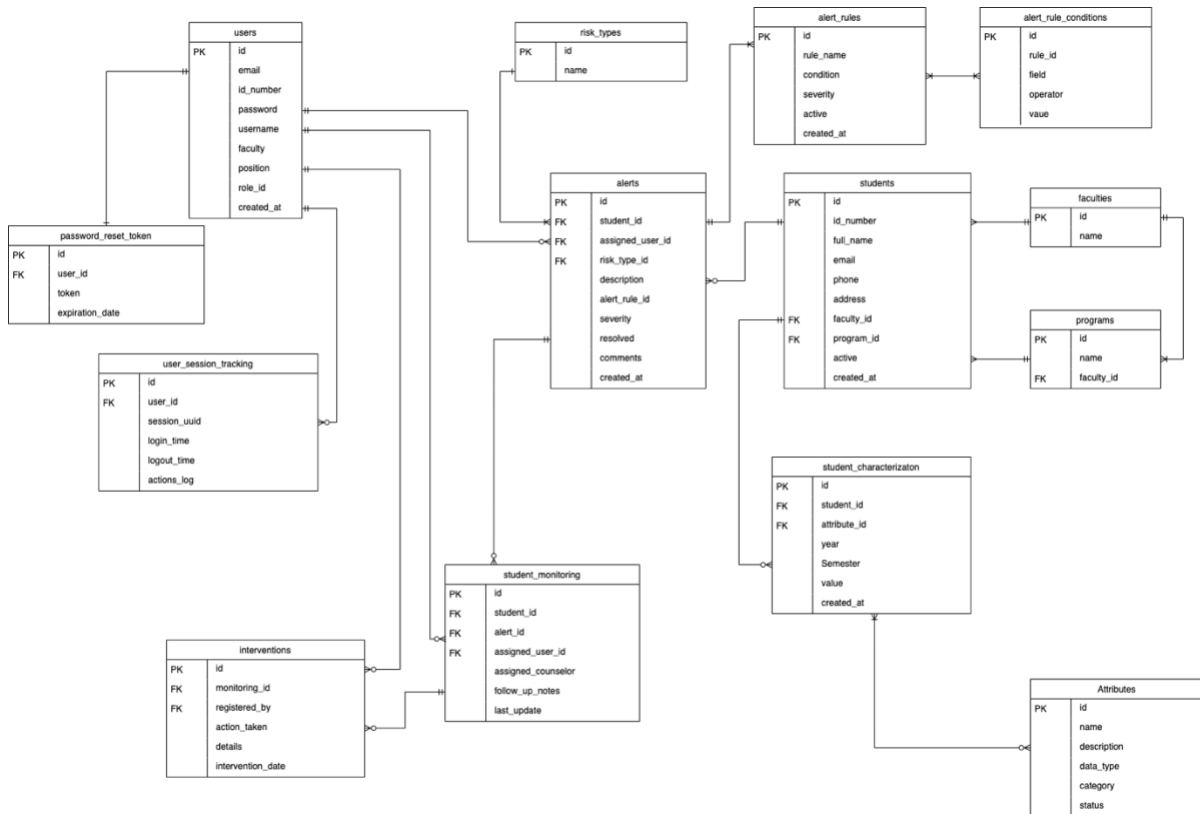
4.3.1 Modelamiento de datos

Para el diseño del gestor de base de datos se diseñó un modelo de datos para el diseño de los módulos del SAT. Como parte de la fase de planeación, se diseñó un diagrama de entidad relación que estructuró la base de datos y los componentes fundamentales de la aplicación. Este diagrama ilustra cómo interactúan las diferentes entidades, cubriendo tanto la gestión de usuarios como la caracterización estudiantil, las reglas de las alertas y la información básica del estudiante.

El modelado de datos del SAT de Alerta ITM fue diseñado con el objetivo de proporcionar una solución escalable y eficiente para gestionar la información sobre los estudiantes, su riesgo de deserción y las posibles intervenciones correspondientes. La estructura Atributo-Valor (A-V) fue elegida debido a su capacidad para adaptarse a la naturaleza dinámica de los datos estudiantiles, permitiendo manejar variables y atributos que pueden cambiar con el tiempo sin necesidad de rediseñar el esquema de base de datos. La Figura 10, muestra el modelamiento de datos, las relaciones entre tablas, llave primaria y llaves foráneas del gestor de bases de datos del SAT ITM.

Figura 10. Modelamiento de datos SAT ITM Fuente propia

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020



4.3.1.1 Estructura Atributo Valor (MAV)

La estructura Atributo-Valor (MAV) se fundamenta en dos tablas principales: atributos y valores. En lugar de tener una columna fija por cada atributo de los estudiantes, se define

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

una tabla de atributos que almacena los nombres de todos los posibles atributos (como "Edad", "Estrato", "Riesgo de Deserción"), y una tabla de valores que asocia cada atributo a un valor específico para un estudiante. Esta implementación permite representar de manera eficiente la diversidad de características estudiantiles y facilitar la expansión futura del sistema.

- **Flexibilidad de cambio:** la característica más destacada de esta estructura es su elasticidad. Dado que los datos de los estudiantes pueden desarrollarse y cambiar el tiempo, como la inclusión o eliminación de atributos en la caracterización estudiantil. Este enfoque facilita la adaptación a los cambios en los requisitos sin cambiar la tabla o el código del sistema existente. La base de datos puede desarrollar un paso por paso, y el sistema continúa operando sin interrupción.
- **Escalabilidad:** este modelo también se desarrolló, teniendo en cuenta la escalabilidad. A medida que aumentan el número y las características de los estudiantes, se agregan más características, la estructura A-V asegura que el sistema pueda procesar una gran cantidad de datos sin poner en peligro el beneficio. Cada nuevo atributo se conserva atributos y sus valores se agregan a la tabla con valores

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

sin formar nuevas columnas en las tablas existentes que mantienen un diseño limpio y efectivo.

- **Optimización de almacenamiento:** la optimización de almacenamiento es otro beneficio importante de la estructura A-V. Sin almacenar cada atributo como una columna fija, el sistema evita que el punto se desperdicie en columnas vacías o inutilizables. Solo los atributos que se aplican a cada estudiante se almacenan en un determinado semestre, reduciendo los datos de datos. Esto es muy importante en un sistema que tiene que lidiar con una gran cantidad de elementos, ya que optimiza el uso de recursos y mejora los resultados de la consulta.
- **Simplicidad de la gestión de atributos:** en lugar de cambiar la base de datos cada vez que se introduce un nuevo atributo (que puede ser costoso y complicado), el modelo A-V simplemente define nuevos atributos al agregarlos. Estos simples cambios aseguran que el sistema se pueda adaptar rápidamente a nuevos requisitos, como los cambios en la política institucional o las nuevas áreas de evaluación.

Tabla 8. Roles y relaciones SAT Alerta ITM

Tabla	Descripción
-------	-------------

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

Tablas y Relaciones	se describen las tablas clave que componen el modelo de datos y cómo se interrelacionan para cumplir con los objetivos del sistema.
Roles	define los permisos dentro del sistema. Los usuarios del sistema son asignados a un rol que determina su acceso a las funcionalidades del sistema, permitiendo tener usuarios con permisos completos (administradores) y usuarios restringidos (por ejemplo, personal docente o de bienestar). Esto asegura una correcta gestión de permisos y una seguridad robusta dentro del sistema.
Usuarios	almacena los datos esenciales de cada usuario del sistema, como su correo electrónico, la contraseña encriptada y su rol asignado. Este enfoque asegura que solo los usuarios con permisos adecuados puedan interactuar con el sistema, manteniendo la seguridad de los datos .
Estudiantes	contiene los registros personales de los estudiantes, como su nombre, documento de identidad, correo electrónico, estado de matrícula, entre otros. Esta tabla se vincula a otras tablas, como la de características estudiantiles y alertas, para formar una red de información interrelacionada que facilita el seguimiento de cada estudiante.
Caracterización Estudiantil	captura las respuestas de los estudiantes a las preguntas de caracterización. Al estar basada en la estructura A-V, cada atributo del estudiante se guarda en una fila separada en lugar de ocupar una columna específica, lo que mejora la flexibilidad del sistema.
Atributos de Caracterización	define los distintos campos que pueden ser evaluados en la caracterización estudiantil. Cada atributo tiene un tipo de dato, como texto, numérico o fecha, lo que permite una gestión eficiente de los datos.
Tipos de Riesgo	clasifica a los estudiantes en categorías de riesgo de deserción, como bajo, medio, alto y crítico. Estas categorías son fundamentales para generar alertas y diseñar estrategias de intervención.
Reglas de Alertas	definen las condiciones bajo las cuales el sistema generará alertas. Estas condiciones se almacenan en formato JSON, lo que permite una gran flexibilidad y facilidad para modificarlas o adaptarlas a nuevas necesidades sin tener que modificar el esquema de la base de datos.
Alertas	generada está asociada a un estudiante y una regla específica, permitiendo clasificar el nivel de riesgo de deserción del estudiante y enviar un mensaje relevante para las intervenciones.

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

Intervenciones	permiten registrar las acciones tomadas por los usuarios para abordar las alertas de deserción. Estas intervenciones están vinculadas a las alertas y a los usuarios que las realizan, lo que facilita el seguimiento de los casos.
-----------------------	--

La adopción del modelo Atributo-Valor (MAV) ha sido crucial para garantizar la flexibilidad, escalabilidad y eficiencia del sistema. Este modelo permite almacenar y gestionar de manera eficiente datos dinámicos y variables, como las características estudiantiles y las reglas de alerta, sin generar complejidades innecesarias en la base de datos. Además, la integración de JSON para las reglas de alerta y las relaciones entre tablas garantiza una gestión eficiente de los datos y permite que el sistema evolucione de manera rápida y adaptable a nuevas necesidades.

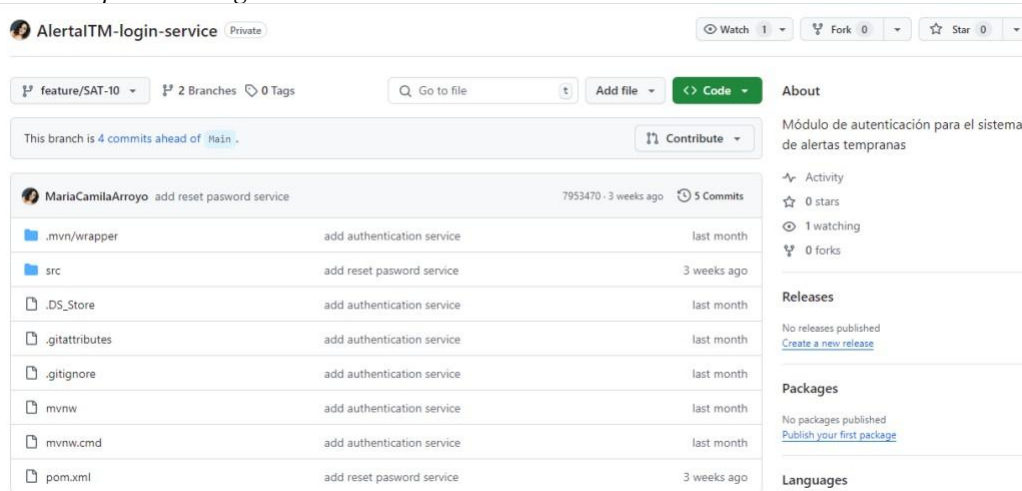
4.3.2 Módulo Gestión de usuarios e inicio de sesión

Este apartado se realizó a través de dos entornos, en la primera parte Backend implementado en lenguaje java inicializado en spring Boot el cual es un entorno que nos satisface lo requerido en esta necesidad se implementó JWT que es un sistema de seguridad basado en token para la autenticación segura de los roles de los usuarios en el sistema. Cabe resaltar que todo el código se desarrolló en IntelliJ IDE una de las plataformas de JAVA y

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

este a su vez se guardó para la colaboración participativa del equipo de desarrollo en GitHub plataforma libre de licencia ver la **Figura 11**.

Figura 11 Repositorio Login SAT ITM en GitHub

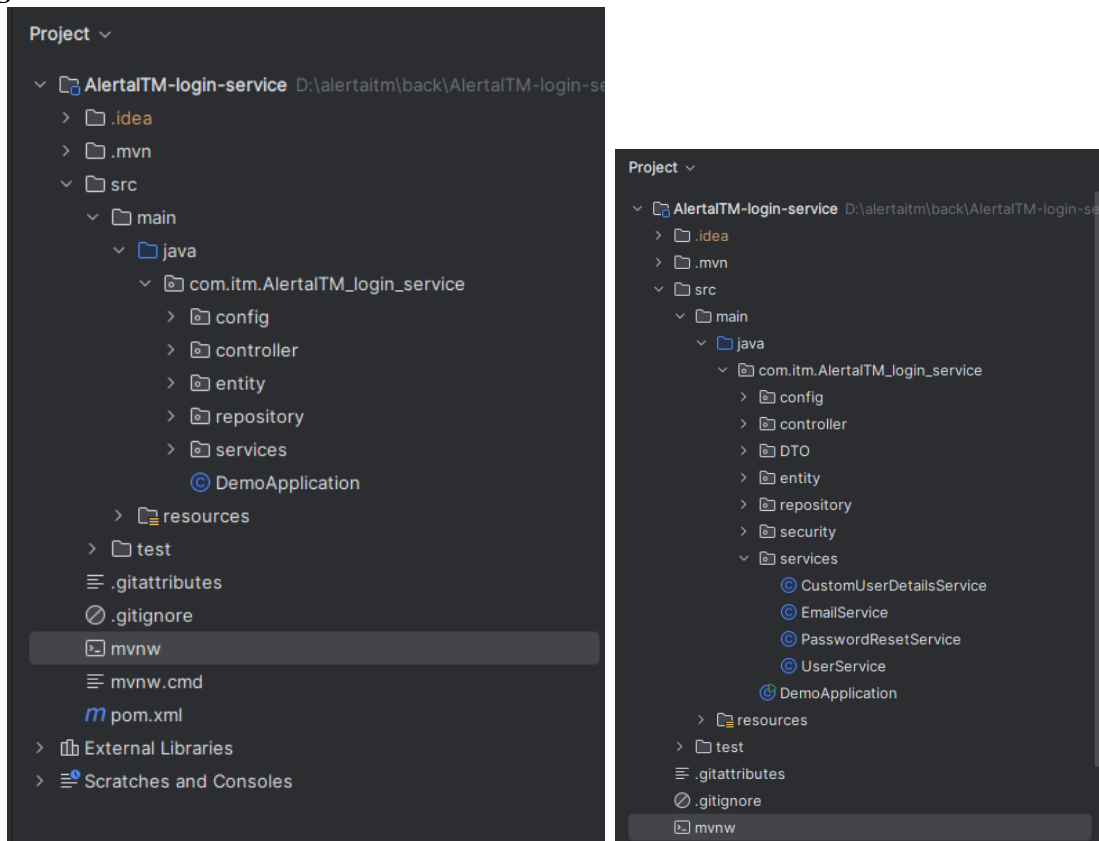


A continuación, en la Figura 12 se evidencia la estructura del Backend dentro del entorno IntelliJ IDE basado en spring boot sabemos que este framework de java simplifica el desarrollo de aplicaciones spring facilitando la creación de aplicaciones autónomas y listas para producción. Para el Backend del módulo gestión de usuarios mencionado en el objetivo tres, se manejó Spring boot como framework y este se conecta a través de Posgres SQL como gestor de base de datos, adicional se implementó JWT para la seguridad o recuperación de

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

contraseña el cual genera un token de seguridad. Se emplea además Refresh Token para garantizar la persistencia de las sesiones de los usuarios, minimizando la necesidad de que los usuarios vuelvan a iniciar sesión.

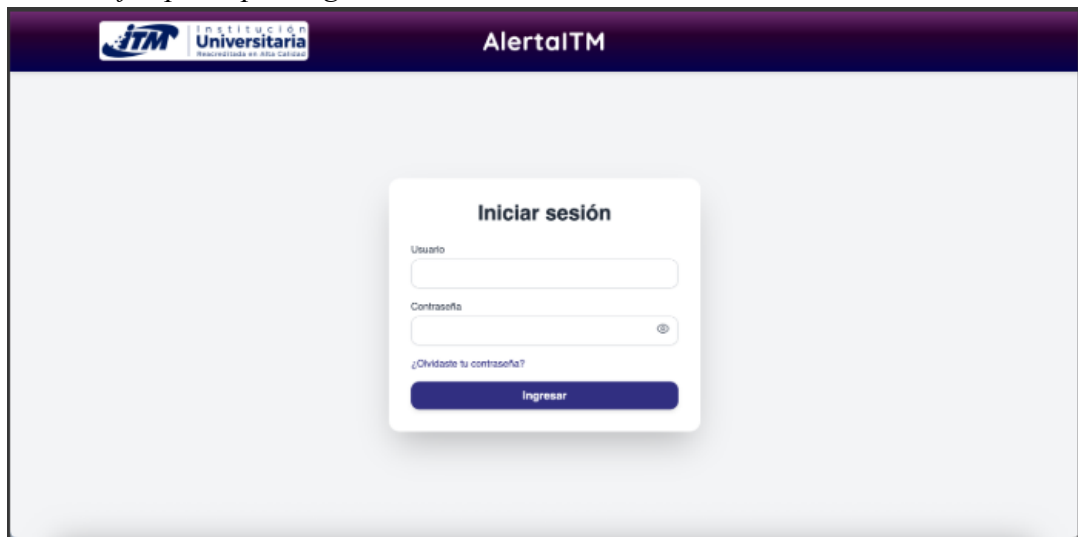
Figura 12. Estructura en IDE IntelliJ



	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

En el frontend, el login se gestiona a través de un Login Component que permite a los usuarios ingresar sus credenciales. Se desarrolló en el Framework Angular el cual es encargado para aplicaciones web desarrollada en el lenguaje typescript y el cual se usó para implementar la parte visual de este sistema. En la Figura 13, se presenta la interfaz un componente fundamental del sistema de alertas tempranas, ya que asegura que solo los usuarios autenticados puedan acceder a las funcionalidades del sistema.

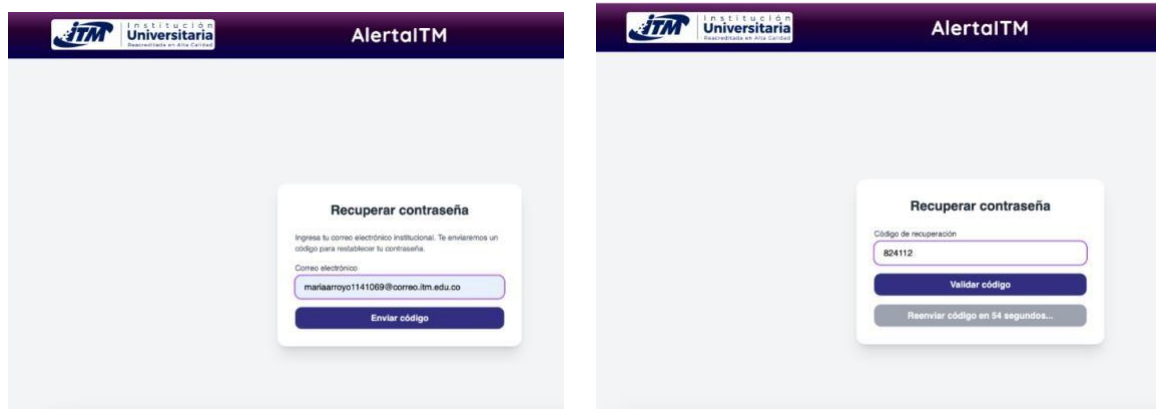
Figura 13. Interfaz principal Login



 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

En la Figura 14, se presentan las interfaces para la recuperación de contraseña, en este proceso es posible con una robusta implementación de la librería jakarta de java para la gestión de la autenticación y el control de acceso.

Figura 14. Pantalla Olvidaste contraseña



La

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

Figura 15 , se presenta la interfaz recepción de token vía Email, es la evidencia que el sistema está conectando el backend con el frontend y a su vez la autenticación es un mecanismo de seguridad del módulo para autenticar el usuario a ingresar al sistema.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

Figura 15. Token recibido en correo personalizado de cuenta

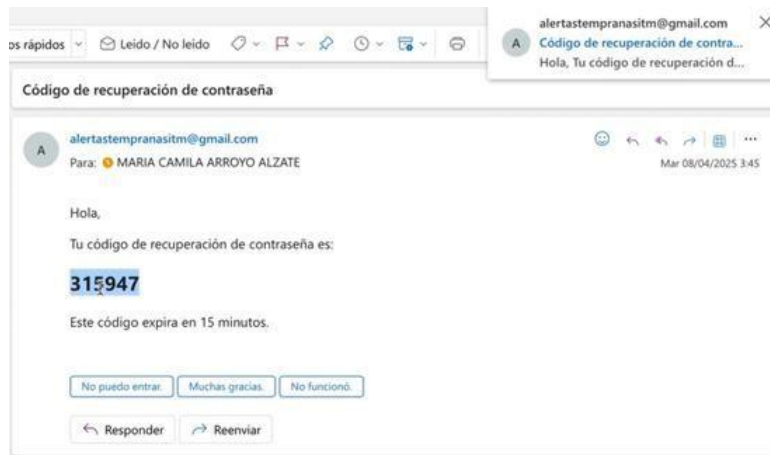


Figura 16. Ingreso Token exitoso, pantalla Cambio de contraseña



The image shows a web page titled 'AlertaITM' with the ITM logo. The main content is a form titled 'Recuperar contraseña'. It has a green message: 'Token válido. Ingrese tu nueva contraseña.' Below this, there are two input fields: 'Nueva contraseña' and 'Confirmar nueva contraseña', both with masked text (dots). At the bottom of the form is a blue button labeled 'Cambiar contraseña'.

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

Finalmente, se obtiene el desarrollo frontend y Backend en un módulo, cabe resaltar que este módulo es importante para ingresar a la información del sistema de alertas. Con esto se concluye la terminación del módulo de manera exitosa respecto a los objetivos planteados.

4.3.2.1 Módulo de gestión de usuarios

En este submódulo se desarrolló toda la interfaz y la funcionalidad necesarias para la gestión de usuarios del sistema, este módulo es accesible únicamente para usuarios con permisos de administrador y permite visualizar todos los usuarios registrados con acceso a la aplicación (*Figura 17*) , crear nuevos usuarios (*Figura 18*) editar su información (*Figura 19*) y eliminar usuarios existentes (*Figura 20*), estas funcionalidades garantizan un control completo el acceso a la plataforma, facilitando una administración segura del sistema garantizando que solo personal autorizado tenga acceso a los datos de los estudiantes.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

Figura 17. Dashboard de gestión de usuarios

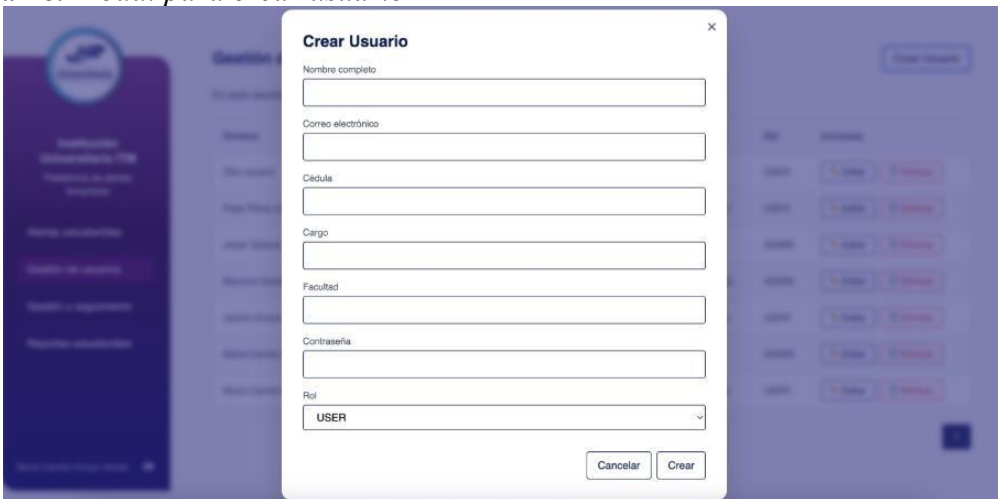


Gestión de Usuarios

En esta sección puedes visualizar, crear, editar o eliminar usuarios del sistema.

Nombre	Correo	Facultad	Cargo	Rol	Acciones
Otro usuario	nuevo_email1@email.com	Administración	Profesor	USER	Editar Eliminar
Pepe Pérez correa	nuevo_email2@email.com	Administración	Coordinador	USER	Editar Eliminar
Javier Salazar	javiensal1130499@correo.itm.edu.co	Administración	Profesor	ADMIN	Editar Eliminar
Mauricio Salazar	javersalazar1130499@correo.itm.edu.co	Ingeniería	Permanencia	ADMIN	Editar Eliminar
Jacinto Arroyo	nuevo_email3@email.com	Educación	Coordinador	USER	Editar Eliminar
Maria Camila Arroyo Alzate	mariaarroyo1141069@correo.itm.edu.co	Administración	Decano	ADMIN	Editar Eliminar
Maria Camila Arroyo Alzate	correo@correo.com	Salud	Coordinador	USER	Editar Eliminar

Figura 18. Modal para crear usuario



Crear Usuario

Nombre completo

Correo electrónico

Cédula

Cargo

Facultad

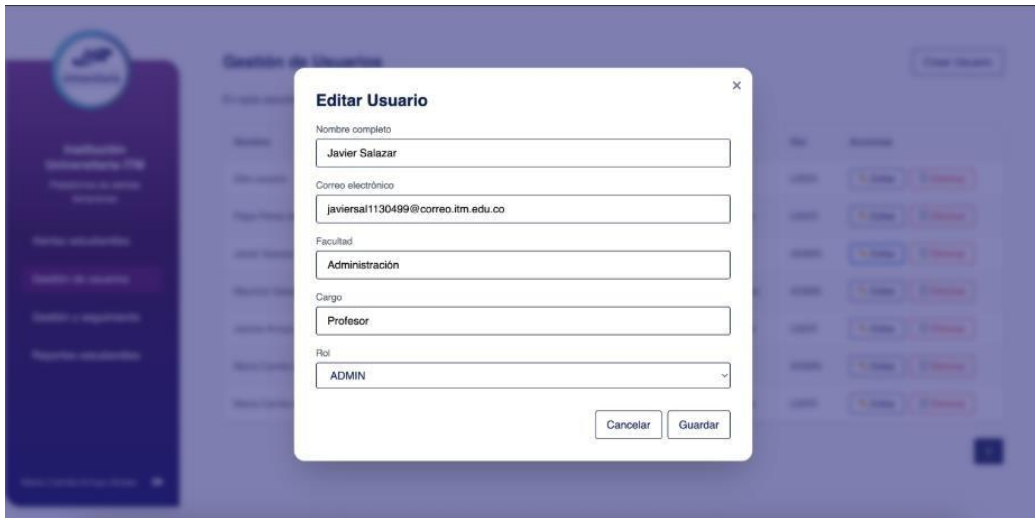
Contraseña

Rol
USER

Cancelar Crear

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

Figura 19. Modal editar usuarios



Editar Usuario

Nombre completo
Javier Salazar

Correo electrónico
javersal1130499@correo.itm.edu.co

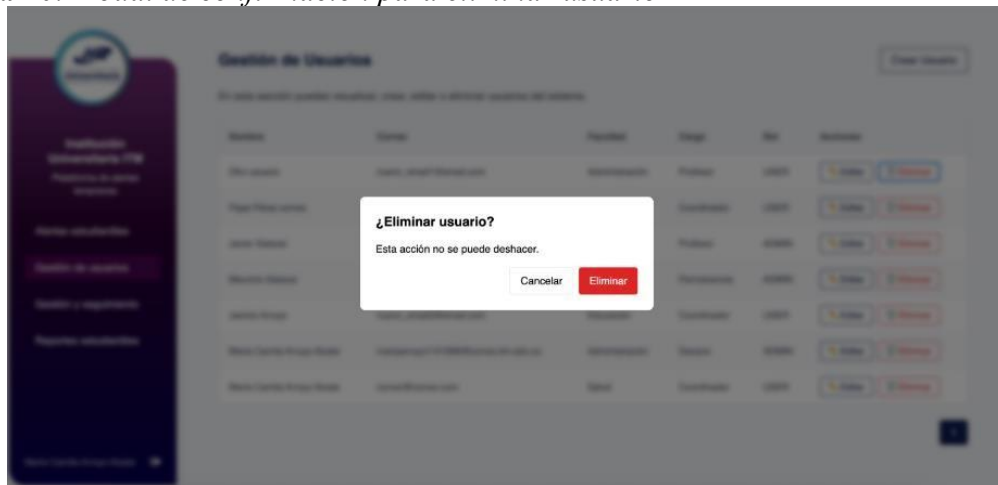
Facultad
Administración

Cargo
Profesor

Rol
ADMIN

Cancelar Guardar

Figura 20. Modal de confirmación para eliminar usuario



¿Eliminar usuario?

Esta acción no se puede deshacer.

Cancelar Eliminar

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

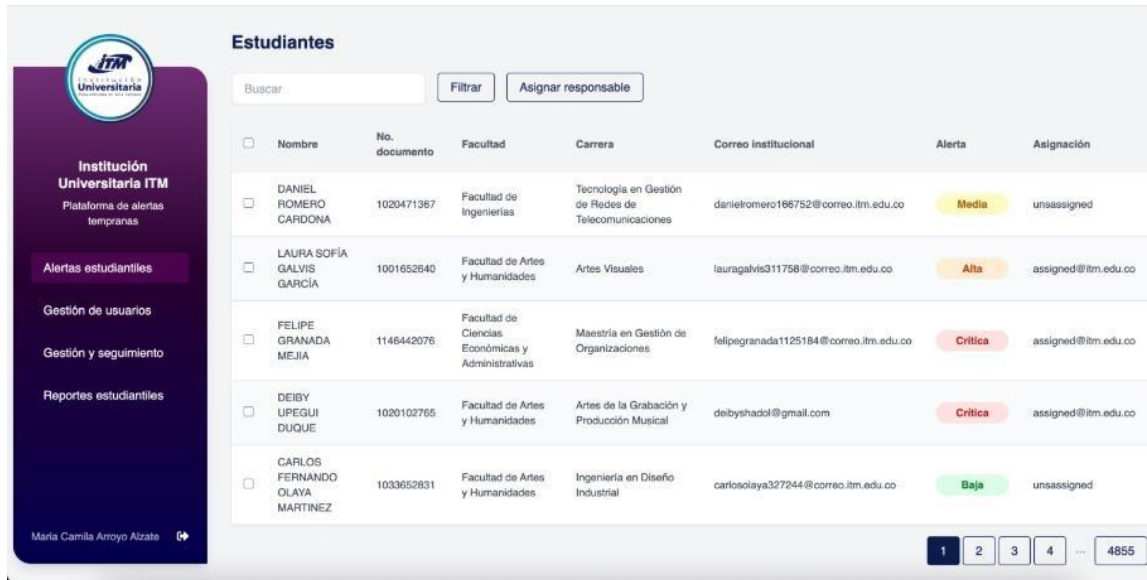
4.3.3 Módulo Alertas Tempranas

En este apartado se abordó el desarrollo del presente modulo, fue una de las piezas clave del sistema de alertas tempranas, cuya funcionalidad fue identificar a los estudiantes con mayor riesgo de deserción y generar alertas personalizadas para cada uno de ellos. Este módulo también permitió asignar responsabilidades a los diferentes usuarios del sistema, facilitando el seguimiento de cada caso.

A continuación, se describe cómo se desarrolló este módulo, desde la carga de datos hasta la visualización de las alertas en el dashboard ver la Figura 21, pasando por el análisis y la implementación de las reglas.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

Figura 21 Dashboard Modulo Alertas Tempranas SAT



Estudiantes							
Buscar:		Filtrar	Asignar responsable				
☐	Nombre	No. documento	Facultad	Carrera	Correo institucional	Alerta	Asignación
☐	DANIEL ROMERO CARDONA	1020471367	Facultad de Ingenierías	Tecnología en Gestión de Redes de Telecomunicaciones	danielromero166752@correo.itm.edu.co	Media	unassigned
☐	LAURA SOFÍA GALVIS GARCÍA	1001652640	Facultad de Artes y Humanidades	Artes Visuales	lauragalvis311758@correo.itm.edu.co	Alta	assigned@itm.edu.co
☐	FELIPE GRANADA MEJIA	1146442076	Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas	Maestría en Gestión de Organizaciones	felipeggranada1125184@correo.itm.edu.co	Critica	assigned@itm.edu.co
☐	DEIBY UPEGUI DUQUE	1020102765	Facultad de Artes y Humanidades	Artes de la Grabación y Producción Musical	deibyshadol@gmail.com	Critica	assigned@itm.edu.co
☐	CARLOS FERNANDO OLAYA MARTINEZ	1033652831	Facultad de Artes y Humanidades	Ingeniería en Diseño Industrial	carlosolaya327244@correo.itm.edu.co	Baja	unassigned

Adicional el área de permanencia estudiantil bajo acuerdos de confidencialidad nos compartió la base de datos la cual se ingresó dentro del sistema para realizar la caracterización estudiantil. Se realizó el siguiente seguimiento y análisis del desarrollo modulo:

Tabla 9. Base de datos modulo alertas SAT

Descripción	Análisis/Función
-------------	------------------

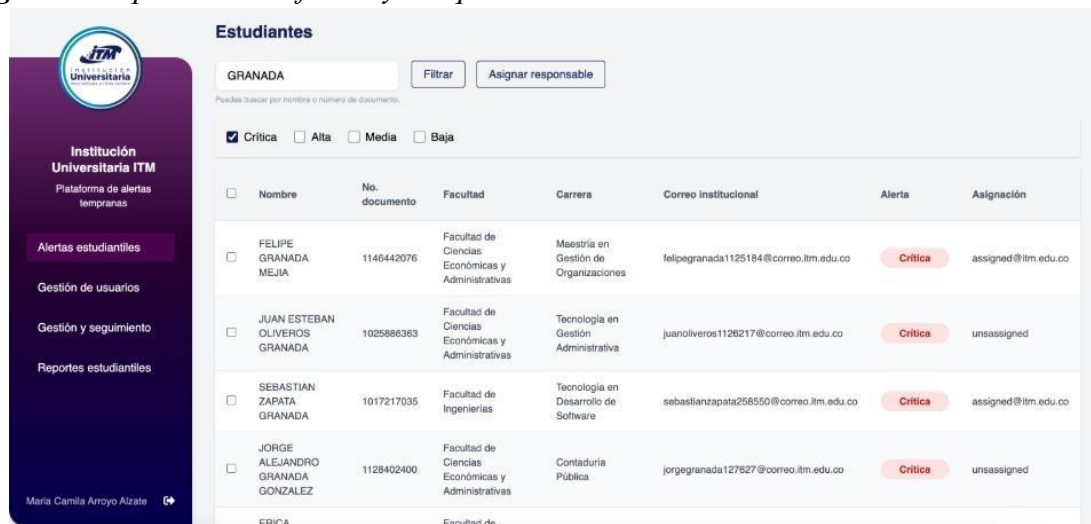
 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

Carga de la Data	✓ La carga de la información fue un proceso crucial, ya que los datos provenientes de la caracterización estudiantil alimentaron las alertas que se generaron. ✓ se desarrolló un servicio denominado CharacterizationUploadService, que utilizó Apache POI para leer y procesar los archivos Excel. Este servicio se encargó de mapear los encabezados de las columnas del archivo Excel a los atributos definidos en la base de datos, asegurando que la información se almacenara correctamente en las tablas de atributos y valores. ✓ Una vez los datos fueron cargados, los estudiantes fueron clasificados según su riesgo de deserción, lo que permitió la posterior generación de alertas.
Servicios para la Carga	Los servicios desarrollados para la carga de datos incluyeron: ✓ POST /characterization/upload: Este end point recibió el archivo Excel y lo procesó para actualizar la base de datos. ✓ POST /characterization/validate: Validó los datos cargados y devolvió un reporte con los errores encontrados (si los había). Este enfoque permitió automatizar el proceso de carga de datos, lo que resultó fundamental para el manejo de grandes volúmenes de estudiantes cada semestre.
Definición de Reglas	✓ fueron una parte central del sistema, ya que se definieron los criterios para clasificar a los estudiantes en diferentes niveles de riesgo (bajo, medio, alto, crítico) ✓ Las reglas de alerta fueron gestionadas utilizando un sistema flexible basado en condiciones, que se almacenaron en formato JSON. Este formato permitió describir las condiciones de manera estructurada y fácil de modificar sin necesidad de alterar el código del sistema.
Implementación de Reglas de Alerta	✓ Se desarrolló un servicio de evaluación de alertas que ejecutó periódicamente o tras una actualización de los datos de los estudiantes. Este servicio evaluó los datos de cada estudiante contra las reglas predefinidas y generó automáticamente las alertas. ✓ El modelo de base de datos también se ajustó para almacenar las alertas generadas, asociando cada una a un tipo de riesgo y una regla específica.
Evaluación de Alertas y Generación Automática	✓ Generación Automática de Alertas: Cuando se detectó que un estudiante cumplía con las condiciones de una regla, el sistema generó una alerta de riesgo y la almacenó en la base de datos.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

Dentro de la interfaz dashboard se tiene las vistas de alertas las cuales muestran en una tabla interactiva que permitió filtrar los estudiantes por identificación, Nivel de riesgo (bajo, medio, alto, crítico) y búsqueda por cedula o nombre como se ilustra en la Figura 22.

Figura 22. Aplicación de filtros y búsqueda en el dashboard



Estudiantes

GRANADA

Puedes buscar por nombre o número de documento.

☒ Crítica ☐ Alta ☐ Media ☐ Baja

☐	Nombre	No. documento	Facultad	Carrera	Correo institucional	Alerta	Asignación
☐	FELIPE GRANADA MEJIA	1140442076	Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas	Maestría en Gestión de Organizaciones	felipegranada1125184@correo.itm.edu.co	Crítica	assigned@itm.edu.co
☐	JUAN ESTEBAN OLIVEROS GRANADA	1025886363	Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas	Tecnología en Gestión Administrativa	juanolveros1126217@correo.itm.edu.co	Crítica	unassigned
☐	SEBASTIAN ZAPATA GRANADA	1017217035	Facultad de Ingenierías	Tecnología en Desarrollo de Software	sebastianzapata256550@correo.itm.edu.co	Crítica	assigned@itm.edu.co
☐	JORGE ALEJANDRO GRANADA GONZALEZ	1128402400	Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas	Contaduría Pública	jorgegranada127827@correo.itm.edu.co	Crítica	unassigned
☐	ERICA		Facultad de				

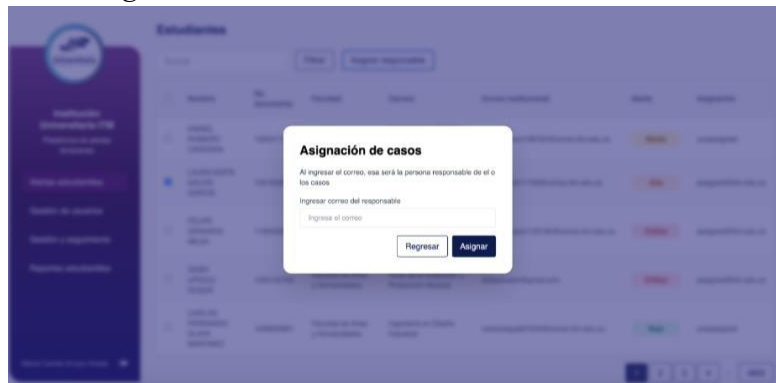
Dentro del desarrollo del módulo se debe resaltar la diferenciación del sistema de roles fue esencial para garantizar que los usuarios tuvieran acceso adecuado a las funcionalidades del sistema. Los roles de usuario fueron diferenciados en función de las tareas que cada tipo de usuario debía realizar:

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

1. **Administrador:** Tiene permisos completos, incluyendo la gestión de reglas de alerta, la asignación de responsables, la visualización de todas las alertas y la visualización de todas las alertas.
2. **Usuario:** Puede ver las alertas y los casos asignados a él, pero no tiene permisos para modificar las reglas de alerta ni asignar casos.

Adicional esto es importante para la asignación de casos fue una funcionalidad clave del sistema. Permitió a los administradores del sistema asignar alertas a responsables específicos, quienes son los encargados de gestionar el caso del estudiante en riesgo.

Figura 23. Modal de asignación casos



Finalmente se puede decir que Todo el módulo de alertas, desde la carga de datos hasta la asignación de casos, fue implementado con éxito. Los usuarios pudieron interactuar

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

con el sistema a través de un dashboard intuitivo, visualizar alertas, asignar responsables y realizar intervenciones. Las reglas de alerta se definieron y se gestionaron, asegurando que el sistema pudiera adaptarse rápidamente a nuevas necesidades o cambios en los criterios de riesgo. Esto resume el cumplimiento de la finalización del módulo alertas.

4.3.4 Módulo Reportes Estudiantiles

Este módulo fue diseñado para proporcionar a los administradores y responsables del seguimiento estudiantil la capacidad de generar informes detallados sobre el rendimiento de los estudiantes, su riesgo de deserción y otros indicadores clave. El módulo se integró con Power BI Embedded, lo que permitió la visualización avanzada de datos mediante informes interactivos con filtros dinámicos. Este enfoque facilitó la creación de reportes personalizados y la toma de decisiones informadas sobre el seguimiento de los estudiantes.

Se estructuró la arquitectura de la siguiente manera dos capas principales: el backend para la gestión de la seguridad y la obtención de los tokens necesarios, y el frontend donde se visualizan los informes de Power BI.

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

4.3.4.1 Integración de Power BI Embedded

La integración de Power BI Embedded permitió embeber informes interactivos directamente dentro de la aplicación, sin que los usuarios tuvieran que abandonar la plataforma para acceder a los reportes. El proceso de integración se llevó a cabo mediante la utilización de la Power BI REST API para la generación de embed tokens, y la Power BI JavaScript API.

- ✓ Incorporación en el Frontend: Los informes fueron incrustados en la aplicación usando la Power BI JavaScript API, lo que permitió que los usuarios interactuaran con los datos y aplicaran filtros avanzados.
- ✓ Generación de Embed Tokens: Una vez autenticada la aplicación, se realizó una llamada a la Power BI REST API para generar un embed token que permitió acceder a los informes específicos de Power BI.

4.3.4.2 Exportación de Reportes

El módulo permitió a los usuarios exportar los informes generados en los siguientes formatos, los cuales fueron seleccionados por el stakeholder:

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

- **Excel (CSV):** Para que los usuarios pudieran descargar los datos y realizar análisis adicionales en herramientas como Excel.
- **PDF:** Para crear reportes más formales que pudieran ser compartidos o presentados en reuniones.

4.3.5 Módulo de gestión y seguimiento de casos

La solución técnica unificada que permitiera a los usuarios consultar de manera eficiente toda la información relevante de un estudiante, incluyendo sus datos básicos, el historial de su caracterización y las intervenciones realizadas. Para lograr este objetivo, se adoptó una vista unificada del estudiante, donde toda la información se presenta en una sola pantalla, organizada de manera clara y accesible. En la Tabla 10 se mencionan las secciones del desarrollo de este módulo:

Tabla 10. secciones de caracterización modulo Gestión y seguimiento de casos

Sección	Descripción	Tecnologías utilizadas
Sección de Caracterizaciones	Muestra tanto la caracterización actual como el historial completo de caracterizaciones previas del estudiante. Esta sección permitió comparar las respuestas a lo largo del tiempo, proporcionando un análisis detallado de	Para visualizar las caracterizaciones, se implementó una tabla dinámica con paginación y filtros utilizando Angular Material, lo que facilitó la comparación entre diferentes periodos y permitió que los administradores visualizaran los datos relevantes rápidamente

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

	la evolución del riesgo de deserción del estudiante.	
Sección de Intervenciones	Muestra las intervenciones realizadas al estudiante. Cada intervención contenía detalles sobre la fecha, el tipo de intervención, el responsable y los comentarios asociados. Además, se permitió a los usuarios agregar nuevas intervenciones directamente desde esta sección.	La gestión de intervenciones se implementó utilizando Reactive Forms de Angular, lo que permitió una validación en tiempo real y una experiencia interactiva para registrar nuevas intervenciones. La persistencia de los datos de intervenciones se gestionó mediante REST APIs.
Navegación Dinámica dentro de la Vista Unificada	La estructura del módulo eliminó la necesidad de una barra de navegación externa, ya que toda la información del estudiante se cargaba de manera dinámica dentro de la misma página. La vista se actualizaba sin necesidad de recargar la página completa	La navegación dinámica dentro de la misma página se gestionó mediante Angular Router, que cargaba los componentes de forma eficiente y sin necesidad de recargar la página

El dashboard de gestión y seguimiento de casos incluye un filtro avanzado (registros según facultad, carrera, nivel de criticidad de la alerta, usuario asignado a cada caso, así como realizar búsquedas específicas por nombre o número de documento), diseñado para facilitar la búsqueda y clasificación de estudiantes en riesgo (Figura 24).

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

Figura 24. Dashboard de filtros avanzados gestión y seguimiento de estudiantes



Módulo de gestión y seguimiento de casos

Buscar por nombre o documento
Ej: Juan Pérez o 12345678

Facultad
Facultad de Ingenierías

Carrera
Ingeniería Mecatrónica

Nivel de riesgo
Crítica

Responsable
Todos

Aplicar filtros

Limpiar filtros

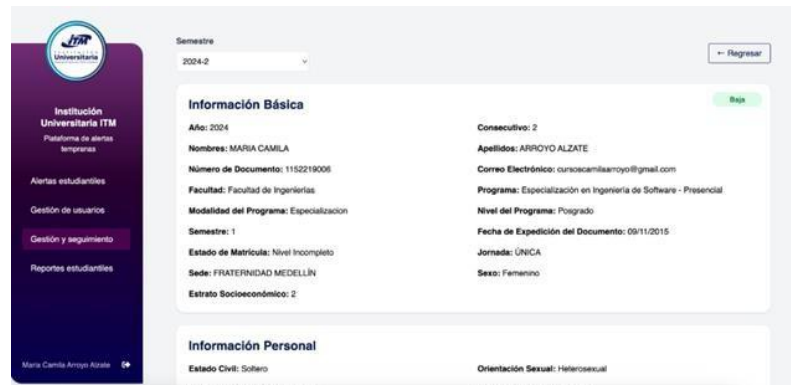
Nombre	Documento	Facultad	Carrera	Alerta	Acciones
JANZ ALEXANDER ANAYA CADAVID	1023029337	Facultad de Ingenierías	Ingeniería Mecatrónica	Crítica	Ver detalle
JUAN PABLO GOMEZ MEJIA	1000444298	Facultad de Ingenierías	Ingeniería Mecatrónica	Crítica	Ver detalle
LUIS DAVID SAMUEL RIOS MENA	1104255808	Facultad de Ingenierías	Ingeniería Mecatrónica	Crítica	Ver detalle
SANTIAGO MUÑOZ ZAPATA	1214723921	Facultad de Ingenierías	Ingeniería Mecatrónica	Crítica	Ver detalle
MATEO GIRALDO PINEDA	1152226161	Facultad de Ingenierías	Ingeniería Mecatrónica	Crítica	Ver detalle
JOSEPH ESTEBAN RINCON ROJAS	1091653468	Facultad de Ingenierías	Ingeniería Mecatrónica	Crítica	Ver detalle
FRANCIS DAVID PALACIOS RODRIGUEZ	1078457557	Facultad de Ingenierías	Ingeniería Mecatrónica	Crítica	Ver detalle
LUIS ALBERTO DUQUE GIRALDO	1036956075	Facultad de Ingenierías	Ingeniería Mecatrónica	Crítica	Ver detalle
JUAN ESTEBAN COLORADO FRANCO	1023625390	Facultad de Ingenierías	Ingeniería Mecatrónica	Crítica	Ver detalle

A partir de los resultados obtenidos, es posible acceder a la información de cada estudiante al hacer clic en "Ver detalle", posteriormente se abre una vista que muestra todas las respuestas de caracterización del estudiante, organizadas según el semestre para el cual se desean consultar los datos (Figura 25). Además, este módulo incluye un apartado para agregar intervenciones (Figura 26), que abre un modal donde se puede ingresar una descripción detallada de la intervención, incluyendo todos los detalles relevantes (Figura 27).

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

Estas intervenciones se registran automáticamente a nombre del usuario que está navegando en la plataforma, garantizando trazabilidad y transparencia en el seguimiento de casos.

Figura 25. Información de caracterización del estudiante



Semestre: 2024-2

[Regresar](#)

Información Básica

Año: 2024
Nombre: MARIA CAMILA
Número de Documento: 1152218006
Facultad: Facultad de Ingenierías
Modalidad del Programa: Especialización
Semestre: 1
Estado de Matriculación: Nivel Incompleto
Sede: FRATERNIDAD MEDELLÍN
Estrato Socioeconómico: 2

Consecutivo: 2
Apellidos: ARIÑO ALZATE
Correo Electrónico: cursocamilaarino@gmail.com
Programa: Especialización en Ingeniería de Software - Presencial
Nivel del Programa: Posgrado
Fecha de Expedición del Documento: 09/11/2015
Jornada: ÚNICA
Sexo: Femenino

Información Personal

Estado Civil: Soltero
Orientación Sexual: Heterosexual
Fecha de Matriculación: 10/10/2022
Ciudad de Matriculación: Bello

Figura 26. información de caracterización estudiantil



Contacto de Emergencia

Nombre del Contacto de Emergencia: Maria Magdalena Alzate Alzate
Teléfono de Contacto de Emergencia: 3105432318
Parentesco del Contacto de Emergencia: Padres
Correo del Contacto de Emergencia: Sin registro

Información Académica

Nivel del Programa: Posgrado
Semestre: 1
Materias de Mayor Dificultad: artes
Relación Estudio-Trabajo: Si
Primera Opción de Carrera: Si

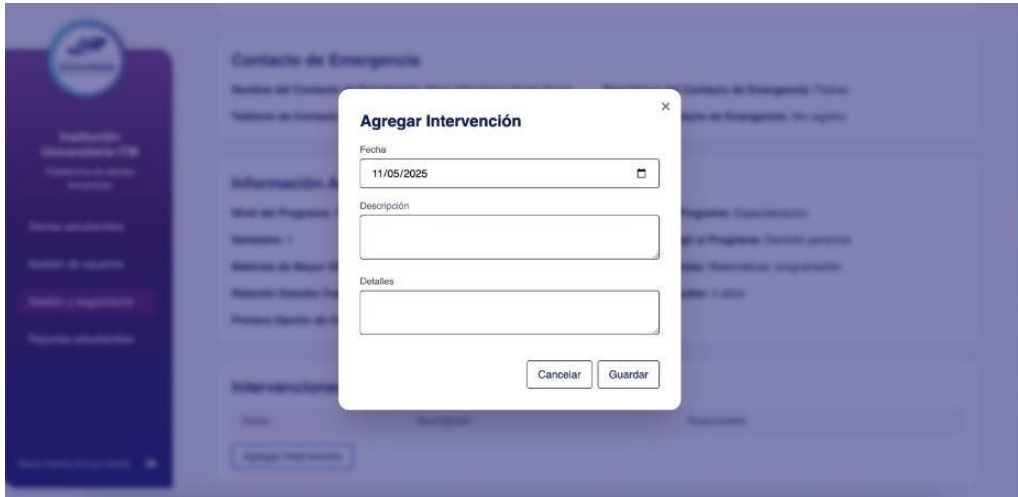
Modalidad del Programa: Especialización
Razón para Elegir el Programa: Decisión personal
Materias Preferidas: Matematicas- programación
Tiempo sin Estudiar: 4 años

Intervenciones

Fecha	Descripción	Responsable
Agregar Intervención		

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

Figura 27. Modal para agregar intervención



The image shows a web application interface with a modal window titled "Agregar Intervención". The modal has a close button (X) in the top right corner. It contains three input fields: "Fecha" with the value "11/05/2025", "Descripción", and "Detalles". At the bottom of the modal are two buttons: "Cancelar" and "Guardar". The background of the application is blurred, showing a sidebar with navigation links and a main content area with a heading "Contacto de Emergencia".

Finalmente, se concluye de este módulo fue eficiente, sin sobrecargar al usuario con navegación innecesaria y permite a los usuarios de la plataforma hacer el seguimiento a los estudiantes. La interfaz proporcionó acceso rápido y organizado a la información relevante del estudiante, lo que facilitó la toma de decisiones y la implementación de intervenciones.

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

5 CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y TRABAJO FUTURO

El desarrollo del SAT para el ITM cumplió con los objetivos planteados, logrando implementar una solución integral para la identificación de estudiantes en riesgo de deserción:

- El sistema fue diseñado con una arquitectura segura y escalable utilizando tecnologías modernas como java, Spring Boot y Angular para el desarrollo full stack, PostgreSQL para la persistencia de datos y AWS para el despliegue en la nube. Esta combinación permitió una alta modularidad, escalabilidad y flexibilidad en la implementación, asegurando tiempos de respuesta eficientes y una integración fluida entre componentes.
- El modelo de datos basado en el enfoque EAV fue fundamental para manejar la diversidad de datos de caracterización estudiantil, permitiendo una representación flexible y eficiente de la información sin comprometer la integridad de los datos y blindando nuestra base de datos de la dependencia ante los cambios de preguntas o estructura de la caracterización estudiantil.

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

- Para la arquitectura del sistema se propuso un sistema completo y robusto que incluye configuraciones detalladas de enrutamiento y firewall. Sin embargo, al considerar un despliegue final en la infraestructura tecnológica del ITM, es posible que algunos de estos elementos ya se encuentren configurados a nivel institucional, como políticas de red, autenticación centralizada y gestión de seguridad perimetral. En este caso, la arquitectura se ajustaría para que se integre sin fricciones con los servicios existentes del ITM aprovechando sus propias configuraciones de redes y seguridad.
- Se implementaron reglas de alerta definidas y modificables desde la base de datos como atributos, lo que facilita futuras actualizaciones sin necesidad de modificar el código fuente.
- El sistema incluyó mecanismos de autenticación y autorización mediante JWT, garantizando un alto nivel de seguridad en las transacciones y cumpliendo con las normativas de protección de datos vigentes.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

- El sistema demostró ser capaz de identificar a los estudiantes en riesgo, clasificándolos en cuatro niveles de alerta (bajo, medio, alto y crítico) según criterios predefinidos por el ITM.

5.1 Recomendaciones y trabajos futuros

- Considerar la implementación de alertas adicionales que aborden factores críticos para el bienestar estudiantil, como la salud mental, el estrés y la ansiedad, permitiendo una intervención integral más allá del enfoque en permanencia.
- Eliminar la dependencia de archivos Excel para la carga de datos, permitiendo una integración directa con los sistemas académicos del ITM mediante APIs en tiempo real, lo que mejoraría significativamente la precisión y velocidad en la actualización de datos.
- Incorporar algoritmos de aprendizaje automático para complementar las reglas actuales, permitiendo una identificación más precisa de los estudiantes en riesgo y anticipando situaciones de riesgo antes de que se conviertan en problemas críticos.

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

- Extender la interfaz del sistema para ser compatible con dispositivos móviles y tabletas, aumentando su accesibilidad y mejorando la experiencia del usuario en diferentes contextos de uso.
- Ampliar las fuentes de datos para incluir información sobre participación en actividades extracurriculares, desempeño académico en línea y datos de salud mental, proporcionando una visión más completa del bienestar estudiantil.

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

REFERENCIAS

- Amaya-Amaya, A., Huerta-Castro, F., & Flores-Rodríguez, C. O. (2020). Big data, a strategy to prevent academic dropout in heis. *Revista Iberoamericana de Educación Superior*, 11(31), 166–178. <https://doi.org/10.22201/iisue.20072872e.2020.31.712>
- Baron, D. I., Asesor, J., Luis, F., & Porras, C. (2024). *Modelo predictivo de ventas usando aprendizaje automático (Machine Learning) para pronosticar las ventas diarias de una empresa*.
- Burgos Mantilla, G., Victoria Angulo, M., Guzmán Ruiz, C., Guzmán Ruiz Diana Durán Muriel Jorge Franco Gallego, C., Castaño Vélez Santiago Gallón Gómez Karoll Gómez Portilla Johanna Vásquez Velásquez, E., & Gómez Díaz Fotografía de carátula, K. (2009). *Cecilia María Vélez White Ministra de Educación Nacional*. www.mineduacion.gov.co
- Diana Catalina Parra, & Luis Alejandro Rodriguez. (2014). *Factores que inciden en la permanencia académica de los estudiantes de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia “UNAD” - CEAD Facativá*.
- Donoso-Díaz, S., Iturrieta, T. N., & Traverso, G. D. (2018). Sistemas de Alerta Temprana para estudiantes en riesgo de abandono de la Educación Superior. *Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação*, 26(100). <https://doi.org/10.1590/s0104-40362018002601494>
- Enriquez, R. M. (2018). *PROPUESTA DE LEVANTAMIENTO DE REQUERIMIENTOS EN EL DESARROLLO DE SISTEMAS APLICANDO METODOLOGÍA TRIZ*.
- Velez Osorio, (2020), Estrategias para la Permanencia en Educación Superior: Experiencias Significativas.
- Avila Pérez, (2021), *Modelo De Predicción De Deserción Estudiantil, Apoyado En Tecnologías De Data Mining*,. (s/f).
- PLAN NACIONAL DECENAL DE EDUCACIÓN 2006-2016 *. (s/f). www.plandecenal.edu.co
- preparado por, D., Elba Torres Guevara, L., & UNIVERSIDAD JAVERIANA
FACULTAD EDUCACIÓN SECRETARÍA DE PLANEACIÓN Bogotá DC, P. DE.

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

(2010). ESTADO DEL ARTE DE LA RETENCIÓN DE ESTUDIANTES DE LA EDUCACIÓN SUPERIOR.

Rincón, A. G., & Barragán, S. (2022). Effects of dropout in higher education: prospective study from a systemic approach. En VISUAL Review. International Visual Culture Review / Revista Internacional de Cultura (Vol. 9). Global Knowledge Academics. <https://doi.org/10.37467/revvisual.v9.3781>

Trigas Gallego. (s/f). Metodología Scrum.

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

6 ANEXOS

Anexo A. Correos intercambiados con stakeholders y propuesta inicial presentada.

Anexo B. Matriz de trazabilidad con los requisitos consolidados.

Anexo C. Escenarios arquitectónicos, y tácticas para los atributos de calidad.

Anexo D. Diagramas de arquitectura.

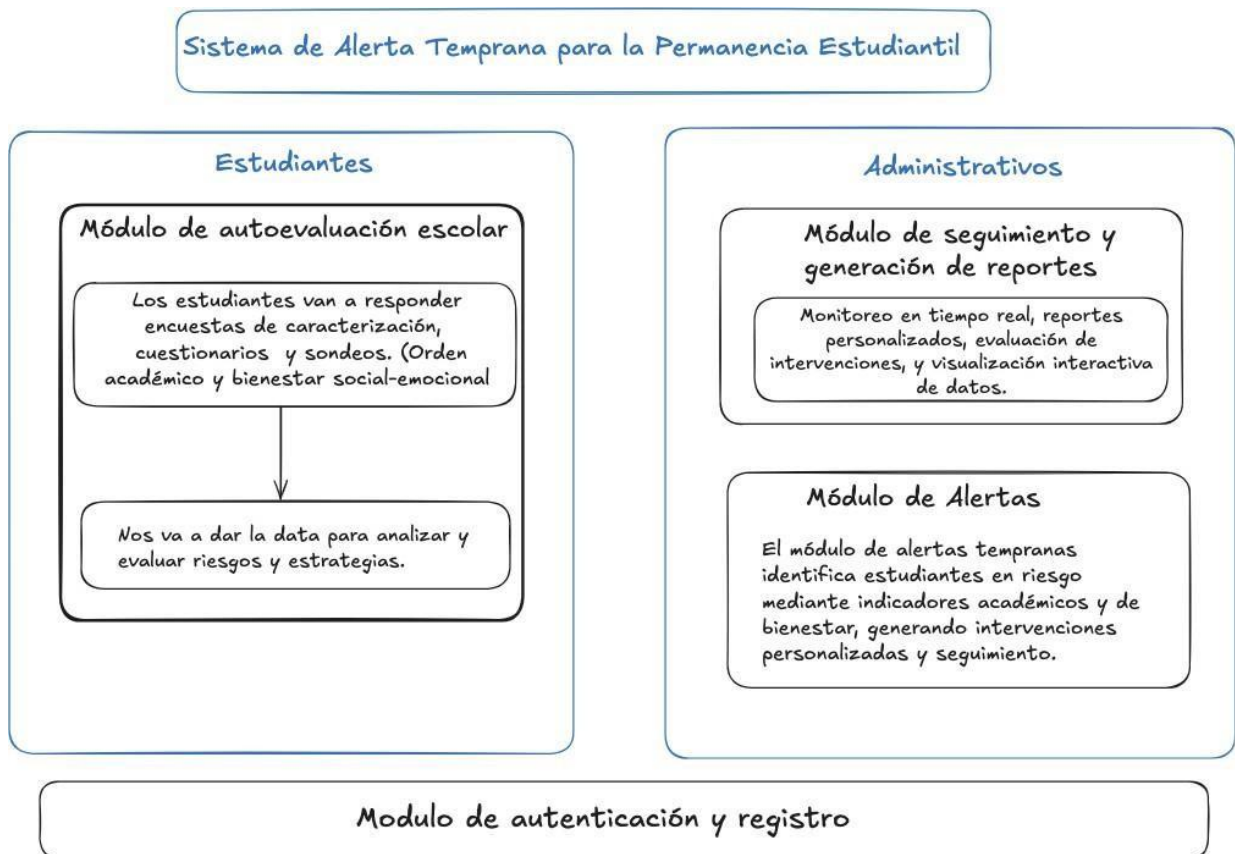
Anexo E. Acta de inicio del proyecto

Anexo F. Plan de pruebas para el software.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

Anexo A. Correos intercambiados con stakeholders y propuesta inicial presentada.

Propuesta de sistema de alertas tempranas para la permanencia estudiantil



	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

Módulo transversal: sistema de autenticación y registro.

Portal de estudiantes

Módulo de autoevaluación escolar

Su propósito principal será recopilar información detallada sobre las características y el contexto del estudiante, como sus antecedentes, situación personal, académica, social y económica. Esta información servirá para mejorar el apoyo que reciben, personalizar las intervenciones y generar una visión más completa del perfil del estudiante.

Objetivos del Módulo de Autoevaluación de Caracterización del Estudiante

- **Recopilar Información Integral:** El módulo tiene como objetivo capturar datos clave sobre el estudiante en áreas como su situación académica, social, económica, y personal. Esto ayuda a comprender mejor las circunstancias que podrían influir en su rendimiento académico y bienestar.
- **Construir un Perfil Personalizado:** Permite construir un perfil individualizado que se puede utilizar para personalizar la orientación, el apoyo académico, las estrategias de intervención y la asignación de recursos, basándose en las características únicas de cada estudiante.

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

- **Mejorar la Toma de Decisiones:** La información recopilada se utiliza para tomar decisiones informadas en cuanto a políticas académicas, programas de bienestar, becas y otras medidas de apoyo que se adapten a las necesidades de cada estudiante.

Portal administrativo

Módulo de seguimiento y generación de reportes

Permite a los administrativos tener una vista completa y dinámica de la situación de los estudiantes y las acciones tomadas para su seguimiento. Esto facilita el análisis, la toma de decisiones informadas y la evaluación de la efectividad de las intervenciones.

Objetivos del Módulo de Autoevaluación de Caracterización del Estudiante

- **Monitoreo y Análisis Dinámico:** permitir al administrativo analizar en tiempo real la información relacionada con el rendimiento académico y bienestar de los estudiantes, con un enfoque específico en las intervenciones realizadas.
- **Personalización de los Reportes:** proporcionar un sistema de filtros avanzados que permita a los administrativos generar reportes basados en diferentes criterios (por ejemplo, semestre, programa académico, género, situación económica, etc.).

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

- Evaluación de Efectividad: Medir la eficacia de las intervenciones a través del seguimiento de los estudiantes que han recibido apoyo, comparando su desempeño antes y después de la intervención. Y ver los resultados acumulados en función de las intervenciones realizadas (tutorías, consejería, ajustes académicos, etc.)
- Visualización Gráfica e Interactiva: implementar un dashboard visual que facilite la interpretación de los datos mediante gráficos interactivos y tablas dinámicas. Esto permite a los administrativos hacer un análisis rápido y obtener insights más profundos de manera sencilla.

Módulo de seguimiento y generación de reportes

Es una herramienta esencial para monitorear y predecir situaciones de riesgo que puedan afectar la permanencia o rendimiento académico de los estudiantes. Este módulo utiliza una variedad de indicadores y datos para identificar patrones y generar notificaciones automáticas que alerten a los administrativos sobre estudiantes que puedan necesitar atención o intervención.

Objetivos del Módulo de alertas tempranas

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

- **Identificación Proactiva de Estudiantes en Riesgo:** El objetivo principal del módulo es identificar tempranamente a los estudiantes que pueden estar en riesgo de deserción, bajo rendimiento académico, o problemas de bienestar personal o social, para que se pueda intervenir antes de que los problemas se agraven.
- **Automatización del Monitoreo:** El sistema automatiza el proceso de seguimiento de los estudiantes, eliminando la necesidad de monitoreo manual constante. Con ello, se logran alertas rápidas y en tiempo real para que los administrativos puedan actuar de manera inmediata.
- **Optimización de Recursos:** El módulo ayuda a priorizar las intervenciones, concentrando los esfuerzos en los estudiantes que muestran un mayor riesgo, lo que optimiza el uso de los recursos disponibles, como tutorías, consejería y otros programas de apoyo.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

RE: Borrador proyecto permanencia ITM


Veronica Mira Fernandez <veronicamira@itm.edu.co>

Responder
Responder a todos
Reenviar

Lun 02/12/2024 11:03

Para: MARIA CAMILA ARROYO ALZATE; JAVIER MAURICIO SALAZAR VEGA
CC: John Edison Urrego Romero

Muy buen día Maria Camila y Mauricio,

En el correo inferior cuentan con el aval del Coordinador general de Permanencia estudiantil para continuar con el desarrollo, maduren la idea de acuerdo con la información proporcionada en la reunión y quedamos atentos información adicional.

Recuerden que la comunicación es a través del correo electrónico y Teams.

Un saludo cálido,

VERÓNICA MIRA FERNÁNDEZ
Líder, Observatorio de Permanencia Estudiantil



80 Años

Verónica Mira Fernández
Observatorio de Permanencia Estudiantil
Estrategia de Permanencia Estudiantil
Vicerrectoría de Docencia



De: John Edison Urrego Romero <johnurrego@itm.edu.co>
Enviado: lunes, 2 de diciembre de 2024 9:47
Para: Veronica Mira Fernandez <veronicamira@itm.edu.co>
Asunto: Re: Borrador proyecto permanencia ITM

Hola Vero,

Pues la propuesta es un sistema de información que recoge datos y pondera unos niveles de riesgo según las condiciones de los estudiantes y los datos que se pongan a correr.

A mi me parece que puede ser una oportunidad de sistematización de información y comenzar a correr los datos para ver la configuración de las recurrencias y riesgos.

Solamente pediría que se revisaran los datos que tenemos y sobre los mismos poder hacer el desarrollo, igualmente determinar el alcance en términos de tiempos.

Quedo atento y gracias.



80 Años

John Edison Urrego Romero
Líder Estrategia de Permanencia – Docente ocasional
Vicerrectoría de docencia
Teléfono (604) 440 5100 Opc. 9 Ext. 5182



	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

De: MARIA CAMILA ARROYO ALZATE <mariaarroyo1141069@correo.itm.edu.co>
Enviado: jueves, 5 de diciembre de 2024 8:00
Para: Veronica Mira Fernandez <veronicamira@itm.edu.co>
Cc: JAVIER MAURICIO SALAZAR VEGA <javiersalazar1130499@correo.itm.edu.co>
Asunto: Propuesta Actualizada de proyecto alertas tempranas y proximos pasos

Buenos días Verónica, espero que estés muy bien.

Te envío una imagen adjunta con los cambios que se le hicieron a la propuesta inicial según lo conversado y te amplío la información respecto a la propuesta inicial:

- 1- El módulo de alertas tempranas será modificable por los roles de administrador, esto quiere decir que se pueden personalizar los parámetros por los cuales se quieren recibir alertas, de esta manera estas serán correspondientes a las necesidades o realidades evidenciadas por quienes lo usarán. También se marcarán las alertas según su prioridad.
- 2- El módulo de visualización no tuvo muchos cambios. Este sigue siendo un módulo que permite visualizar la información de los estudiantes, contará con filtros avanzados donde se pueda buscar según diferentes criterios, tener informes detallados, análisis de tendencias, comparaciones con semestres anteriores y exportar dichos informes a formatos excel o pdf.
- 3- Se agrega un módulo de perfil del estudiante, en el cual se encontrará además de su información básica, detalles como: Tiene alertas activas, beneficios o planes que ha recibido el estudiante, se podrán agregar notas o activar de manera manual alguna alerta.
- 4- El módulo se gestión de usuarios e inicio de sesión con lo que se pretende dar seguridad al portal y a la información que contiene.

Nos gustaría saber su opinión sobre estos ajustes y saber si podemos tener una entrevista adicional para concretar los requisitos que debe tener el portal y que podamos cumplir en el tiempo especificado. Agradecemos mucho cualquier comentario y estamos al pendiente de su disponibilidad.

¡Feliz semana!

Cordialmente,

Maria Camila Arroyo Alzate
Estudiante Esp. En Ing de software

De: JAVIER MAURICIO SALAZAR VEGA <javiersalazar1130499@correo.itm.edu.co>
Enviado: lunes, 17 de febrero de 2025 21:42
Para: Veronica Mira Fernandez <veronicamira@itm.edu.co>
Cc: MARIA CAMILA ARROYO ALZATE <mariaarroyo1141069@correo.itm.edu.co>
Asunto: Re: Propuesta Actualizada de proyecto alertas tempranas y proximos pasos

Muy buenas noches Veronica,

Espero se encuentre muy bien,

Dando continuidad al proyecto de Alertas tempranas, a continuación, adjuntamos la matriz de requisitos que consideramos pertinentes según la propuesta enviada en el correo anterior.

Nota. Nos gustaría tener una retroalimentación de la información enviada. nos confirma si es posible a través de una reunión o por correo electrónico para continuar con el desarrollo del proyecto. Es importante aclarar que el MVP del proyecto quizás no cumpla con todos los requisitos mencionados, es por ello que se entraría a negociar el alcance según el tiempo establecido para la entrega.

De antemano muchas gracias por la atención prestada,

Cordialmente,

Mauricio Salazar
Camila Arroyo

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

De: Veronica Mira Fernandez <veronicamira@itm.edu.co>
Enviado: miércoles, 19 de febrero de 2025 14:18
Para: JAVIER MAURICIO SALAZAR VEGA <javiersalazar1130499@correo.itm.edu.co>
Cc: MARIA CAMILA ARROYO ALZATE <mariaarroyo1141069@correo.itm.edu.co>
Asunto: RE: Propuesta Actualizada de proyecto alertas tempranas y proximos pasos

Muy buena tarde, María Camila y Mauricio,

¡Excelente trabajo! He realizado algunas sugerencias en la matriz.

Si lo consideran necesario, podemos agendar una reunión para revisarlas. De lo contrario, seguiremos en contacto a medida que avancen en el desarrollo, asegurando así el óptimo funcionamiento del Sistema.

Cordialmente,

VERÓNICA MIRA FERNÁNDEZ

Líder, Observatorio de Permanencia Estudiantil



MARIA CAMILA ARROYO ALZATE



Responder



Responder a todos



Reenviar



...

Para: Veronica Mira Fernandez <veronicamira@itm.edu.co>; JAVIER MAURICIO SALAZAR VEGA

Vie 28/03/2025 10:03



Demo-modulo alertas.mov

26 MB



¡Hola Verónica, espero que estes muy bien!

Te adjunto el demo inicial del módulo de alertas. Próximamente enviaré los demos de los otros dos módulos.

Quedo atenta,

Maria Camila Arroyo Alzate

Estudiante Esp. En ing de software

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

RE: presentación de Demo inicial y presentación del proyecto final

Verónica Mira Fernández
 Para: MARIA CAMILA ARROYO ALZATE; JAVIER MAURICIO SALAZAR VEGA

Responder Responder a todos Reenviar ...
 Lun 12/05/2025 8:00

Iniciar respuesta con: ¡Muchas gracias igualmente! Excelente, gracias Gracias igualmente

Hola María Camila y Mauricio,

Genial poder ver el avance mañana, los he agendado en el calendario.

Buen inicio de semana.

VERÓNICA MIRA FERNÁNDEZ
 Líder, Observatorio de Permanencia Estudiantil



De: MARIA CAMILA ARROYO ALZATE <mariaarroyo1141069@correo.itm.edu.co>

Enviado: viernes, 9 de mayo de 2025 20:36

Para: Verónica Mira Fernández <veronicamira@itm.edu.co>; JAVIER MAURICIO SALAZAR VEGA <javiersalazar1130499@correo.itm.edu.co>

Asunto: presentación de Demo inicial y presentación del proyecto final

Hola Verónica, espero que estes muy bien.

Te escribimos para solicitarte un espacio virtual durante esta semana para hacerte una presentación completa del demo del aplicativo AlertaITM, así como la presentación que haremos ante los evaluadores.

Adicional te llevamos una propuesta de tiempos para la entrega de nuestro software, ya que nuestro objetivo es generarles valor a ustedes. Quedamos super atentos a tu disponibilidad. Si deseas puedes invitar a otras personas interesadas en el aplicativo.

Te proponemos un espacio el próximo martes 13 de mayo o miércoles 14 de mayo a las 2 pm. Pero quedamos atentos a otras propuestas o tiempos.

Agradecemos mucho tu atención, muchas gracias.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

Agradecimiento Desarrollo acerca de Alertas Tempranas



John Edison Urrego Romero <johnurrego@itm.edu.co>



Responder



Responder a todos



Reenviar



Mar 27/05/2025 10:59

Para: O MARIA CAMILA ARROYO ALZATE; O JAVIER MAURICIO SALAZAR VEGA

CC: O León Darío Orrego Espejo; Veronica Mira Fernandez <veronicamira@itm.edu.co>

Muy buen día María Camila y Mauricio, deseamos se encuentren muy bien.

Desde Permanencia Estudiantil queremos expresarles nuestro agradecimiento y reconocimiento por el excelente trabajo que realizaron en el desarrollo de la herramienta para identificar estudiantes en riesgo, a partir de la caracterización estudiantil, como parte del requisito de grado en la Especialización en Ingeniería de Software – Presencial, este es un gran insumo para el Sistema de Alertas Tempranas Institucional.

El proyecto presentado refleja un alto nivel de compromiso y disciplina, alta capacidad de análisis, creatividad en el diseño de soluciones y un sólido dominio técnico, respondiendo de manera efectiva a las necesidades planteadas por el Observatorio de Permanencia; la propuesta integra de forma pertinente el enfoque institucional de permanencia, aportando un valor significativo al fortalecimiento del sistema de monitoreo y alertas tempranas que puede ser escalable a los propósitos que tenemos en la institución.

Apreciamos profundamente su disposición para vincularse a un proceso de impacto institucional como es Permanencia Estudiantil

Cordialmente,



 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

Anexo B. Matriz de trazabilidad con los requisitos consolidados.

ID	REQUISITO	TIPO	PRIORIDAD	ESTADO	OBJETIVO	FUNCIONALIDADES
01-MGU-001	El sistema debe permitir la autenticación de usuarios mediante credenciales únicas (usuario y contraseña) con cifrado seguro.	Funcional	Alta		Garantizar el acceso seguro y evitar accesos no autorizados.	Implementación de autenticación basada en JWT y cifrado de contraseñas con hashing.
01-MGU-002	El sistema debe permitir la autenticación mediante autenticación de dos factores (2FA).	Funcional	Media		Aumentar la seguridad del acceso a la plataforma.	Implementación de autenticación con código de verificación vía email o aplicación móvil.
01-MGU-003	El sistema debe permitir la gestión de roles y permisos de usuarios administrativos, docentes y orientadores.	Funcional	Alta		Controlar el acceso a funcionalidades específicas según el rol asignado.	Creación, edición y eliminación de roles de usuario con asignación de permisos diferenciados.
01-MGU-004	El sistema debe permitir el registro, edición y eliminación de usuarios con validaciones de datos obligatorios.	Funcional	Alta		Mantener un control sobre los usuarios que acceden.	Implementación de formularios de registro con validaciones y restricciones de acceso.
01-MGU-005	El sistema debe permitir la modificación de datos de los usuarios sin necesidad de eliminar su cuenta.	Funcional	Media		Permitir modificaciones de datos sin perder el historial del usuario.	Implementación de un sistema para editar datos del usuario sin necesidad de crear una nueva cuenta.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

01-MGU-006	El sistema debe permitir la recuperación de contraseñas de manera segura mediante un proceso de verificación por correo electrónico.	Funcional	Alta		Garantizar que los usuarios puedan recuperar sus credenciales de acceso de manera segura.	Implementación de un flujo de recuperación de contraseñas con verificación de identidad a través de correo electrónico.
02-MRE-001	El sistema debe permitir la generación de reportes en diferentes tipos de diagramas (Por ejemplo gráficos de torta, gráficos de barras, etc).	Funcional	Alta		Facilitar el análisis detallado de la caracterización de los estudiantes	Generación de reportes con filtros dinámicos.
02-MRE-002	El sistema debe permitir la visualización de datos mediante gráficos interactivos y tendencias históricas.	Funcional	Alta		Facilitar la interpretación de la información.	Implementación de gráficos dinámicos con opciones de comparación y análisis de tendencias.
02-MRE-003	El sistema debe permitir la creación de reportes a medida según las necesidades del administrador.	Funcional	Alta		Adaptar la generación de reportes a las necesidades cambiantes.	Implementación de opciones de personalización y filtros avanzados para generar reportes específicos.
02-MRE-004	El sistema debe permitir la exportación de los reportes a formatos CSV, PDF y Excel.	Funcional	Alta		Facilitar la distribución de los reportes a distintos usuarios y dispositivos.	Implementación de funcionalidad de exportación de datos en formatos comunes (CSV, PDF, Excel).

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

02-MRE-005	El sistema debe permitir la actualización en tiempo real de los reportes generados.	Funcional	Baja		Mejorar la toma de decisiones al tener datos actualizados al instante.	Implementación de actualización automática de reportes en tiempo real.
03-MAT-001	El sistema debe permitir la identificación automática de estudiantes en riesgo de deserción con base en datos académicos, socioeconómicos y de asistencia.	Funcional	Alta		Detectar de manera temprana a los estudiantes en riesgo.	Implementación de algoritmos de análisis de datos para la generación de alertas.
03-MAT-002	El sistema debe clasificar las alertas en niveles de prioridad (Alto, Medio, Bajo) en función de parámetros configurables.	Funcional	Alta		Facilitar la toma de decisiones en la intervención.	Panel de configuración de reglas de alerta y niveles de criticidad.
03-MAT-003	El sistema debe notificar a los responsables (docentes, orientadores, administrativos) sobre las alertas generadas a través de email, SMS y portal web.	Funcional	Alta		Garantizar que la información llegue a tiempo para tomar acción.	Implementación de sistema de notificaciones multicanal con registros de envío.
03-MAT-004	El sistema debe permitir la visualización de las alertas generadas por fecha y nivel de prioridad.	Funcional	Alta		Mejorar el control y la organización de las alertas.	Interfaz de usuario para ordenar y filtrar alertas por prioridad, fecha y otros parámetros.
03-MAT-005	El sistema debe permitir la gestión de las alertas a través de un panel centralizado para una vista consolidada.	Funcional	Alta		Facilitar la gestión centralizada de todas las alertas generadas.	Implementación de panel de control centralizado para alertas.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

03-MAT-006	El sistema debe permitir la configuración de las reglas que generan las alertas de deserción.	Funcional	Alta		Asegurar que las alertas se ajusten a las necesidades de la institución.	Configuración flexible de parámetros para personalizar los umbrales de alertas.
03-MAT-007	El sistema debe permitir la actualización de la información de los estudiantes en riesgo, una vez que se ha intervenido.	Funcional	Baja		Mantener el seguimiento actualizado después de cada intervención.	Funcionalidad de actualización de estado en tiempo real tras intervención.
04-MSC-001	El sistema debe permitir la visualización de un perfil detallado de cada estudiante, incluyendo datos personales, académicos y socioeconómicos.	Funcional	Alta		Centralizar la información clave de cada estudiante para un seguimiento integral.	Pantalla de perfil con pestañas organizadas para visualizar datos personales, académicos y socioeconómicos.
04-MSC-002	El perfil del estudiante debe incluir el historial de alertas generadas, clasificadas por nivel de riesgo y fecha de emisión.	Funcional	Alta		Permitir una visualización de la información histórica del estudiante.	Sección en el perfil donde se visualicen todas las alertas recibidas, con detalles y estado de resolución.
04-MSC-003	El perfil debe registrar todas las intervenciones realizadas, incluyendo la fecha, responsable y acciones tomadas.	Funcional	Alta		Facilitar el seguimiento y evaluación de las estrategias de intervención.	Registro detallado de intervenciones con notas y estado de resolución.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

04-MSC-004	El sistema debe permitir actualizar la información del estudiante conforme cambien sus condiciones personales, académicas o socioeconómicas.	Funcional	Alta		Mantener la información actualizada para una mejor toma de decisiones.	Interfaz de edición con validaciones para modificar información clave de manera segura.
04-MSC-005	El sistema debe permitir la generación de reportes individuales por estudiante, mostrando su historial de alertas e intervenciones.	Funcional	Media		Facilitar la toma de decisiones con información consolidada sobre cada estudiante.	Botón de generación de reporte en PDF o Excel con el historial completo del estudiante.
04-MSC-006	El sistema debe garantizar la confidencialidad de los perfiles y permitir acceso solo a usuarios autorizados.	Funcional	Alta		Proteger la privacidad de la información sensible de los estudiantes.	Implementación de control de acceso basado en roles y permisos, con cifrado de datos.
05-RNF-001	El sistema debe garantizar la seguridad de los datos mediante cifrado y protocolos de seguridad avanzados.	No Funcional	Alta		Proteger la información sensible de los estudiantes.	Implementación de cifrado AES y encriptación de contraseñas.
05-RNF-002	El sistema debe ser accesible desde dispositivos móviles y navegadores web.	No Funcional	Media		Permitir el acceso flexible desde cualquier dispositivo.	Implementación de diseño responsivo compatible con distintos dispositivos.
05-RNF-003	El sistema debe garantizar tiempos de respuesta menores a 5 segundos en consultas de datos.	No Funcional	Baja		Mejorar la experiencia del usuario.	Optimización de consultas en la base de datos y uso de almacenamiento en caché.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

05-RNF-004	El sistema debe contar con medidas para garantizar la disponibilidad del sistema 99% del tiempo.	No Funcional	Alta		Asegurar la continuidad del sistema en todo momento.	Implementación de servidores redundantes y monitoreo continuo de la infraestructura.
05-RNF-005	El sistema debe estar disponible en horario laboral de las oficinas administrativas que trabajan con permanencia estudiantil	No Funcional	Alta		Asegurar la disponibilidad continua del sistema.	Implementación de infraestructura de alta disponibilidad y respaldo de datos.
05-RNF-006	El sistema debe ser escalable para soportar aumentos en la cantidad de usuarios sin degradar el rendimiento.	No Funcional	Alta		Permitir la expansión del sistema sin afectar su eficiencia.	Arquitectura de servidor escalable y balanceo de carga.
05-RNF-007	El sistema debe permitir realizar auditorías de seguridad periódicas.	No Funcional	Media		Asegurar que el sistema esté libre de vulnerabilidades.	Implementación de herramientas para auditoría de seguridad y vulnerabilidades.
05-RNF-008	El sistema debe permitir la integración con otros sistemas de gestión universitaria.	No Funcional	Baja		Facilitar la interoperabilidad con otros sistemas existentes.	Implementación de APIs para integración con otros sistemas.
05-RNF-009	El sistema debe cumplir con las normativas de protección de datos personales (por ejemplo, GDPR).	No Funcional	Alta		Garantizar la protección de la información personal de los estudiantes.	Implementación de políticas de privacidad y protección de datos.
06-RNF-010	El sistema debe ser accesible por internet a través de cualquier dispositivo con navegador.	Funcional	Alta		Permitir el acceso a la plataforma desde cualquier lugar.	Desarrollo de aplicación web accesible desde cualquier dispositivo con navegador.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

06-RNF-011	La interfaz grafica del usuario debe ser visualmente interactiva para que el usuario navegue libremente	No funcional	Alta		Garantizar un buen diseño de la interfaz a travez de un borrador (mockups)	Implementacion de prototipos para el desarrollo de la interfaz grafica del usuario.
06-RNF-012	El sistema debe contar con un soporte técnico accesible para los usuarios.	Funcional	Media		Brindar soporte oportuno en caso de problemas con el sistema.	Implementación de sección de preguntas frecuentes y contacto directo con soporte técnico.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

Anexo C. Escenarios arquitectónicos, y tácticas para los atributos de calidad

Adecuación Funcional		
Atributo de calidad	Complejidad Funcional	Táctica arquitectónica
Fuente de estímulo	Usuario del sistema	Encapsular - Permite estructurar la lógica de generación de reportes dentro de un módulo independiente, Facilita la reutilización de componentes para otros tipos de reportes sin afectar otras funcionalidades y Reduce el acoplamiento y mejora la mantenibilidad del sistema.
Estímulo	Necesita generar un reporte de alertas clasificadas por facultad y nivel de riesgo	
Artefacto	Módulo de reportes estudiantiles	Compensaciones
Entorno	Interfaz del portal web en operación normal	Puede requerir un mayor esfuerzo inicial en la organización modular del sistema. Posible incremento en la latencia inicial si la encapsulación introduce capas adicionales.
Respuesta	El sistema permite seleccionar filtros por facultad y nivel de riesgo, generando un reporte con la información detallada.	Enfoque de implementación (Aquí ya se pueden enfocar en el stack tecnológico pensado para la solución)

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

Métrica de respuesta	Porcentaje de reportes generados correctamente respecto a la cantidad de consultas realizadas. (Meta: $\geq 95\%$ de reportes sin errores ni datos faltantes).	Java con Spring Boot , separando la lógica de consulta y procesamiento de datos. Uso de Power BI para la visualización de reportes, con integración en el frontend mediante Angular. Base de datos en AWS RDS (PostgreSQL) con consultas optimizadas para filtrado por facultad y nivel de riesgo. Implementación de APIs RESTful en AWS API Gateway para la obtención de reportes desde diferentes módulos del sistema.
-----------------------------	--	---

Adecuación Funcional		
Atributo de calidad	Corrección Funcional	Táctica arquitectónica
Fuente de estímulo	Usuario de la plataforma	Verificar la Integridad del Mensaje. Garantiza que la información consultada en el perfil del estudiante sea precisa y esté validada antes de mostrarse. Permite detectar datos inconsistentes o alterados mediante validaciones en cada capa del sistema. Evita que errores en la carga de datos generen problemas en la visualización del perfil.
Estímulo	Consulta el perfil de un estudiante	
Artefacto	Módulo de Gestión y Seguimiento de Casos	Compensaciones
Entorno	Plataforma en operación normal	Puede agregar latencia en las consultas debido a validaciones adicionales. Requiere mayor almacenamiento para mantener registros de auditoría sobre modificaciones

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

Respuesta	El sistema muestra la información actualizada del estudiante, con alertas correctamente clasificadas y datos precisos sin errores	Enfoque de implementación (Aquí ya se pueden enfocar en el stack tecnológico pensado para la solución)
Métrica de respuesta	Precisión de los datos en el perfil del estudiante, medida por la cantidad de inconsistencias detectadas en auditorías internas. (Meta: < 1% de inconsistencias).	Implementación de verificación de integridad en la base de datos (PostgreSQL), utilizando constraints y triggers. Uso de Spring Boot con Bean Validation para garantizar que los datos recuperados sean correctos antes de mostrarse. Validación en frontend con Angular , notificando al usuario si hay inconsistencias en los datos del perfil. Auditoría de modificaciones mediante AWS CloudTrail , registrando cambios en los perfiles de estudiantes.

Eficiencia de Desempeño		
Atributo de calidad	Comportamiento temporal	Táctica arquitectónica
Fuente de estímulo	Usuario del sistema	Introducir Concurrencia- Permite procesar múltiples solicitudes de generación de reportes de forma simultánea, reduciendo los tiempos de respuesta. Mejora la escalabilidad del sistema al distribuir la carga entre varios hilos o procesos. Evita que una sola consulta de reporte bloquee el sistema o degrade la experiencia del usuario.
Estímulo	Solicita un reporte de estudiantes en riesgo con filtros avanzados	
Artefacto	Módulo de Reportes Estudiantiles (MRE)	Compensaciones

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

Entorno	Horario de uso estándar y condiciones normales de funcionamiento	Requiere una gestión eficiente de concurrencia, ya que el acceso simultáneo a la base de datos podría generar bloqueos. Puede aumentar el uso de memoria si se crean demasiados hilos sin control.
Respuesta	El sistema debe generar el reporte sin retrasos significativos.	Enfoque de implementación (Aquí ya se pueden enfocar en el stack tecnológico pensado para la solución)
Métrica de respuesta	Tiempo de generación del reporte debe ser menor a 5 segundos para consultas estándar.	Implementación de procesamiento asíncrono en Java con Spring Boot y @Async para manejar múltiples solicitudes concurrentes. Uso de Power BI para preprocesamiento y optimización de reportes generados. Configuración de PostgreSQL con índices y consultas optimizadas para reducir la latencia de consulta. Uso de AWS Lambda para generación de reportes en segundo plano, liberando carga del servidor principal. Implementación de caching en Redis para almacenar resultados de consultas recurrentes y acelerar la entrega de reportes.

Eficiencia de Desempeño		
Atributo de calidad	Utilización de Recursos	Táctica arquitectónica
Fuente de estímulo	Administrador del sistema	Programar Recursos - Permite distribuir la carga del procesamiento de alertas en momentos de baja actividad del sistema, optimizando el uso

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

Estímulo	Monitoreo el consumo de CPU y memoria en el servidor durante el procesamiento de alertas	de CPU y memoria. Ayuda a evitar picos de consumo que puedan afectar el rendimiento del sistema. Reduce la competencia por recursos al ejecutar tareas pesadas en segundo plano.
Artefacto	Servidor y base de datos	Compensaciones
Entorno	Procesamiento de datos en segundo plano	Puede introducir un pequeño retraso en el procesamiento de alertas si se programa en horarios específicos. Requiere una correcta planificación para evitar acumulación de tareas en horarios de baja demanda.
Respuesta	El sistema debe optimizar el uso de recursos sin afectar el rendimiento.	Enfoque de implementación (Aquí ya se pueden enfocar en el stack tecnológico pensado para la solución)
Métrica de respuesta	Uso de CPU no debe superar el 70% en condiciones normales de operación.	Uso de AWS EventBridge para programar la ejecución de procesos de análisis de alertas en momentos de menor carga. Implementación de Spring Batch en Java para procesamiento eficiente de grandes volúmenes de datos. Configuración de AWS Auto Scaling para ajustar dinámicamente los recursos según la carga del sistema. Uso de monitoreo con Amazon CloudWatch para evaluar el consumo de CPU y memoria en tiempo real.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

Compatibilidad		
Atributo de calidad	Interoperabilidad	Táctica arquitectónica
Fuente de estímulo	Usuario del sistema	Discover Service - Permite que el sistema de alertas tempranas identifique y se conecte dinámicamente a los sistemas de bienestar sin configuración manual. Facilita la integración con nuevos sistemas sin necesidad de modificaciones estructurales en el código. Mejora la escalabilidad y la adaptabilidad del sistema en caso de cambios en los servicios externos.
Estímulo	Quiere visualizar el reporte de un estudiante para validar si ha accedido a servicios de bienestar	
Artefacto	Módulo de Gestión y Seguimiento de Casos e integración con el sistema de bienestar	Compensaciones
Entorno	Acceso al portal en condiciones normales de funcionamiento	Puede generar ligero retraso en la conexión inicial mientras se descubre el servicio. Requiere una gestión eficiente de servicios para evitar inconsistencias en la comunicación entre sistemas.
Respuesta	La información debe estar disponible en tiempo real y mostrarse correctamente sin inconsistencias.	Enfoque de implementación (Aquí ya se pueden enfocar en el stack tecnológico pensado para la solución)

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

Métrica de respuesta	El sistema debe reflejar los resultados en menos de 5 segundos después de realizar la consulta.	Uso de AWS Service Discovery para localizar dinámicamente servicios de bienestar dentro de la infraestructura universitaria. Implementación de API REST en Spring Boot con Swagger para facilitar la interoperabilidad con otros sistemas. Integración con Power BI para visualizar datos combinados de bienestar y alertas de riesgo en tiempo real. Uso de GraphQL para consultas eficientes sobre múltiples sistemas sin generar sobrecarga en la red.
-----------------------------	---	---

Compatibilidad		
Atributo de calidad	Coexistencia	Táctica arquitectónica

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

Fuente de estímulo	Administrador de sistemas	Orchestrate - Permite coordinar la ejecución de procesos entre el sistema de alertas tempranas y los sistemas de asistencia y calificaciones. Asegura que las actualizaciones en otros sistemas no afecten la disponibilidad del sistema de alertas. Permite manejar errores de integración de manera controlada sin interrumpir el servicio.
Estímulo	Se realizan actualizaciones en el sistema de asistencia y calificaciones mientras el sistema de alertas sigue funcionando	
Artefacto	Servidores y conexiones entre sistemas	Compensaciones
Entorno	Ejecución de mantenimiento en otros sistemas conectados	Puede aumentar la complejidad de implementación debido a la necesidad de gestionar múltiples sistemas simultáneamente. Requiere monitoreo constante para detectar fallos en la sincronización entre sistemas.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

Respuesta	El sistema de alertas debe continuar operando sin interrupciones y manejar errores de conexión de manera controlada.	Enfoque de implementación (Aquí ya se pueden enfocar en el stack tecnológico pensado para la solución)
Métrica de respuesta	El sistema debe reintentar la conexión y mostrar una notificación si la integración con asistencia falla por más de 30 segundos.	Implementación de AWS Step Functions para coordinar la comunicación entre el sistema de alertas y los sistemas de asistencia y calificaciones. Uso de Kafka o AWS SQS para manejar la comunicación asíncrona y evitar bloqueos entre sistemas. Implementación de Spring Cloud para facilitar la integración con servicios externos y manejar actualizaciones sin interrupciones. Configuración de circuit breakers con Resilience4J para evitar fallos en cascada si un sistema deja de responder.

Capacidad de Interacción		
Atributo de calidad	Operabilidad	Táctica arquitectónica
Fuente de estímulo	usuario del sistema	Mantener Modelo del Usuario - Permite personalizar la experiencia del usuario al recordar sus preferencias de filtrado y reportes más consultados. Facilita la interacción con el sistema al reducir la necesidad de configuraciones repetitivas. Mejora la eficiencia en la búsqueda de información al optimizar la interfaz de usuario según el comportamiento del usuario.
Estímulo	Necesita filtrar estudiantes en riesgo por diferentes criterios (calificaciones, asistencia, etc.).	

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

Artefacto	Panel de control y filtros de búsqueda	Compensaciones
Entorno	Plataforma web con múltiples opciones de búsqueda.	Puede requerir mayor almacenamiento para guardar las preferencias de usuario. Necesita una estrategia de privacidad para gestionar datos sensibles sin comprometer la seguridad.
Respuesta	El sistema debe permitir aplicar filtros con opciones predefinidas y mostrar resultados instantáneamente.	Enfoque de implementación (Aquí ya se pueden enfocar en el stack tecnológico pensado para la solución)

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

Métrica de respuesta	El usuario debe completar la consulta en menos de 10 segundos.	Implementación de Local Storage en Angular para recordar filtros aplicados en la sesión del usuario. Integración con Power BI Embedded para ofrecer reportes personalizados según las necesidades del usuario. Configuración de Redis para almacenar preferencias de usuario sin afectar el rendimiento de la base de datos principal.
-----------------------------	--	---

Capacidad de Interacción		
Atributo de calidad	Protección contra errores de usuario	Táctica arquitectónica
Fuente de estímulo	Coordinador que intenta modificar información de un estudiante equivocado.	Deshacer (Undo) - Permite que el usuario revierta cambios accidentales en la información de un estudiante.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

Estímulo	Accede a un perfil incorrecto sin darse cuenta	Reduce el impacto de errores humanos al brindar una opción de recuperación inmediata. Evita la necesidad de solicitar soporte técnico para corregir modificaciones accidentales.
Artefacto	Módulo de gestión de estudiantes.	Compensaciones
Entorno	Listado de estudiantes con nombres similares.	Puede requerir más espacio de almacenamiento temporal para mantener un historial de cambios. Introduce una capa adicional de procesamiento para gestionar la reversión de acciones.
Respuesta	El sistema debe solicitar confirmación antes de realizar cambios y resaltar el nombre del estudiante seleccionado.	Enfoque de implementación (Aquí ya se pueden enfocar en el stack tecnológico pensado para la solución)

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

Métrica de respuesta	El usuario debe recibir una advertencia clara antes de confirmar la modificación.	Implementación de un historial de cambios con PostgreSQL utilizando versiones temporales de datos. Uso de Spring Boot con Hibernate Envers para rastrear modificaciones y permitir deshacer cambios recientes. Integración de notificaciones en la UI con Angular , alertando al usuario antes de confirmar modificaciones sensibles. Almacenamiento de cambios temporales en AWS DynamoDB para permitir reversión en sesiones activas sin afectar la base de datos principal.
-----------------------------	---	---

Fiabilidad		
Atributo de calidad	Ausencia de fallos	Táctica arquitectónica

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

Fuente de estímulo	Usuario del sistema	Voting - Permite validar la exactitud de los reportes generados comparando los datos obtenidos desde diferentes fuentes antes de presentarlos al usuario. Reduce la probabilidad de errores al asegurar que los datos presentados coinciden con los registros oficiales. Aumenta la confiabilidad del sistema al detectar discrepancias antes de que afecten la toma de decisiones.
Estímulo	Se genera un reporte de estudiantes con datos filtrados por semestre y carrera	
Artefacto	Módulo de reportes.	Compensaciones
Entorno	Aplicación con picos de uso	Puede aumentar el tiempo de procesamiento debido a la necesidad de validar datos en múltiples fuentes. Requiere mayor capacidad de almacenamiento temporal para gestionar versiones de datos antes de confirmar su validez.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

Respuesta	El sistema debe garantizar la precisión de los datos mediante pruebas unitarias y validaciones de integridad.	Enfoque de implementación (Aquí ya se pueden enfocar en el stack tecnológico pensado para la solución)
Métrica de respuesta	La exactitud de los reportes debe ser del 100% en comparación con los datos fuente.	Implementación de votación de datos en PostgreSQL , comparando la información proveniente de distintas fuentes (asistencia, calificaciones, bienestar). Uso de Spring Boot con reglas de validación para garantizar que los datos coincidan antes de mostrarlos. Integración con Power BI para visualizar la consistencia de datos entre distintas fuentes en tiempo real. Implementación de auditoría con AWS CloudWatch para detectar discrepancias en los reportes generados

Fiabilidad		
Atributo de calidad	Tolerancia a fallos	Táctica arquitectónica
Fuente de estímulo	Administrador del sistema	Redundancia Pasiva - Asegura la continuidad del sistema al mantener una instancia de respaldo lista para activarse en caso de fallo del servidor principal.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

Estímulo	Un servidor falla repentinamente mientras múltiples usuarios ingresan al sistema	Minimiza el tiempo de recuperación ante fallos al contar con una copia sincronizada del sistema. Evita la pérdida de datos críticos al replicar en tiempo real la información almacenada.
Artefacto	Infraestructura del sistema.	Compensaciones
Entorno	Fallo imprevisto del servidor principal.	Puede incrementar costos de infraestructura debido a la necesidad de mantener servidores en espera. Introduce una mayor complejidad en la sincronización de datos para garantizar la coherencia entre instancias.
Respuesta	El sistema debe tener redundancia en la nube y cambiar automáticamente a un servidor de respaldo.	Enfoque de implementación (Aquí ya se pueden enfocar en el stack tecnológico pensado para la solución)

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

Métrica de respuesta	Cambio a servidor de respaldo en menos de 3 segundos sin pérdida de datos	Uso de AWS RDS Multi-AZ para mantener una base de datos redundante en una región secundaria. Implementación de Spring Boot con failover automático, permitiendo cambiar a un servidor de respaldo sin interrupciones. Monitoreo de disponibilidad con AWS Route 53, redirigiendo automáticamente las solicitudes al servidor de respaldo en caso de falla. Implementación de copia de seguridad en Amazon S3 para garantizar la recuperación de datos en caso de desastre.
-----------------------------	---	--

Seguridad		
Atributo de calidad	Confidencialidad	Táctica arquitectónica
Fuente de estímulo	Persona con un rol restringido	Encriptar Datos - Protege la información sensible de los estudiantes evitando accesos no autorizados. Asegura que incluso si los datos son interceptados, no puedan ser leídos sin la clave de cifrado. Cumple con estándares de seguridad y privacidad en el manejo de información académica.
Estímulo	Intenta acceder al reporte personalizado de estudiantes sin el permiso adecuado	

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

Artefacto	Módulo de reportes estudiantiles.	Compensaciones
Entorno	Sesión activa en el sistema en un entorno de operación normal	Puede generar ligera latencia en la consulta de datos debido al cifrado y descifrado. Requiere gestión adecuada de claves de cifrado para evitar accesos indebidos.
Respuesta	El sistema debe restringir el acceso con controles de permisos y generar una alerta en caso de intento de acceso indebido.	Enfoque de implementación (Aquí ya se pueden enfocar en el stack tecnológico pensado para la solución)
Métrica de respuesta	100% de los datos sensibles solo accesibles por usuarios autorizados.	Implementación de cifrado AES-256 en la base de datos de PostgreSQL para proteger la información de los estudiantes. Uso de AWS KMS (Key Management Service) para gestionar claves de cifrado de manera segura. Aplicación de TLS 1.2/1.3 en la comunicación entre frontend (Angular) y backend (Spring Boot) para evitar interceptaciones. Configuración de roles y permisos en Power BI para asegurar que solo usuarios autorizados accedan a reportes confidenciales.

Seguridad		
Atributo de calidad	Integridad	Táctica arquitectónica

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

Fuente de estímulo	Usuario del sistema	Mantener Rastro de Auditoría - Permite rastrear todas las modificaciones realizadas en los datos de los estudiantes. Ayuda a detectar y revertir cambios no autorizados o erróneos. Facilita la identificación de posibles intentos de manipulación de la información.
Estímulo	Estímulo: Quiere identificar qué usuario modificó datos en el perfil de un estudiante.	
Artefacto	Módulo de gestión de estudiantes.	Compensaciones
Entorno	Operación normal del sistema	Puede requerir mayor almacenamiento para mantener un historial completo de modificaciones. Introduce carga adicional en la base de datos debido al registro constante de actividades.
Respuesta	El sistema debe mantener la trazabilidad de las acciones realizada por los usuarios.	Enfoque de implementación (Aquí ya se pueden enfocar en el stack tecnológico pensado para la solución)
Métrica de respuesta	100% de las acciones sensibles deben ser registradas (consulta, modificación y eliminación)	Implementación de Spring Boot con Hibernate Envers para registrar cambios en los perfiles de estudiantes. Uso de AWS CloudTrail para auditar accesos y modificaciones en los reportes estudiantiles. Configuración de logs centralizados con AWS CloudWatch para monitorear cambios en tiempo real.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

Mantenibilidad		
Atributo de calidad	Modularidad	Táctica arquitectónica
Fuente de estímulo	Equipo de desarrollo.	Encapsular - Permite aislar el módulo de reportes del resto del sistema, facilitando actualizaciones sin afectar otras funcionalidades. Reduce el impacto de cambios en la lógica de generación de reportes al limitar su alcance a un solo módulo. Facilita la reutilización del módulo de reportes en otros contextos sin requerir modificaciones extensas.
Estímulo	Se requiere actualizar el módulo de reportes sin afectar el sistema de gestión de alertas	
Artefacto	Arquitectura del sistema	Compensaciones
Entorno	Cambio evolutivo en la funcionalidad de reportes	Puede requerir un esfuerzo inicial mayor en la estructuración modular del sistema. Introduce ligera sobrecarga en la comunicación entre módulos debido a la separación de componentes.
Respuesta	El sistema debe permitir modificaciones en el módulo de reportes sin interrumpir otras funcionalidades	Enfoque de implementación (Aquí ya se pueden enfocar en el stack tecnológico pensado para la solución)

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

Métrica de respuesta	100% de independencia en los cambios de módulos sin fallos en otros componentes	Implementación del módulo de reportes como un microservicio independiente en Spring Boot, con API REST para la comunicación con otros módulos. Uso de Docker y Kubernetes para aislar y desplegar cada módulo del sistema de manera independiente. Uso de mensajería asíncrona con Kafka para enviar datos de alertas desde otros módulos sin generar acoplamiento.
-----------------------------	---	--

Mantenibilidad		
Atributo de calidad	Analizabilidad	Táctica arquitectónica
Fuente de estímulo	Desarrollador del sistema.	Usar un Intermediario - Facilita la identificación y diagnóstico de fallos al centralizar los registros de eventos y errores del sistema. Reduce el impacto de fallos en módulos específicos al capturar y gestionar errores desde un punto de control común. Permite realizar pruebas y depuración sin afectar el rendimiento del sistema en producción.
Estímulo	Se detecta un fallo en el módulo de notificaciones.	

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

Artefacto	Código fuente del módulo afectado.	Compensaciones
Entorno	Diagnóstico de fallos en producción.	Puede agregar una pequeña latencia en la detección de errores debido al uso de un intermediario para gestionar logs. Requiere recursos adicionales para mantener la infraestructura de monitoreo.
Respuesta	El sistema debe permitir rastrear el fallo mediante logs detallados y herramientas de monitoreo.	Enfoque de implementación (Aquí ya se pueden enfocar en el stack tecnológico pensado para la solución)
Métrica de respuesta	Identificación de la causa raíz en menos de 10 minutos.	Uso de AWS CloudWatch y ELK Stack (Elasticsearch, Logstash, Kibana) para centralizar logs y analizar eventos en tiempo real. Implementación de Spring Boot con Sleuth y Zipkin para rastrear la ejecución de solicitudes dentro del sistema. Configuración de alertas automatizadas con AWS SNS , notificando a los administradores cuando se detectan fallos críticos.

Flexibilidad		
Atributo de calidad	Adaptabilidad	Táctica arquitectónica
Fuente de estímulo	Usuario del sistema.	Usar Interfaz Abstracta - Permite que el sistema se adapte a diferentes navegadores sin necesidad de cambios en el código principal.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

Estímulo	Se necesita que el sistema funcione en diferentes navegadores	Facilita la integración con nuevos dispositivos y plataformas sin afectar la funcionalidad existente. Reduce el impacto de actualizaciones en la interfaz, asegurando compatibilidad con distintos entornos.
Artefacto	Plataforma web del sistema.	Compensaciones
Entorno	Uso en distintos sistemas operativos	Puede requerir mayor esfuerzo de desarrollo inicial para diseñar una interfaz desacoplada. Introduce posible sobrecarga en la gestión de diferentes versiones de la interfaz.
Respuesta	El sistema debe adaptar su interfaz y funcionalidades de manera responsiva sin pérdida de usabilidad.	Enfoque de implementación (Aquí ya se pueden enfocar en el stack tecnológico pensado para la solución)
Métrica de respuesta	100% de compatibilidad con dispositivos aprobada en pruebas de usuario.	Uso de Angular con Material UI para diseñar una interfaz adaptable y responsiva. Implementación de Progressive Web Apps (PWA) para optimizar el rendimiento en dispositivos móviles. Uso de CSS Grid y Flexbox para garantizar compatibilidad con distintos navegadores y tamaños de pantalla. Pruebas automatizadas con Selenium y Cypress para validar el correcto funcionamiento en diferentes entornos.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

Flexibilidad		
Atributo de calidad	Escalabilidad	Táctica arquitectónica
Fuente de estímulo	Administrador del sistema.	Equilibrar Carga - Permite distribuir la carga del sistema cuando el número de estudiantes registrados aumenta significativamente. Evita cuellos de botella en el servidor al gestionar solicitudes de manera eficiente. Garantiza que el rendimiento del sistema se mantenga estable incluso en momentos de alta demanda.
Estímulo	Se incrementa el número de estudiantes registrados de 5,000 a 20,000.	
Artefacto	Base de datos del sistema.	Compensaciones

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

Entorno	Operación normal del sistema	Puede requerir recursos adicionales para implementar balanceadores de carga eficientes. Introduce complejidad en la administración de múltiples instancias del sistema.
Respuesta	El sistema debe soportar el aumento sin afectar tiempos de respuesta ni disponibilidad.	Enfoque de implementación (Aquí ya se pueden enfocar en el stack tecnológico pensado para la solución)
Métrica de respuesta	Tiempos de respuesta inferiores a 5 segundos con 20,000 usuarios activos.	Uso de AWS Elastic Load Balancer (ELB) para distribuir la carga entre múltiples servidores. Implementación de Auto Scaling Groups en AWS para escalar instancias según la demanda del sistema. Configuración de Spring Boot con Actuators para monitorear métricas de rendimiento y escalar automáticamente. Optimización de consultas en PostgreSQL con índices y particionamiento, asegurando tiempos de respuesta rápidos con grandes volúmenes de datos.

Protección		
Atributo de calidad	Identificación de Riesgos	Táctica arquitectónica
Fuente de estímulo	Administrador del sistema.	Supervisor - Permite detectar patrones inusuales de consultas en la base de datos que puedan indicar intentos de acceso indebidos.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

Estímulo	Se detecta un patrón inusual de consultas de datos en la base de datos.	Facilita la prevención de fraudes o usos malintencionados mediante el análisis de actividad en tiempo real. Mejora la capacidad de respuesta ante amenazas potenciales mediante la activación de alertas automáticas.
Artefacto	Sistema	Compensaciones
Entorno	Accesos reiterados a información confidencial en un corto periodo.	Puede generar un ligero consumo adicional de recursos debido a la supervisión continua. Requiere definición precisa de umbrales de riesgo para evitar falsas alarmas.
Respuesta	El sistema genera una alerta y restringe el acceso del usuario sospechoso.	Enfoque de implementación (Aquí ya se pueden enfocar en el stack tecnológico pensado para la solución)
Métrica de respuesta	100% de actividades sospechosas identificadas y notificadas.	Uso de AWS GuardDuty para detectar actividad sospechosa en la base de datos y la infraestructura del sistema. Implementación de Spring Boot con reglas de seguridad basadas en machine learning, ajustando dinámicamente los umbrales de detección de riesgos. Configuración de AWS CloudWatch con métricas personalizadas, generando alertas cuando se detectan patrones anómalos en el acceso a datos.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

Protección		
Atributo de calidad	Protección ante Fallos	Táctica arquitectónica
Fuente de estímulo	Administrador del sistema.	Mantener Estado Seguro - Permite que el sistema de alertas tempranas continúe funcionando incluso cuando se pierde la conexión con el sistema de asistencia. Garantiza que las alertas no se pierdan y puedan ser procesadas una vez que se restablezca la conexión. Evita interrupciones críticas en el flujo de información que podrían afectar la toma de decisiones.
Estímulo	Un fallo en la conexión con el sistema de asistencia provoca una interrupción en la generación de alertas	
Artefacto	Módulo de alertas tempranos	Compensaciones
Entorno	Pérdida temporal de conexión con el sistema externo.	Puede introducir un ligero retraso en el procesamiento de alertas cuando el sistema entra en estado de recuperación. Requiere almacenamiento temporal confiable para preservar las alertas hasta que puedan ser enviadas.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

Respuesta	El sistema debe almacenar las alertas en una cola de espera y reintentar el envío cuando la conexión se restablezca.	Enfoque de implementación (Aquí ya se pueden enfocar en el stack tecnológico pensado para la solución)
Métrica de respuesta	100% de alertas enviadas tras la reconexión.	Implementación de AWS SQS (Simple Queue Service) para almacenar temporalmente las alertas cuando se detecta una desconexión. Uso de Spring Boot con patrón Retry para reintentar automáticamente la conexión al sistema de asistencia. Configuración de AWS DynamoDB como almacenamiento temporal, asegurando que las alertas se mantengan hasta que puedan ser procesadas.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

Anexo D. Diagramas de arquitectura.

Diagrama de contexto

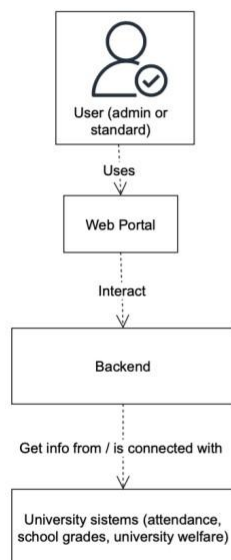
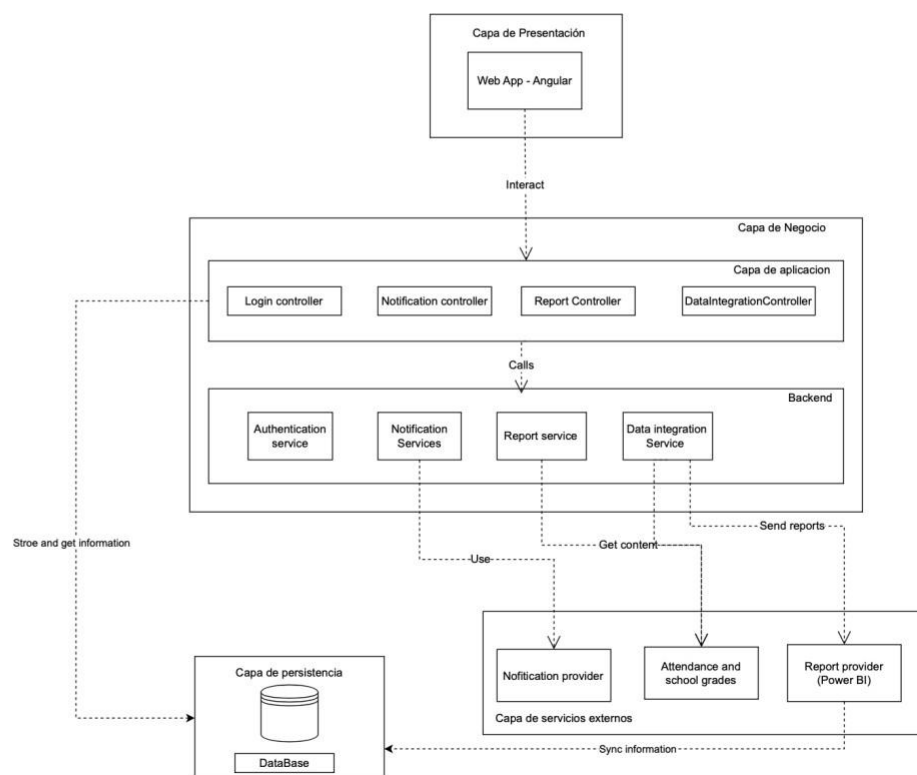
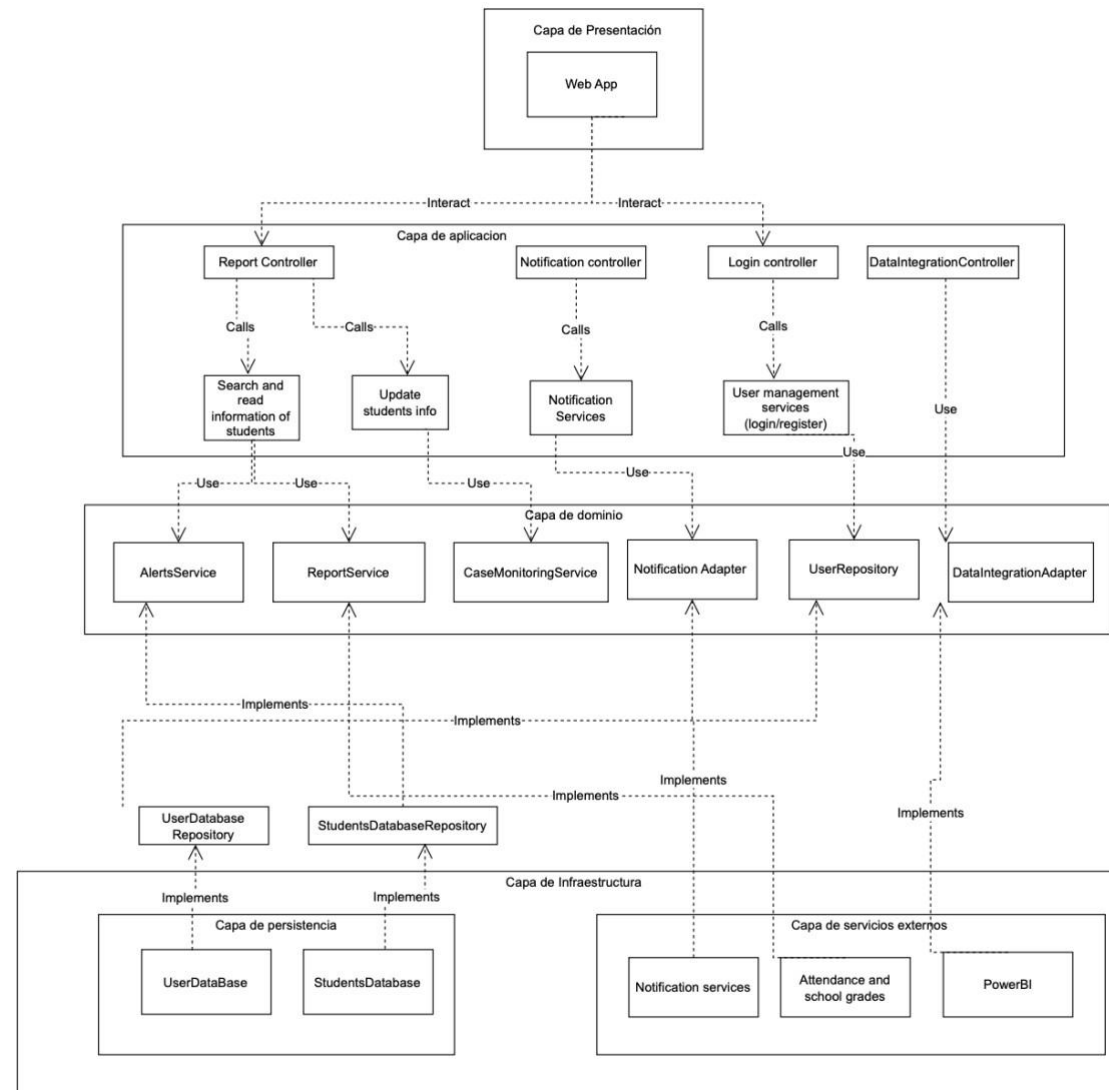


Diagrama de contenedores



 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

Diagrama de Componentes



 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

Anexo E. Acta de inicio del proyecto

NOMBRE DEL PROYECTO:	AlertaITM
PATROCINADOR DEL PROYECTO:	ITM
ÁREA USUARIA:	Bienestar estudiantil – Permanencia estudiantil
LÍDER DEL PROYECTO:	Maria Camila Arroyo Alzate
FECHA DE ELABORACIÓN:	03/03/2025
ELABORADO POR:	Javier Mauricio Salazar Vega – Maria Camila Arroyo Alzate

ANTECEDENTES, PROPÓSITO Y/O JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

Durante la última década las instituciones de educación superior han experimentado una evolución significativa en la implementación de estrategias y sistemas para identificar y prevenir la deserción estudiantil, es por ello que surgieron los primeros modelos básicos de seguimiento estudiantil, seguidos de integración análisis predictivo y big data hasta lo que

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

actualmente se está empleando como es sistemas inteligentes machine learnign.

Dentro de los antecedentes mencionados tenemos al instituto tecnológico metropolitano el cual tiene el propósito de identificar con el área de permanencia estudiantil de manera anticipada estudiantes en riesgo de deserción académica, con la correcta prevención de factores académicos, económicos y psicosociales que inciden en la permanencia estudiantil. sin embargo, para articular esta necesidad el ITM quiere implementar un sistema de alertas tempranas estudiantil el cual representa una inversión estratégica fundamentada en los siguientes impactos:

- Social y económico la cual afecta no solo al estudiante, sino que genera costos significativos para las familias e instituciones.
- Eficiencia institucional: los recursos destinados a capacitación y admisión de estudiantes se maximizan
- Competitividad institucional: las tasas de retención y graduación se ven afectadas y los indicadores son claves en ranking universitarios.

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

- Responsabilidad ética: la cual las instituciones tienen compromiso ético con los estudiantes que admiten, proporcionando las condiciones necesarias para su éxito académico.

Es por ello la necesidad de implementar este sistema se enfoca en las tendencias actuales de transformación digital en educación superior

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO, PRODUCTO(S) Y ENTREGABLE(S)

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

El proyecto consiste en el desarrollo de un sistema de Alertas Tempranas para la prevención de la deserción estudiantil en el ITM. Este sistema permitirá la identificación de estudiantes en riesgo mediante análisis de datos académicos, socioeconómicos y de asistencia. La solución busca optimizar la toma de decisiones dentro de la institución educativa, permitiendo intervenciones más oportunas y efectivas.

Producto:

Plataforma web para la gestión de alertas tempranas con módulos de gestión y seguimiento de casos, módulo de alertas tempranas y módulo de reportes estudiantiles

Entregables:

1. Documentación de requisitos y arquitectura.
2. Diseño de interfaz y mockups del sistema.
3. Desarrollo del backend y base de datos.

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

4. Desarrollo del frontend.
5. Implementación de reportes y análisis de datos.
6. Pruebas y documentación técnica del MVP.

Alcance del Proyecto	Criterio de Éxito/Aceptación	Persona que Aprueba
Módulo de gestión de gestión de usuarios e inicio de sesión	Los usuarios pueden autenticarse con usuario y contraseña. Se bloquea el acceso a usuarios no autorizados o con credenciales incorrectas.	Líder de proyecto – Maria Camila Arroyo Alzate.
Módulo de Alertas tempranas	Los usuarios reciben notificaciones sobre estudiantes en posible riesgo de deserción, basadas en	Líder de proyecto – Maria Camila Arroyo Alzate

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

parámetros configurados por el administrador.

Módulo de gestión y seguimiento de casos	Los usuarios pueden acceder al perfil de cada estudiante, que incluye historial, información básica e intervenciones registradas en la plataforma.	Líder de proyecto – Maria Camila Arroyo Alzate
---	--	--

Módulo de reporte estudiantil	Se generan informes y reportes gráficos que pueden exportarse en formato PDF o Excel.	Líder de proyecto – Maria Camila Arroyo Alzate
--------------------------------------	---	--

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

REQUERIMIENTOS (alto nivel)

1. Gestión de Usuarios:

- Permitir autenticación segura con credenciales y doble factor de autenticación.
- Asignación de roles y permisos según el tipo de usuario (administradores y orientadores).
- Recuperación de contraseñas mediante validación por correo electrónico.

2. Módulo de Alertas Tempranas:

- Implementación de un algoritmo de detección de riesgo basado en datos académicos, socioeconómicos y de asistencia.
- Clasificación de alertas en niveles de prioridad configurables.
- Envío de notificaciones automáticas a los responsables a través de múltiples canales (email, portal web, SMS).

3. Módulo de Gestión y Seguimiento de Casos:

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

- Creación de perfiles individuales para estudiantes con historial de alertas e intervenciones.
- Registro y seguimiento de acciones tomadas por los responsables.
- Permitir la actualización y visualización de la información del estudiante en tiempo real.

4. Módulo de Reportes Estudiantiles:

- Generación de reportes detallados con métricas clave sobre permanencia y deserción.
- Visualización de datos mediante gráficos interactivos y tendencias históricas.
- Exportación de informes en formato PDF, CSV y Excel.

CALENDARIO RESUMIDO DE HITOS CLAVES

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

Hito	Fecha	Entregables	Responsable
	Estimada		
Inicio del proyecto	10/03/2025	Acta de inicio gestión	Camila Arroyo
		proyectos	Mauricio Salazar
Diagrama de grant	27/02/2025	Diseño diagrama de gran en	María Camila Arroyo
		Excel con tareas a realizar en	Mauricio Salazar
		el desarrollo objetivos proyecto	
Aprobación de Requisitos	26/02/2025	Documento de requisitos	Líder de permanencia
		Detallado, Matriz de requisitos, HU, mockups	estudiantil
Diseño Arquitectura	03/03/2025	Diagrama de arquitectura,	Docente arquitecto
		modelo de datos plan de integración	software

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

Desarrollo de módulos principales	10/03/2025	Sistema completo con todas las funcionalidades requeridas	Equipo desarrollo
Pruebas de aceptación	12/05/2025	Informes de pruebas, corrección de errores	Equipo desarrollo, asesores metodológicos Asesores técnicos
Despliegue institucional (opcional)	15/05/2025	Sistema en producción y documentación final	Equipo de desarrollo Área de permanencia estudiantil

PRESUPUESTO ESTIMADO Y FUENTE(S)

Tiempo Estimado por Fases

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

- Recolección de requisitos y definición de arquitectura: 30 horas.
- Desarrollo del backend: 200 horas.
- Desarrollo del frontend: 180 horas.
- Integración y pruebas: 80 horas.
- Ajustes finales y despliegue: 40 horas.

Total: 530 horas

Costo por hora /desarrollador = \$37.500

Costo total = 530* \$37.500 = 19'875.000

INTERESADOS CLAVES

Interesado	Rol/Influencia/Interés
Bienestar universitario	Usuario principal y administrador del sistema Influencia: alta operación diaria del sistema

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

	Interés: Alto optimización de recursos de apoyo
Estudiantes	Rol: Beneficiarios finales Influencia: baja – No interactúan con el sistema directamente Interés: Alto recepción de apoyo oportuno

SUPUESTOS

- Se utilizará infraestructura en la nube con pruebas gratuitas y recursos limitados.
- El equipo de trabajo es interno y de bajo costo, con dos desarrolladores.
- No se realizará integración con otros sistemas de la universidad en esta fase.
- El proyecto es académico y no tiene fines comerciales inmediatos.

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

RESTRICCIONES DE ALTO NIVEL

ALCANCE	Solo se construirá un MVP funcional sin integraciones externas.
TIEMPO	El proyecto tiene una duración de 4 meses.
COSTO	El presupuesto es limitado a recursos personales del equipo.
CALIDAD	Se priorizará funcionalidad sobre optimización y escalabilidad.
EQUIPO	Solo dos Integrantes en el equipo de trabajo.

EXCLUSIONES DE ALTO NIVEL (Qué no está incluido en el alcance)

- No se desarrollará una versión final lista para producción, sino un prototipo.
- No se incluirá integración con otros sistemas de la universidad externos al proyecto (Por ejemplo: siaWeb).
- No se implementarán módulos avanzados de machine learning en esta fase.

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

RIESGOS DE ALTO NIVEL

Área de Riesgo	Riesgo	Impacto	Valoración	Mitigación
GERENCIAL	Falta de cumplimiento de los objetivos debido a una mala coordinación del equipo de trabajo.	medio	Baja	

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

ALCANCE	Expansión no controlada del proyecto debido a la incorporación de nuevos requisitos.	Alto	Baja
TIEMPO	Retrasos en el desarrollo debido a la falta de información brindada por la institución.	Alto	media
COSTO	Aumento del presupuesto	Bajo	Bajo

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

debido a
sobre costos
inesperados en
recursos
tecnológicos.

CALIDAD

Fallos en el Alta Alta
prototipo debido
a data con
información
errónea.

EQUIPO HUMANO

Pérdida de Bajo Bajo
conocimiento del
proyecto debido
a ausencias de
personal clave

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

por alguna

calamidad.

COMUNICACIONES N/A

GESTIÓN DEL Afectación en el Alto Media

RIESGO desarrollo del

proyecto debido

a una

identificación

tardía de

problemas

críticos.

ADQUISICIONES Interrupción del Alto Moderado

desarrollo debido

a la necesidad de

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

adquirir servicios

de nube

adicionales a los

brindados por la

universidad.

INTERESADOS

Falta de

Medio

Alta

retroalimentación

en clave debido a

la baja

participación de

los usuarios

finales.

*Aceptar, Evitar Mitigar y/o Transferir.

APROBADORES

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

Nombre	Cargo	Firma	Fecha
Javier Mauricio Salazar Vega	StakeHolder Principal		
Maria Camila Arroyo Alzate	Líder del Proyecto		

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

Anexo F . Plan de pruebas para el software

Plan de pruebas del Sistema de Alertas Tempranas

ITM

Alcance

Este plan abarcará la validación funcional y no funcional de los módulos principales del sistema en su fase de desarrollo. Las pruebas se ejecutarán en un entorno local ya que no se dispone de un ambiente de pruebas dedicado. Se asume que las decisiones arquitectónicas tomadas durante el diseño y desarrollo asegurarán un despliegue adecuado en producción, una vez validadas las funcionalidades bajo condiciones controladas.

Las pruebas se realizarán a los siguientes módulos:

Modulo Gestión de Usuarios

Incluye:

- Autenticación con JWT.
- Recuperación de contraseña con validación de token.
- Persistencia de sesión y cierre de sesión.

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

- Registro y edición de usuarios.
- Asignación y control de roles (admin, user).
- Restricción de acceso por perfil de usuario.

No incluye:

- Integración con sistemas externos de autenticación (LDAP, OAuth).
- Gestión avanzada de logs o auditorías.
- Gestión de trazas de información de logeo y usuario.

1. **Módulo de Alertas Tempranas**

Incluye:

- Evaluación de reglas de riesgo al cargar datos de caracterización.
- Asignación de niveles de alerta (bajo, medio, alto, crítico).
- Visualización de alertas por usuario.
- Filtros por tipo de riesgo.
- Asignación de los casos a los diferentes usuarios del sistema

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

No incluye:

- Edición dinámica de reglas por parte del usuario final (solo se prueba ejecución).
- Evaluación de desempeño en procesos de clasificación masiva.
- Cargue masivo de archivos Excel de caracterización estudiantil, ya que esta funcionalidad no fue registrada formalmente en los requisitos funcionales del sistema.

2. Módulo de Seguimiento:

Incluye:

- Visualización de historial de alertas por estudiante.
- Registro de intervenciones y comentarios.
- Trazabilidad de las acciones por usuario responsable.

No incluye:

- Formulario extendido de intervención (solo se usa campo de texto).
- Control automático de cierre de casos.

3. Módulo de Reportes

Incluye:

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

- Visualizar los gráficos estadísticos importantes sobre los indicadores del sistema
- Realizar la exportación únicamente por los tipos de datos Excel y PDF
- Generar los informes en plantilla PDF y Excel
- Exportación y búsqueda.
- Filtros por sede, facultad, semestre y tipo de alerta.

No incluye:

- Análisis predictivo a través de machine learning
- Generar y exportar los datos a través de CSV, XML y JSON

Fuera del alcance:

- Pruebas de carga o estrés sobre procesamiento de archivos Excel.
- Validación de desempeño en ambientes productivos (por ausencia de entorno de pruebas).
- Soporte multilinguaje o internacionalización.

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

- Evaluación UX con usuarios finales o pruebas A/B.

Atributos del sistema (ISO/IEC 25010)

Se probarán:

- **Funcionalidad:** cumplimiento de requisitos, ejecución de reglas, gestión correcta del ciclo de vida de usuarios y alertas.
- **Seguridad:** validación de sesiones, protección de endpoints, recuperación segura de contraseñas, control de acceso.
- **Fiabilidad:** manejo de errores, integridad de los datos, consistencia en las alertas generadas.
- **Protección de la información:** resguardo de datos sensibles, uso de HTTPS, manejo adecuado de tokens.
- **Usabilidad:** experiencia del usuario en navegación, accesibilidad, interfaz intuitiva a través de sesiones con usuarios finales solicitando realizar tareas y midiendo el tiempo, si fueron o no requeridas explicaciones, manuales o videos para lograr navegar y cumplir tareas en la plataforma

No se probarán:

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

- **Eficiencia de desempeño:** tiempos de respuesta bajo carga, uso de CPU o memoria.
- **Compatibilidad:** soporte en distintos navegadores, resolución de pantalla o dispositivos.
- **Mantenibilidad/portabilidad:** pruebas sobre facilidad de actualización, modularidad del sistema o despliegue en otros entornos.

Enfoque de pruebas

El enfoque adoptado para este plan de pruebas se basa en una colaboración entre el equipo de desarrollo y el QA, alineados a las prácticas de aseguramiento de la calidad.

1. Pruebas Unitarias:

Responsable: desarrollador backend y frontend.

Alcance: validación de métodos y funciones individuales en servicios, controladores y componentes.

Cobertura esperada: igual o superior al **85%**, validada mediante herramientas como **SonarQube**.

Validación QA: revisión de métricas de cobertura y análisis estático de código fuente con SonarQube.

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

2. Pruebas de Nivel de Integración

Responsable: desarrollador.

Alcance: verificación de interacciones entre capas (servicio, controlador, repositorio) y dependencias internas como bases de datos o servicios de autenticación.

Estrategia: las pruebas de integración no se ejecutan de forma aislada por el QA, sino que se validan como parte de las pruebas de sistema al simular flujos completos de uso.

3. Qué y cómo a las pruebas de nivel de sistema

Responsable: QA funcional.

Estrategia: validación funcional del sistema completo, ejecutada en entorno local. Se realizan pruebas manuales y exploratorias priorizando atributos de calidad ISO/IEC 25010.

Componentes clave:

- Pruebas end-to-end del flujo completo de alertas, desde carga de datos hasta visualización y seguimiento.
- Validación del procesamiento de data de caracterización y ejecución de reglas.

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

- Verificación de seguridad y accesos, control de roles, restricciones de navegación y protección de endpoints.
- Verificación de utilidad de alertas generadas, evaluando si aportan valor al seguimiento.
- Pruebas con usuarios finales de cada rol (admin y user) para confirmar comportamiento según permisos.
- Confirmación de efectividad del sistema para los procesos de intervención y reporte.

4. Qué y cómo a las pruebas de nivel de aceptación

Responsable: líder funcional (permanencia) y equipo de bienestar.

Estrategia: se ejecutarán en paralelo con las pruebas de sistema, usando la misma base de datos de prueba y casos de prueba contruidos.

Flujo de trabajo:

- El equipo de QA facilita los **flujos críticos del sistema** a la stakeholder.
- Se valida el sistema en sesiones asistidas donde se aclaran dudas, se explora la funcionalidad y se recogen observaciones.

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

Recursos

Dado que el sistema aún no cuenta con un ambiente de pruebas dedicado en la nube o en servidores institucionales, todas las validaciones se harán de forma local en los equipos de desarrollo y QA. Esto requiere configuraciones específicas en cada estación de trabajo y una base de datos local con datos de prueba anonimizados.

Precondiciones de ambiente y datos

- **Entorno local** con acceso a los repositorios de backend (Spring Boot) y frontend (Angular).
- **Base de datos PostgreSQL** local, con carga de datos de prueba semestrales representativos (caracterización estudiantil).
- **Configuración manual de variables de entorno**, tokens de acceso y puertos

Herramienta	Uso
Postman	Pruebas manuales de endpoints backend.
Angular DevTools	Depuración de estado, componentes y rutas frontend.
SonarQube	Análisis de cobertura y calidad de código.

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

Visual Studio Code / IntelliJ Entornos de desarrollo.

Jest y JUnit Ejecución de pruebas unitarias frontend y backend.

Hardware necesario

- Computadores con mínimo: Procesador: Intel i5 o superior, Memoria RAM: 8 GB, Almacenamiento disponible: 10 GB para proyectos, BD y dependencias.
- Conexión a internet estable para clonar repositorios y ejecutar dependencias.

Accesos y credenciales

- Credenciales de usuarios de prueba con ambos roles (admin, user) ya registrados.
- Acceso a repositorio Git privado con los módulos backend y frontend.
- Acceso a base de datos de pruebas para carga inicial.
- Acceso al panel de SonarQube (local o compartido por red).

Bases de Datos y pruebas

Una base de datos PostgreSQL local (alerta_itm_test) con datos simulados representativos de los formularios de caracterización estudiantil.

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

Incluye al menos: 100 registros de estudiantes caracterizados, 20 registros con distintos niveles de riesgo (bajo, medio, alto, crítico), casos de prueba con inconsistencias intencionales (campos vacíos, duplicados, valores límite).

Calendario de pruebas

Fase	Fecha de Inicio	Fecha Fin	Hitos
Pruebas Unitarias	02 de Febrero	02 de mayo	Desarrollo de la aplicación
Pruebas de Integración	07 de febrero	07 demayo	Finalizaciones de APIs, integración entre bases de datos, apis de back, llamados desde front, e integración con PowerBI
Pruebas de Sistema	07 de mayo	15 de mayo	Validación end-to-end
Pruebas de Aceptación	25 de mayo	01 de junio	Aprobación de usuarios

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

Riesgos

Riesgo	Atributo/ Subatributo	Probabilidad	Impacto	Acción
Generación de alertas incorrectas debido a fallas en el procesamiento de datos masivos	Funcionalidad/ Exactitud	Alta	Alto	Validar algoritmos de procesamiento con conjuntos de datos de prueba controlados. Se incluye dentro de las pruebas de sistema y aceptación, usando conjuntos de datos de caracterización. Se validará la exactitud de

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

las alertas generadas en
función de reglas
predefinidas.

Filtración	Seguridad/	Media	Alto	Verificar implementación
de	Confidencialidad			de mecanismos de
información				autenticación y
n				autorización.
confidencia				
l debido a				La seguridad y
deficiencias				confidencialidad son
en el				atributos críticos. Se
control de				probará autenticación,
acceso				roles (admin/user), acceso

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

				restringido a rutas y protección de endpoints.
Demoras en la generación de alertas debido a ineficiencia en el procesamiento de big data	Funcionalidad/Eficiencia	Media	Alto	Validar rendimiento del sistema bajo diferentes condiciones de carga. No se realizarán pruebas de carga ni estrés en esta iteración, ya que no se dispone de un ambiente de pruebas adecuado para simular big data o alta concurrencia. Se reconoce como riesgo latente para futuras fases.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

Toma de decisiones incorrectas debido a interfaces poco intuitivas	Usabilidad/Operabilidad	Media	Alto	Verificar usabilidad de interfaces con diferentes perfiles de usuario. Se validará en pruebas de aceptación con usuarios finales, aunque no se harán pruebas formales de UX en esta fase
Pérdida de datos críticos debido a fallas en la sincronización	Funcionalidad/Integridad	Baja	Alto	Validar procesos de sincronización e integridad de datos. Actualmente no existe integración con el sistema

	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

ón con de bienestar u otros

sistema de sistemas externos. Este

bienestar riesgo es identificado

para fases futuras que

impliquen

interoperabilidad.

Métricas

Métrica	Descripción	Objetivo / umbral
Cobertura de pruebas unitarias	Porcentaje de líneas de código cubiertas por pruebas unitarias. Validado mediante SonarQube.	$\geq 85\%$ en backend y frontend

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

Tasa de defectos por módulo	Número de defectos detectados en cada módulo dividido por número total de pruebas ejecutadas.	$\leq 5\%$ por módulo en pruebas de sistema
Tiempo promedio de resolución de errores	Tiempo medio (en horas) desde que se reporta un error hasta que es solucionado y verificado.	< 36 horas durante fases activas de pruebas
Porcentaje de cumplimiento de casos de prueba	Número de casos de prueba que pasan exitosamente dividido entre el total ejecutado.	$\geq 90\%$
Detección de errores en validaciones de acceso y roles	Número de errores relacionados con accesos indebidos o mal gestionados por perfiles.	0 errores críticos permitidos en seguridad

 Institución Universitaria	INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	04
		Fecha	24-02-2020

FIRMA ESTUDIANTES

M^a Camila Arias

Manuel S

FIRMA ASESORES