



**Gobierno Bolivariano  
de Venezuela**

Ministerio del Poder Popular  
para la Educación Universitaria

Universidad Nacional Experimental  
para las Telecomunicaciones e Informática (UNETI)



**MINISTERIO DEL PODER POPULAR PARA LA EDUCACIÓN UNIVERSITARIA**

**UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL DE LAS  
TELECOMUNICACIONES E INFORMÁTICA**

**PROGRAMA NACIONAL DE FORMACIÓN EN INFORMÁTICA**

**Propuesta de Desarrollo e Implementación de un Software para el Departamento de**

**Evaluación y Control de Estudio**

***Caso práctico: U.E.N. “JOSÉ AGUSTÍN MARQUIEGÜI”***

***ubicada en Caracas – Caricuao Sector UD 3***

***Cuarto Entregable Documento de Diseño del Grupo 6***

Tutor Académico:

Nombre y Apellido del integrante, CI:

Ing. Yuly Delgado

Anfherny Barreto C.I. 28494254

Daniel Crespo C.I. 11565930

Edgar Navarro C.I. 31654833

Caracas, septiembre 2025

## Tabla de contenido

Tabla de contenido .....	2
Introducción .....	4
Justificación .....	6
Arquitectura: .....	7
Estructura General: .....	7
Lógica de Negocio: .....	8
Estructura de la Base de Datos: .....	10
Diseño de la Interfaz de Usuario: .....	11
Principios de Diseño: .....	11
Estructura de Navegación: .....	12
Disposición de Elementos .....	13
Estilo Visual .....	14
Interfaces Específicas por Módulo: .....	15
Diseño de la Base de Datos .....	16
Modelo Conceptual .....	17
Estructura de Tablas: .....	18
Relaciones y Restricciones .....	20
Índices y Optimización .....	22
Consideraciones de Seguridad y Auditoría .....	23
Diseño de la Seguridad .....	25
Autenticación de Usuarios .....	25
Autorización y Control de Acceso .....	26
Protección contra Ataques .....	28
Cifrado y Protección de Datos .....	29
Auditoría y Monitoreo .....	30
Respaldo y Recuperación .....	31
Diseño de la Escalabilidad .....	32

Escalabilidad Horizontal y Vertical .....	32
Arquitectura de Microservicios.....	33
Optimización de Base de Datos .....	35
Gestión de Recursos y Capacidad .....	36
Optimización de Red y Conectividad .....	37
Escalabilidad de Almacenamiento .....	38
Consideraciones de Costo y Eficiencia .....	39
Conclusión.....	40

## **Introducción**

El presente documento técnico detalla el diseño y la implementación del Sistema Integrado de Gestión Académica Estudiantil (SIGAE), una aplicación web innovadora desarrollada para la Unidad Educativa Nacional Bolivariana "José Agustín Marquiegui". El propósito fundamental de SIGAE es modernizar y optimizar los procesos de evaluación y control de estudio, que históricamente se han gestionado de forma manual y a través de hojas de cálculo. Esta dependencia de métodos tradicionales ha generado ineficiencias operativas, errores recurrentes y una gestión de la información académica que no satisface los estándares de agilidad y seguridad requeridos en el entorno educativo contemporáneo.

SIGAE busca trascender estas limitaciones, proporcionando una solución tecnológica robusta que impulse la transparencia, la eficiencia y la colaboración entre el cuerpo docente y el personal administrativo de la institución. Este sistema no solo aborda problemas inmediatos, como la generación de boletas de notas y cuadros de mérito, sino que también sienta las bases para una gestión educativa más ágil, transparente y sostenible, fortaleciendo la calidad de la educación ofrecida a la comunidad estudiantil.

La implementación de SIGAE se justifica por la necesidad crítica de superar las deficiencias inherentes a los sistemas de gestión académica manuales y semiautomatizados. La dependencia de hojas de cálculo para el registro, manejo y reporte de calificaciones ha generado desafíos significativos, incluyendo la complejidad en la gestión de fórmulas, restricciones en la cantidad de alumnos por archivo y dificultades para mantener un flujo constante y seguro de información entre docentes y la unidad de control. Estas limitaciones no solo afectan la eficiencia administrativa y académica, sino que también incrementan el riesgo de pérdida de información y retrasos en la entrega de documentos cruciales. SIGAE, como programa tecnológico diseñado específicamente para las funciones de la unidad de Evaluación y Control de Estudio, permitirá modernizar estos procesos, optimizar los recursos humanos y tecnológicos, y elevar la calidad de la gestión escolar, liberando al personal de tareas repetitivas y propensas a errores para que puedan enfocarse en la formación integral de los estudiantes.

El alcance de SIGAE se centra en la digitalización y automatización de los procesos clave relacionados con la evaluación y el control de estudio. Esto incluye el registro y gestión de calificaciones, la generación automatizada de documentos académicos (boletas de notas y cuadros de mérito), la gestión de datos maestros (estudiantes, materias y secciones), la visualización y reportes, y la autenticación y autorización de usuarios. El sistema se concibe como una aplicación web accesible a través de la infraestructura tecnológica existente en la institución, con un enfoque primordial en la usabilidad y la seguridad de los datos. No se contempla en este alcance inicial la integración con sistemas externos a la institución ni la gestión de otros procesos administrativos no directamente relacionados con la evaluación académica.

Los objetivos del proyecto SIGAE se alinean con la visión de transformar la gestión académica, buscando eficiencia, precisión y una mejor experiencia para toda la comunidad educativa. Se espera lograr la automatización del proceso de carga de notas, la centralización de la información académica en una plataforma intuitiva, la generación de reportes claros y al instante, la mejora de la interacción y comunicación, y la optimización de la gestión de datos maestros. Estos objetivos buscan eliminar errores, garantizar la precisión, proporcionar un repositorio único y seguro de información, facilitar la toma de decisiones informadas y oportunas, y promover una entrega más ordenada y oportuna de las calificaciones.

## **Justificación**

La justificación para la implementación del SIGAE radica en la necesidad crítica de superar las deficiencias inherentes a los sistemas de gestión académica manuales y semiautomatizados. La dependencia de hojas de cálculo tipo Excel para el registro, manejo y reporte de calificaciones ha generado una serie de desafíos significativos, incluyendo la complejidad en la gestión de fórmulas, restricciones en la cantidad de alumnos por archivo, y dificultades para mantener un flujo constante y seguro de información entre docentes y la unidad de control. Estas limitaciones no solo afectan la eficiencia administrativa y académica, sino que también incrementan el riesgo de pérdida de información y retrasos en la entrega de documentos cruciales como las boletas de calificaciones, lo que a su vez agudiza la desigualdad educativa en una comunidad ya vulnerable. Un programa tecnológico diseñado específicamente para las funciones de la unidad de Evaluación y Control de Estudio permitirá modernizar estos procesos, optimizar los recursos humanos y tecnológicos, y elevar la calidad de la gestión escolar, liberando al personal de tareas repetitivas y propensas a errores para que puedan enfocarse en la formación integral de los estudiantes.

## Arquitectura:

La arquitectura del Sistema Integrado de Gestión Académica Estudiantil (SIGAE) se concibe como una aplicación web robusta y escalable, diseñada para operar en un entorno cliente- servidor. Esta estructura permite que la aplicación sea accesible desde cualquier dispositivo con conexión a internet y un navegador web, facilitando el acceso a docentes y personal administrativo dentro de la institución. La elección de una arquitectura web se alinea con la infraestructura tecnológica existente en la U.E.N. “JOSÉ AGUSTÍN MARQUIEGÜI” y promueve la usabilidad y la seguridad de los datos.

## Estructura General:

SIGAE adoptará una arquitectura de tres capas, un modelo ampliamente reconocido por su modularidad, escalabilidad y facilidad de mantenimiento. Estas capas son:

1. ***Capa de Presentación (Cliente):*** Esta capa es la interfaz con el usuario final y se ejecutará en el navegador web. Será responsable de la visualización de la información y la interacción con el usuario. Se construirá utilizando tecnologías web estándar como HTML, CSS y JavaScript, asegurando una experiencia de usuario intuitiva y responsiva.
2. ***Capa de Lógica de Negocio (Servidor):*** Esta capa central contendrá la lógica de negocio de la aplicación, procesando las solicitudes del cliente, interactuando con la capa de datos y aplicando las reglas de negocio. Aquí se gestionarán las operaciones relacionadas con el registro, modificación y consulta de calificaciones, la generación de documentos académicos, la gestión de datos maestros y la autenticación/autorización. Se recomienda el uso de un framework de desarrollo web robusto (por ejemplo, Python con Flask/Django, o Node.js con

Express) para implementar esta capa, lo que permitirá un desarrollo eficiente y una buena organización del código.

3. ***Capa de Datos (Base de Datos):*** Esta capa será responsable del almacenamiento y la recuperación de toda la información del sistema. Contendrá la base de datos que persistirá los datos de estudiantes, calificaciones, materias, secciones, usuarios y roles. La interacción con esta capa se realizará a través de la capa de lógica de negocio, garantizando la integridad y seguridad de los datos.

### **Lógica de Negocio:**

La lógica de negocio de SIGAE se centrará en la automatización y optimización de los procesos de evaluación y control de estudio. Los módulos principales de la lógica de negocio incluirán:

1. ***Módulo de Gestión de Calificaciones:*** Este módulo permitirá el registro, modificación y consulta de calificaciones por parte del personal autorizado. Incluirá validaciones para asegurar la precisión de los datos y la correcta asignación de calificaciones a estudiantes y materias.
2. ***Módulo de Generación de Documentos Académicos:*** Responsable de la creación automática de boletas de notas individuales y cuadros de mérito por sección. Este módulo integrará la información de calificaciones y datos maestros para generar documentos precisos y listos para impresión.



3. ***Módulo de Gestión de Datos Maestros:*** Este módulo manejará la administración de información sobre estudiantes, materias y secciones. Permitirá la incorporación, modificación y eliminación de estos datos, adaptándose a los cambios curriculares y organizacionales de la institución.
4. ***Módulo de Autenticación y Autorización:*** Implementará un sistema de acceso seguro con roles y permisos diferenciados para garantizar la integridad y confidencialidad de la información. Este módulo controlará qué usuarios pueden acceder a qué funcionalidades y datos dentro del sistema.
5. ***Módulo de Reportes y Visualización:*** Proporcionará herramientas para la visualización global de calificaciones y la generación de reportes claros y al instante, facilitando la toma de decisiones informadas.

### Estructura de la Base de Datos:

La base de datos de SIGAE será relacional, lo que permitirá una organización estructurada de la información y la definición de relaciones claras entre las diferentes entidades. Se recomienda el uso de un sistema de gestión de bases de datos relacionales (SGBDR) como PostgreSQL o MySQL, debido a su robustez, escalabilidad y soporte para transacciones. La estructura de la base de datos incluirá tablas para almacenar información sobre:

1.     ***Estudiantes:*** Datos personales, información de contacto, historial académico.
2.     ***Docentes:*** Datos personales, materias asignadas.
3.     ***Materias:*** Nombres de las materias, códigos, créditos.
4.     ***Secciones:*** Identificación de las secciones, capacidad, docentes asignados.
5.     ***Calificaciones:*** Registro de calificaciones por estudiante, materia y período académico.
6.     ***Usuarios:*** Información de autenticación (nombre de usuario, contraseña encriptada), roles y permisos.
7.     ***Roles y Permisos:*** Definición de los diferentes roles de usuario (administrador, docente, personal de control de estudio) y los permisos asociados a cada rol.

La normalización de la base de datos se aplicará para minimizar la redundancia de datos y mejorar la integridad. Se establecerán relaciones clave entre las tablas (por ejemplo, un estudiante puede tener múltiples calificaciones, una materia puede ser impartida por varios docentes, etc.) para asegurar la coherencia y facilitar la recuperación de información compleja. La lógica de negocio interactuará con la base de datos a través de un ORM (Object-Relational Mapping) o consultas SQL directas, dependiendo de la elección del framework y las necesidades de rendimiento.

### **Diseño de la Interfaz de Usuario:**

El diseño de la interfaz de usuario (UI) del Sistema Integrado de Gestión Académica Estudiantil (SIGAE) se fundamenta en principios de usabilidad, accesibilidad y experiencia de usuario (UX) optimizada para el entorno educativo. La interfaz debe ser intuitiva, eficiente y adaptable a las necesidades específicas de los diferentes tipos de usuarios: docentes, personal administrativo de la unidad de control de estudio y administradores del sistema. El diseño priorizará la claridad visual, la navegación fluida y la minimización de la curva de aprendizaje, considerando que los usuarios pueden tener diferentes niveles de competencia tecnológica.

### ***Principios de Diseño:***

El diseño de SIGAE se basará en los siguientes principios fundamentales:

1. ***Simplicidad y Claridad:*** La interfaz debe ser limpia y libre de elementos innecesarios que puedan distraer o confundir a los usuarios. Cada pantalla debe tener un propósito claro y presentar la información de manera organizada y fácil de entender. Se utilizarán espacios en blanco de manera efectiva para crear una sensación de orden y facilitar la lectura.

2. **Consistencia:** Se mantendrá una consistencia visual y funcional en toda la aplicación. Los elementos de navegación, botones, formularios y patrones de interacción serán uniformes para crear una experiencia predecible y reducir la carga cognitiva del usuario. Se establecerá un sistema de diseño con componentes reutilizables que garantice esta consistencia.
3. **Accesibilidad:** La interfaz cumplirá con las pautas de accesibilidad web (WCAG 2.1) para asegurar que sea utilizable por personas con diferentes capacidades. Esto incluye el uso de contrastes de color adecuados, texto alternativo para imágenes, navegación por teclado y compatibilidad con lectores de pantalla.
4. **Responsividad:** El diseño será completamente responsivo, adaptándose a diferentes tamaños de pantalla y dispositivos. Aunque el uso principal será en computadoras de escritorio dentro de la institución, la capacidad de acceder desde tablets o dispositivos móviles proporcionará flexibilidad adicional.

### **Estructura de Navegación:**

La navegación de SIGAE se organizará de manera jerárquica y lógica, reflejando los flujos de trabajo naturales de los usuarios. La estructura principal incluirá:

1. **Barra de Navegación Principal:** Ubicada en la parte superior de la interfaz, contendrá los módulos principales del sistema: Calificaciones, Estudiantes, Materias, Reportes y Configuración. Esta barra será persistente en todas las pantallas para facilitar la navegación rápida entre secciones.

2. ***Menú Lateral Contextual:*** Dependiendo del módulo seleccionado, se desplegará un menú lateral que mostrará las opciones específicas disponibles. Por ejemplo, en el módulo de Calificaciones, el menú lateral podría incluir opciones como "Registrar Calificaciones", "Consultar Calificaciones" y "Generar Boletas".
3. ***Breadcrumbs (Migas de Pan):*** Se implementarán breadcrumbs para mostrar la ubicación actual del usuario dentro de la jerarquía de navegación, facilitando la orientación y la navegación hacia niveles superiores.
4. ***Búsqueda Global:*** Se incluirá una función de búsqueda global que permita a los usuarios encontrar rápidamente estudiantes, materias o secciones específicas desde cualquier parte de la aplicación.

## Disposición de Elementos

La disposición de elementos en cada pantalla seguirá patrones establecidos de diseño web para maximizar la usabilidad:

1. ***Encabezado:*** Contendrá el logo de la institución, el nombre del sistema, información del usuario conectado y opciones de cuenta (perfil, configuración, cerrar sesión). El encabezado mantendrá una altura consistente y será visualmente distintivo.

2. **Área de Contenido Principal:** Ocupará la mayor parte de la pantalla y se adaptará según la funcionalidad específica. Para formularios de entrada de datos, se utilizarán diseños de columnas que optimicen el espacio y faciliten la entrada de información. Para visualización de datos, se emplearán tablas responsivas con opciones de filtrado y ordenamiento.
3. **Panel de Acciones:** Se ubicará estratégicamente para proporcionar acceso rápido a las acciones más comunes. Por ejemplo, en la pantalla de calificaciones, incluirá botones para "Guardar", "Imprimir" y "Exportar".
4. **Área de Notificaciones:** Se reservará un espacio para mostrar mensajes del sistema, alertas y confirmaciones de acciones. Estas notificaciones serán no intrusivas, pero claramente visibles.

## Estilo Visual

El estilo visual de SIGAE reflejará la identidad institucional mientras mantiene un aspecto moderno y profesional:

1. **Paleta de Colores:** Se utilizará una paleta de colores que incluya los colores institucionales de la U.E.N. "JOSÉ AGUSTÍN MARQUIEGUI", complementados con colores neutros para crear un ambiente visual equilibrado. Los colores primarios se reservarán para elementos importantes como botones de acción principal y enlaces, mientras que los colores secundarios se usarán para elementos de apoyo y estados de información.

2. **Tipografía:** Se seleccionará una familia tipográfica legible y profesional, preferiblemente una fuente sans-serif que funcione bien en pantallas digitales. Se establecerá una jerarquía tipográfica clara con diferentes tamaños y pesos para títulos, subtítulos, texto del cuerpo y elementos de interfaz.
3. **Iconografía:** Se utilizará un conjunto consistente de iconos que sean universalmente reconocibles y culturalmente apropiados. Los iconos complementarán el texto y ayudarán a la navegación visual, especialmente en botones y elementos de menú.
4. **Espaciado y Diseño:** Se aplicarán principios de diseño visual como la regla de los tercios, el uso efectivo del espacio en blanco y la alineación consistente para crear una interfaz visualmente atractiva y fácil de escanear.

#### **Interfaces Específicas por Módulo:**

1. **Módulo de Calificaciones:** La interfaz para el registro de calificaciones presentará una vista tabular donde los docentes puedan ingresar notas de manera eficiente. Se incluirán validaciones en tiempo real para prevenir errores de entrada y se proporcionarán indicadores visuales para calificaciones que requieran atención (por ejemplo, calificaciones muy bajas o muy altas).
2. **Módulo de Generación de Documentos:** Esta interfaz permitirá la selección de parámetros para la generación de boletas y cuadros de mérito. Incluirá opciones

de previsualización antes de la generación final y botones claros para imprimir o descargar los documentos generados.

3. ***Módulo de Gestión de Datos Maestros:*** Proporcionará formularios intuitivos para la gestión de información de estudiantes, materias y secciones. Los formularios incluirán validaciones apropiadas y mensajes de ayuda contextual para guiar a los usuarios en la entrada de datos correcta.
4. ***Módulo de Reportes:*** Ofrecerá una interfaz de dashboard con visualizaciones gráficas de datos académicos. Incluirá filtros interactivos que permitan a los usuarios personalizar la vista de los datos según sus necesidades específicas.

La interfaz de usuario de SIGAE será el punto de contacto principal entre los usuarios y el sistema, por lo que su diseño cuidadoso y centrado en el usuario será fundamental para el éxito de la implementación. La combinación de principios de diseño sólidos, navegación intuitiva y estilo visual apropiado creará una experiencia de usuario que no solo sea funcional, sino también agradable de usar, promoviendo la adopción y el uso efectivo del sistema por parte de toda la comunidad educativa.

## **Diseño de la Base de Datos**

El diseño de la base de datos del Sistema Integrado de Gestión Académica Estudiantil (SIGAE) constituye el fundamento sobre el cual se construirá toda la funcionalidad del sistema. Una base de datos bien diseñada garantizará la integridad, consistencia y eficiencia



en el manejo de la información académica, permitiendo que el sistema escale adecuadamente y mantenga un rendimiento óptimo a medida que crezca el volumen de datos. El diseño seguirá principios de normalización para minimizar la redundancia y maximizar la integridad referencial, mientras que también considerará aspectos de rendimiento y facilidad de consulta.

## Modelo Conceptual

El modelo conceptual de la base de datos de SIGAE se basa en las entidades principales identificadas en el análisis de requisitos y sus relaciones naturales dentro del contexto educativo. Las entidades fundamentales incluyen:

1. ***Estudiantes:*** Representan a los alumnos matriculados en la institución. Cada estudiante tiene atributos únicos como cédula de identidad, nombres, apellidos, fecha de nacimiento, información de contacto y datos académicos relevantes. Los estudiantes están asociados a secciones específicas y reciben calificaciones en diferentes materias.
2. ***Docentes:*** Representan al personal académico responsable de impartir materias y evaluar estudiantes. Los docentes tienen información personal, credenciales académicas y están asignados a materias específicas. Un docente puede impartir múltiples materias y una materia puede ser impartida por múltiples docentes en diferentes secciones.
3. ***Materias:*** Representan las asignaturas del currículo académico. Cada materia tiene un código único, nombre, descripción, número de créditos y nivel académico. Las materias forman parte del plan de estudios y son evaluadas a través de calificaciones.

4. ***Secciones:*** Representan grupos específicos de estudiantes organizados para fines administrativos y académicos. Cada sección tiene un identificador único, capacidad máxima, nivel académico y está asociada a un conjunto específico de materias y docentes.
  
5. ***Calificaciones:*** Representan las evaluaciones académicas de los estudiantes en materias específicas. Las calificaciones incluyen valores numéricos, fechas de registro, períodos académicos y pueden tener diferentes tipos (parciales, finales, recuperación).
  
6. ***Usuarios del Sistema:*** Representan a las personas autorizadas para acceder al sistema, incluyendo docentes, personal administrativo y administradores. Cada usuario tiene credenciales de acceso, roles asignados y permisos específicos.

### **Estructura de Tablas:**

La implementación física del modelo conceptual se realizará a través de las siguientes tablas principales:

1. ***Tabla Estudiantes (estudiantes):*** Esta tabla almacenará toda la información personal y académica de los estudiantes. Los campos incluirán: id\_estudiante (clave primaria, autoincremental), cedula (único, no nulo), nombres, apellidos, fecha\_nacimiento, genero, direccion, telefono, email, fecha\_ingreso, estatus\_academico (activo, inactivo, graduado), y id\_seccion (clave foránea hacia la tabla secciones). La tabla incluirá índices en los campos cedula y id\_seccion para optimizar las consultas frecuentes.

2. **Tabla Docentes (docentes):** Contendrá la información del personal académico con campos como: id\_docente (clave primaria), cedula (único), nombres, apellidos, especialidad, fecha\_ingreso, telefono, email, estatus (activo, inactivo), y titulo\_academico. Se establecerán índices en cedula y estatus para facilitar búsquedas y filtros.
  
3. **Tabla Materias (materias):** Almacenará información sobre las asignaturas del currículo con campos: id\_materia (clave primaria), codigo\_materia (único), nombre\_materia, descripcion, credits, nivel\_academico, area\_conocimiento, y estatus (activa, inactiva). Los índices se crearán en codigo\_materia y nivel\_academico.
  
4. **Tabla Secciones (secciones):** Definirá los grupos de estudiantes con campos: id\_seccion (clave primaria), nombre\_seccion, nivel\_academico, capacidad\_maxima, año\_escolar, turno (mañana, tarde), y estatus (activa, inactiva). Se indexará por nivel\_academico y año\_escolar.
  
5. **Tabla Calificaciones (calificaciones):** Registrará todas las evaluaciones académicas con campos: id\_calificacion (clave primaria), id\_estudiante (clave foránea), id\_materia (clave foránea), id\_docente (clave foránea), valor\_calificacion, tipo\_evaluacion (parcial, final, recuperacion), periodo\_academico, fecha\_registro, observaciones, y id\_usuario\_registro (clave foránea hacia usuarios). Esta tabla tendrá índices compuestos en (id\_estudiante, id\_materia, periodo\_academico) para optimizar consultas de calificaciones por estudiante y materia.

6. **Tabla Usuarios (usuarios):** Gestionará el acceso al sistema con campos: id\_usuario (clave primaria), nombre\_usuario (único), password\_hash, id\_docente (clave foránea, opcional), email, fecha\_creacion, ultimo\_acceso, estatus (activo, inactivo), y intentos\_fallidos. Se incluirán índices en nombre\_usuario y email.
  
7. **Tabla Roles (roles):** Definirá los diferentes tipos de usuarios con campos: id\_rol (clave primaria), nombre\_rol (administrador, docente, control\_estudio), descripcion, y permisos (campo JSON o texto que defina los permisos específicos).
  
8. **Tabla Usuario\_Roles (usuario\_roles):** Tabla de relación muchos a muchos entre usuarios y roles con campos: id\_usuario (clave foránea), id\_rol (clave foránea), fecha\_asignacion, y estatus (activo, inactivo). La clave primaria será compuesta por (id\_usuario, id\_rol).

## Relaciones y Restricciones

Las relaciones entre las tablas se establecerán mediante claves foráneas con restricciones de integridad referencial:

1. **Estudiantes-Secciones:** Relación muchos a uno, donde múltiples estudiantes pertenecen a una sección. La clave foránea id\_seccion en la tabla estudiantes referenciará a la tabla secciones.

2. ***Calificaciones-Estudiantes:*** Relación uno a muchos, donde un estudiante puede tener múltiples calificaciones. La clave foránea id\_estudiante en calificaciones referenciará a estudiantes.
3. ***Calificaciones-Materias:*** Relación muchos a uno, donde múltiples calificaciones pueden corresponder a una materia. La clave foránea id\_materia en calificaciones referenciará a materias.
4. ***Calificaciones-Docentes:*** Relación muchos a uno, donde un docente puede registrar múltiples calificaciones. La clave foránea id\_docente en calificaciones referenciará a docentes.
5. ***Usuarios-Docentes:*** Relación uno a uno opcional, donde un usuario puede estar asociado a un docente. La clave foránea id\_docente en usuarios referenciará a docentes.
6. ***Usuarios-Roles:*** Relación muchos a muchos a través de la tabla usuario\_rols, permitiendo que un usuario tenga múltiples roles y un rol sea asignado a múltiples usuarios.

## Índices y Optimización

Para garantizar un rendimiento óptimo, se implementarán índices estratégicos:  
Índices Primarios: Todas las tablas tendrán claves primarias con índices automáticos.

1. **Índices Únicos:** Se crearán en campos como cedula en estudiantes y docentes, codigo\_materia en materias, y nombre\_usuario en usuarios.
2. **Índices Compuestos:** Se implementarán en combinaciones de campos frecuentemente consultados, como (id\_estudiante, id\_materia, periodo\_academico) en calificaciones.
3. **Índices de Búsqueda:** Se crearán en campos utilizados en cláusulas WHERE frecuentes, como estatus en varias tablas y fecha\_registro en calificaciones.

## Consideraciones de Seguridad y Auditoría

La base de datos incluirá mecanismos de auditoría y seguridad:

1. ***Campos de Auditoría:*** Todas las tablas principales incluirán campos como fecha\_creacion, fecha\_modificacion, usuario\_creacion, y usuario\_modificacion para mantener un registro de cambios.
2. ***Tabla de Auditoría (auditoria):*** Se implementará una tabla separada para registrar todas las operaciones críticas con campos: id\_auditoria, tabla\_afectada, operacion (INSERT, UPDATE, DELETE), id\_registro\_afectado, valores\_anteriores, valores\_nuevos, id\_usuario, fecha\_operacion, y direccion\_ip.
3. ***Encriptación:*** Las contraseñas se almacenarán utilizando algoritmos de hash seguros (bcrypt o similar), y los datos sensibles se encriptarán según sea necesario.
4. ***Respaldos y Recuperación:*** Se establecerán procedimientos automáticos de respaldo diario y se mantendrán múltiples puntos de recuperación para garantizar la continuidad del servicio.

El diseño de la base de datos de SIGAE proporciona una base sólida y escalable para el sistema, asegurando que pueda manejar eficientemente las operaciones académicas actuales y futuras de la institución. La estructura normalizada minimiza la redundancia mientras que los índices estratégicos garantizan un rendimiento óptimo en las consultas más frecuentes. Las consideraciones de seguridad y auditoría aseguran que la información académica se mantenga íntegra y protegida.



## Diseño de la Seguridad

La seguridad del Sistema Integrado de Gestión Académica Estudiantil (SIGAE) constituye un aspecto fundamental que debe abordar múltiples dimensiones para proteger la información académica sensible y garantizar la integridad, confidencialidad y disponibilidad de los datos. El diseño de seguridad debe considerar tanto las amenazas externas como internas, implementando múltiples capas de protección que trabajen de manera coordinada para crear un sistema robusto y confiable. La naturaleza crítica de la información académica, que incluye calificaciones, datos personales de estudiantes y registros educativos, requiere un enfoque integral que cumpla con las mejores prácticas de seguridad informática y las regulaciones aplicables en el ámbito educativo.

### Autenticación de Usuarios

El sistema de autenticación de SIGAE implementará un mecanismo robusto y multicapa para verificar la identidad de los usuarios antes de conceder acceso al sistema. La autenticación se basará en un modelo de credenciales seguras que combine nombre de usuario único y contraseñas robustas, con la posibilidad de implementar autenticación de dos factores (2FA) para usuarios con privilegios elevados.

1. **Gestión de Contraseñas:** El sistema requerirá contraseñas que cumplan con políticas de seguridad estrictas, incluyendo una longitud mínima de ocho caracteres, combinación de letras mayúsculas y minúsculas, números y caracteres especiales. Las contraseñas se almacenarán utilizando algoritmos de hash criptográficos seguros como bcrypt o Argon2, que incluyen salt aleatorio para prevenir ataques de diccionario y rainbow tables. El sistema implementará un mecanismo de expiración de contraseñas que requerirá cambios periódicos, especialmente para cuentas administrativas.

2. **Bloqueo de Cuentas:** Para prevenir ataques de fuerza bruta, el sistema implementará un mecanismo de bloqueo temporal de cuentas después de un número determinado de intentos fallidos de autenticación. El bloqueo será progresivo, aumentando el tiempo de bloqueo con cada intento fallido subsecuente. Se mantendrá un registro detallado de todos los intentos de autenticación, tanto exitosos como fallidos, para facilitar la detección de patrones sospechosos.

3. **Gestión de Sesiones:** Una vez autenticado, el sistema generará tokens de sesión únicos y seguros que se utilizarán para mantener el estado de autenticación del usuario. Estos tokens tendrán un tiempo de vida limitado y se renovarán automáticamente durante la actividad del usuario. Las sesiones se invalidarán automáticamente después de un período de inactividad predefinido, y el sistema proporcionará la capacidad de cerrar sesión de manera segura, invalidando inmediatamente todos los tokens asociados.

## **Autorización y Control de Acceso**

El sistema de autorización de SIGAE implementará un modelo de control de acceso basado en roles (RBAC) que definirá claramente qué usuarios pueden acceder a qué recursos y realizar qué operaciones. Este modelo proporcionará granularidad en los permisos mientras mantiene la simplicidad administrativa.

1. **Definición de Roles:** Se establecerán roles específicos que reflejen las responsabilidades reales dentro de la institución educativa. El rol de Administrador del Sistema tendrá acceso completo a todas las funcionalidades, incluyendo la gestión de usuarios, configuración del sistema y acceso a todos los datos. El rol de Personal de Control de Estudio tendrá permisos para gestionar calificaciones, generar reportes y administrar datos maestros de estudiantes y materias. El rol de Docente tendrá acceso limitado a las

calificaciones de sus materias asignadas y la capacidad de consultar información de sus estudiantes.

2. ***Principio de Menor Privilegio:*** Cada usuario recibirá únicamente los permisos mínimos necesarios para realizar sus funciones específicas. Los permisos se asignarán de manera granular, permitiendo control sobre operaciones específicas como lectura, escritura, modificación y eliminación de datos. El sistema implementará verificaciones de autorización en cada punto de acceso, asegurando que los usuarios solo puedan realizar operaciones para las cuales tienen permisos explícitos.

3. ***Segregación de Funciones:*** Se implementará una clara segregación de funciones para prevenir conflictos de interés y reducir el riesgo de fraude o errores. Por ejemplo, los docentes no tendrán la capacidad de modificar calificaciones de materias que no imparten, y el personal administrativo no podrá acceder a funciones de configuración del sistema reservadas para administradores.

## Protección contra Ataques

SIGAE implementará múltiples mecanismos de protección para defenderse contra las amenazas de seguridad más comunes en aplicaciones web:

1. ***Protección contra Inyección SQL:*** El sistema utilizará consultas parametrizadas y procedimientos almacenados para todas las interacciones con la base de datos, eliminando la posibilidad de ataques de inyección SQL. Se implementará validación estricta de entrada de datos y sanitización de todos los parámetros antes de su procesamiento. El uso de un ORM (Object-Relational Mapping) proporcionará una capa adicional de protección al abstraer las consultas directas a la base de datos.
2. ***Prevención de Cross-Site Scripting (XSS):*** Todas las salidas de datos hacia el navegador serán codificadas apropiadamente para prevenir la ejecución de scripts maliciosos. Se implementará una Política de Seguridad de Contenido (CSP) que restrinja la ejecución de scripts no autorizados y la carga de recursos desde dominios externos. La validación de entrada incluirá filtros específicos para detectar y neutralizar intentos de inyección de código JavaScript.
3. ***Protección CSRF:*** Se implementarán tokens CSRF únicos para cada sesión y formulario, verificando la autenticidad de todas las solicitudes que modifiquen

datos. Estos tokens se generarán de manera criptográficamente segura y se validarán en el servidor antes de procesar cualquier operación de escritura.

4. ***Protección contra Ataques de Fuerza Bruta:*** Además del bloqueo de cuentas, se implementarán mecanismos de limitación de velocidad (rate limiting) para prevenir ataques automatizados. El sistema monitoreará patrones de acceso anómalos y implementará medidas de protección adaptativas que puedan responder automáticamente a amenazas detectadas.

## **Cifrado y Protección de Datos**

La protección de datos en SIGAE abarcará tanto los datos en tránsito como los datos en reposo:

1. ***Cifrado en Tránsito:*** Todas las comunicaciones entre el cliente y el servidor se realizarán a través de conexiones HTTPS utilizando certificados SSL/TLS actualizados. Se configurará el servidor para utilizar únicamente protocolos y cifrados seguros, deshabilitando versiones obsoletas que puedan presentar vulnerabilidades. Se implementará HTTP Strict Transport Security (HSTS) para forzar conexiones seguras y prevenir ataques de degradación de protocolo.

2. ***Cifrado en Reposo:*** Los datos sensibles almacenados en la base de datos se cifrarán utilizando algoritmos de cifrado robustos como AES-256. Las claves de cifrado se gestionarán de manera segura, separadas de los datos cifrados y rotadas periódicamente. Se

implementará cifrado a nivel de campo para información particularmente sensible como números de identificación personal.

3. **Gestión de Claves:** Se establecerá un sistema robusto de gestión de claves criptográficas que incluya generación segura, almacenamiento protegido, rotación regular y destrucción segura de claves obsoletas. Las claves se almacenarán en sistemas especializados de gestión de claves o módulos de seguridad de hardware cuando sea posible.

## **Auditoría y Monitoreo**

El sistema implementará capacidades completas de auditoría y monitoreo para detectar, registrar y responder a eventos de seguridad:

1. **Registro de Auditoría:** Todas las operaciones críticas del sistema se registrarán en logs de auditoría detallados que incluyan información sobre el usuario, la acción realizada, la fecha y hora, la dirección IP de origen y los datos afectados. Estos logs se almacenarán de manera segura y serán inmutables para prevenir alteraciones maliciosas.

2. **Monitoreo en Tiempo Real:** Se implementarán sistemas de monitoreo que puedan detectar patrones anómalos de acceso, intentos de intrusión y comportamientos sospechosos. El sistema generará alertas automáticas para eventos críticos de seguridad, permitiendo una respuesta rápida a incidentes potenciales.

3. ***Análisis de Logs:*** Se establecerán procedimientos regulares de análisis de logs para identificar tendencias de seguridad, detectar amenazas emergentes y evaluar la efectividad de las medidas de seguridad implementadas. Los logs se conservarán durante períodos apropiados para cumplir con requisitos regulatorios y facilitar investigaciones forenses si fuera necesario.

## **Respaldo y Recuperación**

La continuidad del negocio y la protección contra pérdida de datos se asegurarán mediante un sistema robusto de respaldo y recuperación:

1. ***Estrategia de Respaldo:*** Se implementará una estrategia de respaldo 3-2-1 que mantenga al menos tres copias de los datos críticos, en al menos dos tipos diferentes de medios de almacenamiento, con al menos una copia almacenada fuera del sitio principal. Los respaldos se realizarán de manera automatizada y se verificará regularmente su integridad.

2. ***Recuperación ante Desastres:*** Se desarrollará un plan detallado de recuperación ante desastres que incluya procedimientos para restaurar el sistema en caso de fallas catastróficas. Este plan se probará regularmente mediante simulacros para asegurar su efectividad y se actualizará según sea necesario.

3. ***Pruebas de Restauración:*** Se realizarán pruebas regulares de restauración de respaldos para verificar que los datos puedan recuperarse exitosamente cuando sea necesario. Estas pruebas incluirán tanto restauraciones completas como restauraciones parciales de datos específicos.

El diseño de seguridad de SIGAE proporciona múltiples capas de protección que trabajan de manera coordinada para crear un sistema seguro y confiable. La implementación de estas medidas de seguridad no solo protegerá la información académica crítica, sino que también generará confianza entre los usuarios y cumplirá con las expectativas de seguridad apropiadas para un sistema educativo moderno.

## **Diseño de la Escalabilidad**

El diseño de escalabilidad del Sistema Integrado de Gestión Académica Estudiantil (SIGAE) debe anticipar y prepararse para el crecimiento futuro tanto en términos de volumen de usuarios como de cantidad de datos procesados. La escalabilidad no es simplemente una consideración técnica, sino una estrategia integral que abarca la arquitectura del sistema, la infraestructura tecnológica, los procesos operativos y la capacidad de adaptación a nuevos requisitos. Un diseño escalable asegura que SIGAE pueda mantener un rendimiento óptimo y una experiencia de usuario consistente a medida que la institución educativa crezca, incorpore nuevos programas académicos o expanda su matrícula estudiantil.

## **Escalabilidad Horizontal y Vertical**

La estrategia de escalabilidad de SIGAE incorporará tanto enfoques horizontales como verticales para proporcionar flexibilidad máxima en el crecimiento del sistema:

1. ***Escalabilidad Vertical (Scale-Up):*** En las etapas iniciales de implementación, cuando el volumen de usuarios y datos sea relativamente manejable, el sistema podrá escalar



verticalmente mediante el aumento de recursos en el servidor existente. Esto incluye la adición de memoria RAM, procesadores más potentes, almacenamiento más rápido y mejores interfaces de red. La arquitectura del sistema se diseñará para aprovechar eficientemente estos recursos adicionales, utilizando técnicas como el multiprocesamiento y la optimización de consultas de base de datos.

2. **Escalabilidad Horizontal (Scale-Out):** A medida que el sistema madure y los requisitos de rendimiento aumenten, se implementará escalabilidad horizontal mediante la distribución de la carga de trabajo entre múltiples servidores. La arquitectura de tres capas de SIGAE facilitará esta distribución, permitiendo que la capa de presentación, la lógica de negocio y la base de datos se escalen independientemente según las necesidades específicas de cada componente.

3. **Balanceadores de Carga:** Se implementarán balanceadores de carga para distribuir las solicitudes entrantes entre múltiples instancias del servidor de aplicaciones. Estos balanceadores utilizarán algoritmos inteligentes de distribución que consideren la carga actual de cada servidor, la afinidad de sesión cuando sea necesaria y la salud general del sistema. Los balanceadores también proporcionarán capacidades de failover automático para mantener la disponibilidad del servicio en caso de fallas de servidor individual.

## Arquitectura de Microservicios

Para facilitar la escalabilidad a largo plazo, SIGAE podrá evolucionar hacia una arquitectura de microservicios que permita el escalado independiente de diferentes funcionalidades:

1. **Descomposición Funcional:** Los módulos principales del sistema (gestión de calificaciones, generación de documentos, gestión de usuarios, reportes) podrán separarse en microservicios independientes. Cada microservicio tendrá su propia

base de datos y lógica de negocio, comunicándose con otros servicios a través de APIs bien definidas. Esta separación permitirá que cada servicio escale según su demanda específica.

2. ***Contenedorización:*** Los microservicios se implementarán utilizando tecnologías de contenedorización como Docker, lo que facilitará el despliegue, la gestión y el escalado de cada componente. Los contenedores proporcionarán aislamiento, portabilidad y eficiencia en el uso de recursos, permitiendo que múltiples instancias de servicios se ejecuten en la misma infraestructura física.
  
3. ***Orquestación de Contenedores:*** Se utilizarán plataformas de orquestación como Kubernetes para gestionar automáticamente el despliegue, escalado y gestión de los contenedores. Estas plataformas proporcionarán capacidades de auto-escalado basadas en métricas de rendimiento, gestión automática de fallos y distribución inteligente de recursos.

## Optimización de Base de Datos

La escalabilidad de la base de datos constituye un aspecto crítico que requerirá múltiples estrategias coordinadas:

1. **Particionamiento de Datos:** Se implementarán estrategias de particionamiento (sharding) para distribuir los datos entre múltiples instancias de base de datos. El particionamiento se basará en criterios lógicos como el año académico, el nivel educativo o la región geográfica, asegurando que las consultas frecuentes puedan ejecutarse eficientemente dentro de particiones específicas.
2. **Replicación de Base de Datos:** Se establecerá un sistema de replicación maestro-esclavo donde las operaciones de escritura se dirijan al servidor maestro y las operaciones de lectura se distribuyan entre múltiples servidores esclavos. Esta configuración no solo mejorará el rendimiento de las consultas, sino que también proporcionará redundancia y capacidades de recuperación ante desastres.
3. **Caché de Datos:** Se implementarán múltiples niveles de caché para reducir la carga en la base de datos principal. Esto incluirá caché de aplicación para datos frecuentemente accedidos, caché de consultas para resultados de búsquedas complejas y caché de sesión para información de usuario. Se utilizarán tecnologías como Redis o Memcached para proporcionar almacenamiento en caché rápido y distribuido.
4. **Optimización de Consultas:** Se establecerán procedimientos continuos de optimización de consultas que incluyan análisis regular de planes de ejecución,

identificación de consultas lentas y optimización de índices. Se implementarán herramientas de monitoreo de rendimiento de base de datos que proporcionen visibilidad en tiempo real sobre el comportamiento del sistema.

## **Gestión de Recursos y Capacidad**

La planificación proactiva de capacidad asegurará que el sistema pueda anticipar y prepararse para aumentos en la demanda:

1. ***Monitoreo de Rendimiento:*** Se implementará un sistema completo de monitoreo que rastree métricas clave como utilización de CPU, memoria, almacenamiento, ancho de banda de red y tiempos de respuesta de aplicación. Estas métricas se analizarán continuamente para identificar tendencias y predecir necesidades futuras de recursos.
2. ***Alertas Proactivas:*** Se configurarán alertas automáticas que notifiquen a los administradores cuando las métricas de rendimiento se acerquen a umbrales predefinidos. Estas alertas permitirán acciones preventivas antes de que los problemas de rendimiento afecten a los usuarios finales.
3. ***Planificación de Capacidad:*** Se desarrollarán modelos de predicción que utilicen datos históricos de uso para proyectar necesidades futuras de recursos. Estos modelos considerarán factores como el crecimiento de matrícula estudiantil, la adición de nuevos programas académicos y los patrones estacionales de uso del sistema.

4. ***Auto-escalado:*** Se implementarán mecanismos de auto-escalado que puedan aumentar o disminuir automáticamente los recursos del sistema basándose en la demanda actual. Estos mecanismos incluirán políticas inteligentes que consideren tanto las métricas de rendimiento como los patrones históricos de uso.

## **Optimización de Red y Conectividad**

La escalabilidad también debe considerar la infraestructura de red y las capacidades de conectividad:

1. ***Red de Distribución de Contenido (CDN):*** Para mejorar el rendimiento de la interfaz de usuario, especialmente para usuarios que accedan desde ubicaciones remotas, se implementará una CDN que distribuya contenido estático (imágenes, CSS, JavaScript) desde servidores geográficamente distribuidos.

2. ***Compresión y Optimización:*** Se implementarán técnicas de compresión de datos para reducir el ancho de banda requerido para las comunicaciones entre cliente y servidor. Esto incluirá compresión HTTP, optimización de imágenes y minificación de archivos CSS y JavaScript.

3. ***Gestión de Ancho de Banda:*** Se establecerán políticas de gestión de ancho de banda que prioricen el tráfico crítico del sistema y limiten el impacto de operaciones menos críticas como la generación de reportes grandes o la descarga de documentos.

### **Escalabilidad de Almacenamiento**

El crecimiento continuo de datos académicos requerirá estrategias específicas de escalabilidad de almacenamiento:

1. ***Almacenamiento Distribuido:*** Se implementarán soluciones de almacenamiento distribuido que puedan expandirse horizontalmente agregando nuevos nodos de almacenamiento. Estas soluciones proporcionarán redundancia automática y capacidades de auto-reparación.
2. ***Archivado Inteligente:*** Se establecerán políticas de archivado que muevan automáticamente datos históricos menos frecuentemente accedidos a sistemas de almacenamiento de menor costo. Estos datos permanecerán accesibles, pero con tiempos de recuperación ligeramente mayores.
3. ***Gestión del Ciclo de Vida de Datos:*** Se implementarán políticas automatizadas de gestión del ciclo de vida de datos que definan cuándo los datos deben moverse entre diferentes niveles de almacenamiento y cuándo pueden ser eliminados de manera segura según las políticas de retención institucionales.

## Consideraciones de Costo y Eficiencia

La escalabilidad debe equilibrar el rendimiento con la eficiencia de costos:

1. **Optimización de Recursos:** Se implementarán herramientas de análisis de utilización de recursos que identifiquen oportunidades de optimización y eliminación de desperdicios. Esto incluirá la identificación de recursos subutilizados y la consolidación de cargas de trabajo cuando sea apropiado.
2. **Escalado Elástico:** Se utilizarán tecnologías de computación en la nube que permitan escalado elástico, donde los recursos se agreguen automáticamente durante períodos de alta demanda y se reduzcan durante períodos de baja actividad, optimizando los costos operativos.
3. **Análisis de Costo-Beneficio:** Se realizarán análisis regulares de costo-beneficio para evaluar diferentes opciones de escalabilidad y seleccionar las estrategias más eficientes desde el punto de vista económico.

El diseño de escalabilidad de SIGAE proporciona un marco robusto y flexible que permitirá al sistema crecer y adaptarse a las necesidades cambiantes de la institución educativa. La combinación de estrategias técnicas avanzadas con planificación proactiva de capacidad asegura que el sistema pueda mantener un rendimiento óptimo independientemente del volumen de usuarios o datos que deba manejar en el futuro.

## Conclusión

1. El Sistema Integrado de Gestión Académica Estudiantil (SIGAE) representa una solución tecnológica integral diseñada específicamente para modernizar y optimizar los procesos de evaluación y control de estudio en la Unidad Educativa Nacional Bolivariana "José Agustín Marquiegui". A través de un análisis detallado de los requisitos institucionales y la aplicación de mejores prácticas en desarrollo de software, este documento técnico ha presentado un diseño robusto que aborda todas las dimensiones críticas necesarias para el éxito del proyecto.

2. La arquitectura de tres capas propuesta proporciona una base sólida y escalable que facilitará el mantenimiento, la evolución y la expansión futura del sistema. El diseño de la interfaz de usuario, centrado en la usabilidad y la experiencia del usuario, asegura que el sistema será adoptado exitosamente por docentes y personal administrativo, independientemente de su nivel de competencia tecnológica. La estructura de base de datos normalizada y optimizada garantiza la integridad, consistencia y eficiencia en el manejo de la información académica crítica.

3. Las consideraciones de seguridad implementadas a través de múltiples capas de protección aseguran que la información sensible de estudiantes y la integridad de los registros académicos se mantengan protegidos contra amenazas tanto internas como externas. El diseño de escalabilidad proporciona la flexibilidad necesaria para que el sistema crezca y se adapte a las necesidades cambiantes de la institución, asegurando una inversión tecnológica sostenible a largo plazo.

4. La implementación exitosa de SIGAE no solo resolverá los problemas inmediatos relacionados con la gestión manual de calificaciones y la generación de documentos



académicos, sino que también establecerá una base tecnológica moderna que podrá expandirse para incluir funcionalidades adicionales en el futuro. El sistema liberará al personal educativo de tareas repetitivas y propensas a errores, permitiéndoles enfocarse en su misión principal: la formación integral de los estudiantes.