

UNIVERSIDAD DE CIENCIAS COMERCIALES

SEDE MANAGUA



**COORDINACIÓN DE INGENIERÍA EN INFORMÁTICA Y
TELECOMUNICACIONES**

TÍTULO: Diseño del Sistema de información para automatizar el proceso de
Análisis de Impacto al negocio (BIA) en una institución financiera en el periodo
del primer semestre del 2025.

AUTOR: Javier Eduardo Guevara

ASESOR METODOLOGICO y TÉCNICO: Msc. Jacqueline Lacayo

Managua, 2025

UNIVERSIDAD DE CIENCIAS COMERCIALES

UCC – SEDE MANAGUA



COORDINACIÓN DE INGENIERÍA EN INFORMÁTICA Y TELECOMUNICACIONES

Informe de Trabajo Final para optar al título de Ingeniero en Informática y Telecomunicaciones

AVAL DEL TUTOR

Msc. Jacqueline Lacayo Cruz, tienen a bien:

CERTIFICAR

Que: El Informe Final con el título: “**Diseño del Sistema de información para automatizar el proceso de Análisis de Impacto al negocio (BIA) en una institución financiera en el periodo del primer semestre del 2025**”, elaborado por el **Br. Javier Eduardo Guevara**, ha sido dirigido por los suscritos.

Al haber cumplido con los requisitos académicos y metodológicos del informe final, damos de conformidad a la presentación de dicho informe final para proceder a su lectura y defensa, de acuerdo con la normativa vigente del Reglamento de Régimen Académico Estudiantil y Reglamento de Investigación, Innovación y Transferencia.

Para que conste donde proceda, se firma la presente en UCC Sede Managua a **05** de **noviembre** del **2025**.

Ing./Msc. JACQUELINE LACAYO

RESUMEN

En el sector financiero nicaragüense, el Análisis de Impacto al Negocio (BIA) es una herramienta crítica para la gestión de continuidad operativa. Sin embargo, la mayoría de las instituciones lo ejecutan de forma manual utilizando hojas de cálculo en Excel, lo que limita la eficiencia, la trazabilidad y la capacidad de análisis. Esta situación representa un riesgo significativo ante eventos disruptivos, auditorías regulatorias y procesos de recuperación.

Este proyecto propone el diseño e implementación de un sistema de información especializado para la ejecución del BIA, adaptado al entorno normativo y operativo de las instituciones financieras en Nicaragua. El sistema automatiza la captura de procesos críticos, la evaluación de impactos, el cálculo de métricas como RTO y RPO, y la generación de reportes ejecutivos. Además, incorpora funcionalidades de seguridad, control de versiones y visualización dinámica, alineadas con estándares internacionales como ISO 22301 y las disposiciones de la SIBOIF.

La solución que se propone no solo mejora la eficiencia técnica, sino que fortalece la resiliencia institucional, facilita la toma de decisiones estratégicas y optimiza el cumplimiento regulatorio. El proyecto se desarrolla bajo metodologías ágiles, con validación técnica, operativa, legal y económica, garantizando su viabilidad y sostenibilidad.

Palabras clave:

- Análisis de Impacto al Negocio (BIA)
- Continuidad del negocio
- Gestión del riesgo operacional
- Automatización de procesos
- ISO 22301
- CD-SIBOIF-611-1-ENE22-2010
- RTO / RPO / MTPD
- Arquitectura .NET / React
- UML / UWE
- COCOMO II
- Metodologías ágiles (SCRUM)
- Trazabilidad y auditoría
- Resiliencia Organizacional
- Desarrollo de Software

ABSTRACT

In Nicaragua's financial sector, the Business Impact Analysis (BIA) is a critical tool for operational continuity management. However, most institutions still perform it manually using Excel spreadsheets, which limits efficiency, traceability, and analytical capacity. This practice poses significant risks in the face of disruptive events, regulatory audits, and recovery processes.

This project proposes the design and implementation of a specialized information system for executing the BIA, tailored to the regulatory and operational context of financial institutions in Nicaragua. The system automates the capture of critical processes, impact evaluation, calculation of key metrics such as RTO and RPO, and the generation of executive reports. It also includes features for security, version control, and dynamic visualization, aligned with international standards such as ISO 22301 and local regulations from SIBOIF.

The proposed solution not only enhances technical efficiency but also strengthens institutional resilience, supports strategic decision-making, and improves regulatory compliance. The project will be developed using agile methodologies, with technical, operational, legal, and economic validation to ensure its feasibility and sustainability.

Índice de Contenido

1. INTRODUCCIÓN	9
1.1. Antecedentes y contexto del problema	9
1.2. Objetivos	11
1.2.1. Objetivo General	11
1.3. Descripción del problema y Preguntas de investigación	12
1.4. Justificación	14
1.5. Alcance del proyecto	16
1.6. Limitaciones	16
1.7. Supuestos Básicos	18
2. Marco Teórico	21
2.1. Estado del Arte	30
2.2. Teorías y conceptualizaciones asumidas	31
3 Marco Metodológico	34
3.1 Enfoque cualitativo asumido y su justificación	34
3.2 Muestra teórica y sujetos del estudio	34
3.3 Métodos y técnicas de recolección de datos utilizados	35
3.4 Revisión documental normativa y técnica	35
3.5 Observación directa de procesos institucionales	35
4 Resumen y Análisis de entrevistas	36
4.1 Frecuencia y Herramienta utilizada para la ejecución de BIA actualmente:	36
4.2 Flujo actual y prácticas operativas:	37
4.3 Problemas, errores y limitaciones:	38
5 Requerimientos del sistema	39
5.1 Requerimientos funcionales	39

5.2	Requerimientos no funcionales	41
5.3	Infraestructura física necesaria:	43
5.3.1	Centro de datos / sala de servidores	43
5.3.2	Servidores y virtualización	43
5.3.3	Almacenamiento primario y respaldo	44
5.3.4	Bases de datos y servidores de aplicación	44
5.3.5	Red y conectividad	45
5.3.6	Seguridad física y lógica	45
5.3.7	Entorno de desarrollo, pruebas y staging	46
5.3.8	Equipos de acceso y periféricos	46
5.3.9	Recuperación ante desastres (DR) y replicación	46
5.3.10	Estimaciones de capacidad y crecimiento	47
5.3.11	Presupuesto aproximado (valores referenciales)	47
5.3.12	Cronograma de aprovisionamiento y puesta en marcha	47
6	Diseño y diagramación del sistema	48
6.1	Diagrama de flujo	48
6.2	Diagrama de caso de uso	49
6.3	Estructura de Base de Datos	50
6.3.1	Tablas de Estructura Organizacional y Versión	50
6.3.2	Tablas de Activos y Dependencias	50
6.3.3	Tablas de Resultados y Cálculo de Impacto	51
6.4	Diagrama relacional	52
7	Estimación de esfuerzo y costos con COCOMO II	53
7.1	Sensibilidad por tamaño (USD 1,000/PM)	54
7.2	Escenario alternativo: 5 desarrolladores durante 4 meses	54
7.3	Alcance funcional estimado (MVP $\approx$ 5.7 KLOC).	54

7.3.1 Funcionalidades incluidas	55
7.4 Cronograma por sprints (SCRUM – 4 meses, 8 sprints de 2 semanas) 56	
7.5 Roles sugeridos	56
7.6 Presupuesto y esfuerzo	57
7.7 Recomendaciones finales	57
8 Análisis de mejora en el rendimiento del BIA.....	59
8.1 Reducción del tiempo de ejecución	59
8.2 Mejora en la calidad y precisión de los datos	59
8.3 Mejora en seguridad y cumplimiento.....	60
8.4 Mejora en el aprovechamiento estratégico del BIA	60
8.5 Impacto económico y operativo	61
8.6 Conclusión	61
9 Discusión de Resultados o Hallazgos	61
10 Conclusiones	63
11 Recomendaciones	64
12 Referencias	65
13 Anexos.....	66

Índice de Tablas

Tabla 1 Requerimientos funcionales	39
Tabla 2 Requerimientos no funcionales.....	41
Tabla 3 Tablas de Estructura organizacional y versión	50
Tabla 4 Tablas de Activos y Dependencias	50
Tabla 5 Tablas de Resultados y Cálculo de Impacto	51
Tabla 6 Estimación de esfuerzo y costos.....	53
Tabla 7 Sensibilidad por tamaño	54



Tabla 8 Funcionalidades incluidas	55
Tabla 9 Cronograma por sprints	56
Tabla 10 Roles Sugeridos - Equipo de 5 personas	56
Tabla 11 Presupuesto y esfuerzo.....	57
Tabla 12 Reducción del tiempo de ejecución	59

Índice de Ilustraciones

Ilustración 1 El modelo ERM	23
Ilustración 2 Diagrama de flujo	48
Ilustración 3 Diagrama de caso de uso	49
Ilustración 4 Diagrama entidad relación de la BD	52

1. INTRODUCCIÓN

El Análisis de Impacto al Negocio (BIA) es una herramienta esencial para la gestión de continuidad de negocios en instituciones financieras, ya que permite identificar procesos críticos, evaluar los efectos de su interrupción en las operaciones de la institución, establecer tiempos de recuperación adecuados y definir prioridades de recuperación. En Nicaragua, la mayoría de las entidades del sector financiero ejecutan el BIA de forma manual, utilizando hojas de cálculo como Excel. Este enfoque, aunque accesible, presenta limitaciones importantes en cuanto a trazabilidad, seguridad, eficiencia y capacidad de análisis estratégico. La dispersión de datos, los errores humanos y la falta de integración dificultan la toma de decisiones informadas y oportunas.

Este proyecto propone el diseño e implementación de un sistema de información especializado para automatizar el proceso de BIA, alineado con estándares internacionales como ISO 22301 y las normativas de la SIBOIF. El sistema permitirá centralizar información crítica, generar reportes ejecutivos, calcular métricas clave como RTO y RPO, y fortalecer la resiliencia institucional. Además, optimiza la planificación estratégica de infraestructura tecnológica, ya que los datos del BIA se convierten en insumos clave para definir prioridades, capacidades de recuperación y asignación de recursos en entornos dinámicos y exigentes.

1.1. Antecedentes y contexto del problema

La publicación de la norma CD-SIBOIF-611-1-ENE22-2010 en enero de 2010 por la Superintendencia de Bancos y de Otras Instituciones Financieras (SIBOIF) marcó un hito en la formalización de la gestión del riesgo operacional en Nicaragua. Esta

normativa establece que las instituciones financieras deben identificar, evaluar, monitorear y mitigar los riesgos que puedan afectar sus operaciones, incluyendo aquellos derivados de fallas en procesos, sistemas, personas o eventos externos. En este marco, se exige contar con mecanismos que aseguren la continuidad del negocio ante interrupciones significativas.

El Análisis de Impacto al Negocio (BIA) se convierte así en una herramienta indispensable para cumplir con estos lineamientos, al permitir identificar procesos críticos, estimar impactos financieros y operativos, y definir tiempos de recuperación. Sin embargo, la mayoría de las instituciones aún ejecutan el BIA de forma manual, utilizando hojas de cálculo como Excel, lo que limita la trazabilidad, seguridad, eficiencia y capacidad de integración con la planificación estratégica de infraestructura tecnológica. Este contexto evidencia la necesidad de implementar un sistema automatizado que estructure el proceso BIA y fortalezca la resiliencia institucional.

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo General

Diseñar un Sistema de información automático del proceso de Análisis de Impacto al negocio (BIA) en una institución financiera en el periodo del primer semestre del 2025.

1.2.2. Objetivos Específicos

- a) Identificar los requerimientos funcionales y no funcionales del sistema BIA utilizando tecnología como React, .NET Core y SQL Server, alojado en infraestructura cloud (AWS o Azure).
- b) Modelar la arquitectura del sistema utilizando UWE-UML, así como metodologías ágiles como SCRUM.
- d) Calcular los costos operativos - técnicos del sistema utilizando el modelo COCOMO II.

1.3. Descripción del problema y Preguntas de investigación

Desde la publicación de la norma CD-SIBOIF-611-1-ENE22-2010, las instituciones financieras en Nicaragua están obligadas a implementar mecanismos formales para la gestión del riesgo operacional, incluyendo planes de continuidad de negocio que contemplen el Análisis de Impacto al Negocio (BIA). Esta herramienta permite identificar procesos críticos, estimar impactos ante interrupciones y definir tiempos de recuperación adecuados.¹

Sin embargo, en la práctica, el BIA se ejecuta mayoritariamente de forma manual mediante hojas de cálculo como Excel, lo que genera limitaciones significativas: dispersión de datos, errores humanos, baja trazabilidad, escasa seguridad y dificultad para integrar los resultados en la planificación estratégica de infraestructura tecnológica. Esta situación compromete la eficiencia operativa, el cumplimiento regulatorio y la capacidad institucional para responder ante eventos disruptivos.

Ante este escenario, es necesario el diseño e implementación de un sistema de información automatizado que estructure el proceso de BIA, mejore la calidad de los datos, facilite su análisis y fortalezca la resiliencia organizacional.

Pregunta de Investigación General

¿Cómo puede un sistema de información automatizado mejorar la ejecución del Análisis de Impacto al Negocio (BIA) en instituciones financieras nicaragüenses?

¹ www.siboif.gob.ni

¿La aplicación de un sistema de información automatizado al Análisis de Impacto al Negocio (BIA) en instituciones financieras nicaragüenses, es cumplir con la normativa de gestión de riesgo operacional de la SIBOIF?

Preguntas de Investigación Específicas

- ¿Cuáles son las debilidades del BIA al ejecutarse de forma manual en términos de trazabilidad, seguridad, eficiencia y utilidad estratégica?
- ¿Qué requerimientos funcionales y técnicos debe cumplir un sistema automatizado para ejecutar el BIA conforme a la norma CD-SIBOIF-611-1-ENE22-2010 y estándares internacionales como ISO 22301?
- ¿Qué tecnologías pueden conformar una arquitectura de software que se adecue al desarrollo de un sistema BIA?
- ¿El desarrollo de un sistema BIA puede brindar un seguro, escalable y adaptable al entorno financiero nicaragüense?
- ¿Puede un sistema propuesto facilitar la integración de los resultados del BIA en la planificación estratégica de infraestructura tecnológica y continuidad operativa?
- ¿Cuáles pueden ser los criterios que deben considerarse para validar la viabilidad técnica, operativa, legal y económica del sistema en una institución financiera local?

Preguntas Complementarias

- ¿Qué tipo de beneficios se obtendría la automatización del BIA en las auditorías internas y externas a toda institución financiera?

- ¿Cómo puede el desarrollo de un sistema de información automatizado mejorar la trazabilidad, seguridad y colaboración interdepartamental en el proceso de continuidad de negocio?
- ¿Qué indicadores pueden utilizarse para medir la mejora en resiliencia institucional tras la implementación del sistema?

1.4. Justificación

La gestión del riesgo operacional en instituciones financieras nicaragüenses adquirió carácter normativo con la publicación de la norma CD-SIBOIF-611-1-ENE22-2010 en enero de 2010, que exige la identificación, evaluación y mitigación de riesgos que puedan afectar la continuidad de las operaciones. En este marco, el Análisis de Impacto al Negocio (BIA) se convierte en una herramienta indispensable para cumplir con los lineamientos regulatorios, al permitir identificar procesos críticos, estimar impactos y definir tiempos y prioridades de recuperación.

En el contexto financiero nicaragüense, el BIA es una herramienta clave para la gestión de riesgos operativos y tecnológicos, para la gestión de la continuidad de negocios y para la elaboración de planes de respuestas ante incidentes que puedan interrumpir operaciones críticas causando un impacto catastrófico en las instituciones. Sin embargo, su ejecución suele realizarse de forma manual o con herramientas ofimáticas, lo que limita la eficiencia, trazabilidad y actualización dinámica. Este sistema permitirá centralizar la información, automatizar cálculos, generar reportes ejecutivos y facilitar auditorías internas y externas.

En Nicaragua desde 2010, la mayoría de las instituciones financieras ejecutan el Análisis de Impacto al Negocio (BIA) utilizando herramientas ofimáticas como

Microsoft Excel. Aunque esta práctica permite cierta flexibilidad, presenta limitaciones significativas en cuanto a trazabilidad, seguridad de la información, escalabilidad y eficiencia operativa. La gestión manual del BIA dificulta la actualización dinámica de datos, la colaboración entre áreas, y la generación de reportes ejecutivos confiables, lo que puede comprometer la capacidad de respuesta ante eventos disruptivos.²

Ante este escenario, se vuelve imperativo el desarrollo de un sistema de información especializado que automatice y estructure el proceso de BIA. Este sistema permitirá centralizar la información crítica, estandarizar los criterios de evaluación, calcular automáticamente los tiempos de recuperación (RTO/RPO/MTPD), y generar visualizaciones que faciliten la toma de decisiones estratégicas. Además, contribuirá al cumplimiento de normativas locales e internacionales en materia de continuidad de negocio, fortaleciendo la resiliencia institucional frente a riesgos operativos, tecnológicos y reputacionales.

Se espera que este sistema logre aportar una mejora significativa en el acceso a la información y al control de esta, otorgando seguridad y fiabilidad de los datos ingresados minimizando los riesgos de pérdida de información o redundancia y al mismo tiempo simplificando el trabajo de los involucrados.

Implementar el sistema de automatización del BIA me aporta como profesional, beneficios técnicos, profesionales y estratégicos que potencian mi perfil como ingeniero informático especializado en continuidad, riesgos e infraestructura. A corto y mediano plazo aumenta mi capital técnico; a mediano y largo plazo fortalece mi

² <http://siboif.gob.ni/sites/default/files/documentos/normas/CD-SIBOIF-611-1-ENE22-2010.pdf>

posicionamiento como referente tanto en el desarrollo de sistemas informáticos como en la gestión de riesgos y continuidad de negocio y abre oportunidades de liderazgo, consultoría y visibilidad académica/profesional.

1.5. Alcance del proyecto

El sistema incluirá los siguientes módulos funcionales:

1. Gestión de Procesos

- Registro, edición y búsqueda de procesos.

2. Análisis de impacto y criticidad

- Evaluación y análisis de impacto por proceso.
- Identificación y cálculo de nivel de criticidad según el impacto.

3. Gestión de recursos críticos

- Registro, edición y búsqueda de recursos relacionados a los procesos.
- Adjuntar resultados médicos o imágenes.

4. Control de Usuarios

- Roles: Analista, Dueño, Comité, Auditor.
- Control de acceso por tipo de usuario.

1.6. Limitaciones

A pesar de los beneficios esperados con la implementación del sistema automatizado para la ejecución del BIA, el proyecto presenta ciertas limitaciones que deben ser consideradas:

- **Alcance institucional restringido:** El sistema será diseñado para una institución financiera específica, por lo que su aplicabilidad directa a otras entidades requerirá ajustes en procesos, estructura organizativa, normativas internas y metodologías de gestión y evaluación de riesgo.
- **Dependencia de la calidad de los datos:** La efectividad del sistema depende de la precisión y actualización de la información proporcionada por las áreas usuarias. Datos incompletos o inconsistentes pueden afectar los resultados del análisis.
- **Limitaciones presupuestarias y de infraestructura:** La implementación del sistema puede verse condicionada por la disponibilidad de recursos financieros y tecnológicos, especialmente en instituciones con infraestructura heredada o limitada capacidad de inversión.
- **Resistencia al cambio organizacional:** La adopción de nuevas herramientas digitales puede enfrentar barreras culturales, operativas o de capacitación, lo que podría ralentizar la integración del sistema en los procesos institucionales.
- **No contempla integración inmediata con sistemas externos:** En su fase inicial, el sistema no incluirá conectores automáticos con plataformas de gestión de riesgos, ERP o sistemas de continuidad existentes, aunque se prevé su escalabilidad futura.

1.7. Supuestos Básicos

Para el desarrollo e implementación del sistema automatizado de Análisis de Impacto al Negocio (BIA), se establecen los siguientes supuestos básicos que delimitan el alcance y orientan la planificación del proyecto:

- La institución financiera cuenta con una estructura organizativa definida, con procesos críticos identificables y personal disponible para colaborar en el levantamiento de información.
- Existe disposición institucional para adoptar herramientas tecnológicas que fortalezcan la gestión de continuidad de negocio y el cumplimiento normativo.
- Los datos proporcionados por las áreas usuarias serán veraces, completos y actualizados, permitiendo alimentar adecuadamente el sistema.
- La infraestructura tecnológica de la institución permite la implementación de soluciones basadas en arquitectura web, con conectividad segura y capacidad de alojamiento en servidores locales o en la nube.
- El sistema será desarrollado conforme a los lineamientos establecidos por la norma CD-SIBOIF-611-1-ENE22-2010 y estándares internacionales como ISO 22301, sin requerir modificaciones regulatorias adicionales.
- El equipo técnico responsable del proyecto posee las competencias necesarias para aplicar metodologías ágiles, modelado UML/UWE y validación de viabilidad con herramientas como COCOMO II.

1.8. Categorías, temas y patrones emergentes de la investigación

Durante el proceso de investigación orientado al diseño de un sistema automatizado para la ejecución del Análisis de Impacto al Negocio (BIA) en instituciones financieras nicaragüenses, se identificaron categorías clave, temas recurrentes y patrones emergentes que reflejan tanto las necesidades operativas como las oportunidades de mejora institucional.

Categorías Principales

- Gestión del riesgo operacional

Enmarcada en la normativa CD-SIBOIF-611-1-ENE22-2010, esta categoría agrupa los lineamientos regulatorios que exigen la identificación y mitigación de riesgos que afectan la continuidad del negocio.

- Continuidad operativa y resiliencia institucional

Incluye prácticas, herramientas y procesos orientados a garantizar la estabilidad de las operaciones ante eventos disruptivos.

- Tecnologías de información aplicadas al BIA

Engloba las soluciones digitales, arquitecturas de software y metodologías ágiles que permiten automatizar el proceso de análisis de impacto.

- Planeación estratégica de infraestructura tecnológica

Considera el uso de los datos del BIA como insumo para la toma de decisiones sobre capacidades de recuperación, asignación de recursos, diseño de soluciones resilientes, adquisición e implementación de infraestructura tecnológica.

Temas Recurrentes

- Limitaciones del enfoque manual con Excel.
- Necesidad de trazabilidad y seguridad en el proceso BIA.
- Falta de integración entre áreas operativas y tecnológicas.
- Importancia de cumplir con estándares internacionales (ISO 22301).
- Valor del BIA como herramienta estratégica, no solo operativa.

2. Marco Teórico

a. Análisis de Impacto al Negocio (BIA)

El BIA es una herramienta fundamental dentro de la gestión de continuidad de negocio. Su propósito es identificar los procesos críticos de una organización, evaluar los impactos que tendría su interrupción, y determinar los recursos necesarios para su recuperación. Según la norma ISO 22301, el BIA debe ser sistemático, documentado y revisado periódicamente, permitiendo establecer métricas como el Tiempo Objetivo de Recuperación (RTO) y el Punto Objetivo de Recuperación (RPO). En el contexto financiero, el BIA no solo cumple una función operativa, sino también estratégica, al proporcionar insumos clave para la toma de decisiones sobre infraestructura, inversión y priorización de recursos. Todo esto exige una plataforma tecnológica que facilite su ejecución.

b. Normativa CD-SIBOIF-611-1-ENE22-2010

Emitida en enero de 2010 por la Superintendencia de Bancos y de Otras Instituciones Financieras (SIBOIF), esta norma establece los lineamientos para la gestión del riesgo operacional en entidades financieras nicaragüenses. Exige la identificación, evaluación, monitoreo y mitigación de riesgos derivados de fallas en procesos, sistemas, personas o eventos externos. En este marco, el BIA se convierte en un mecanismo obligatorio para garantizar la continuidad del negocio, al permitir anticipar los efectos de interrupciones y definir estrategias de recuperación. La norma también enfatiza la necesidad de contar con documentación formal, trazabilidad y evidencia de los análisis realizados.

c. Marco COSO – ERM (Enterprise Risk Management)

El marco COSO proporciona una estructura integrada para la gestión de riesgos, articulando objetivos estratégicos, operativos, de reporte y cumplimiento. El BIA se alinea con el componente de evaluación de riesgos del modelo COSO, al identificar eventos que pueden afectar la operación y facilitar decisiones informadas sobre mitigación y recuperación. La automatización del BIA fortalece los principios de control interno, monitoreo y respuesta ante riesgos definidos por COSO, contribuyendo a una gobernanza más robusta.

El Comité de Organizaciones Patrocinadoras de la Comisión Treadway (COSO) se fundó a mediados de la década de 1980, inicialmente para patrocinar la investigación sobre las causas de la información financiera fraudulenta. Su misión actual es ayudar a las organizaciones a mejorar su rendimiento mediante el desarrollo de un liderazgo de pensamiento que potencie el control interno, la gestión de riesgos, la gobernanza y la prevención del fraude.

Si bien las directrices de COSO no son de carácter obligatorio, han sido influyentes porque proporcionan marcos para evaluar y mejorar los sistemas de gestión de riesgos y control interno. Los escándalos corporativos surgidos en empresas con deficiencias en la gestión de riesgos y el control interno, y los intentos de regular el comportamiento corporativo a raíz de estos escándalos, han generado un entorno donde las directrices sobre las mejores prácticas en gestión de riesgos y control interno han sido especialmente bien recibidas.

COSO creó originalmente un modelo de gestión de riesgos empresariales (ERM) en 1992, con forma de pirámide y centrado en la evaluación de los controles existentes.

Este se actualizó en 2013 con el cubo COSO, que se centró en el diseño e implementación de un marco de gestión de riesgos. El cubo COSO se convirtió en un marco ampliamente aceptado por las organizaciones y se consolidó como un modelo aplicable en diferentes entornos a nivel mundial.

Modelo de gestión de riesgos empresariales (ERM) de COSO: se ha convertido en un marco ampliamente aceptado para que lo utilicen las organizaciones

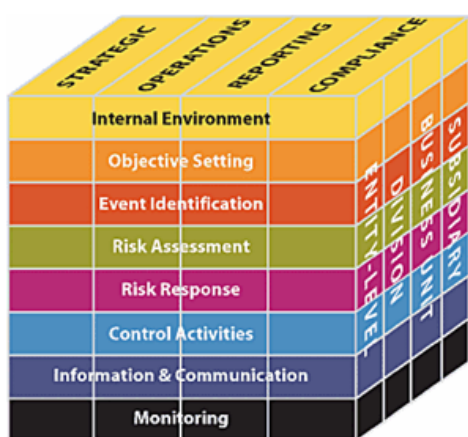


Ilustración 1 El modelo ERM Fuente: Marco de gestión de riesgos empresariales (ERM) de COSO

COSO³ diseñó el cubo para ilustrar la conexión entre los objetivos que se muestran en la parte superior y los ocho componentes del anverso, que representan lo necesario para alcanzarlos. La tercera dimensión representa las unidades de la organización, lo que refleja la capacidad del modelo para centrarse tanto en partes de la organización como en el conjunto.

³ El Comité de Organizaciones Patrocinadoras de la Comisión Treadway, conocido como COSO (Committee of Sponsoring Organizations of the Treadway Commission), es una organización de Estados Unidos creada en 1985. Su objetivo principal es investigar las causas del fraude financiero en las empresas.

Cada uno de los ocho componentes del anverso del cubo contiene una serie de problemas que las organizaciones han tenido que abordar; estos problemas pueden incluirse en las preguntas del examen de Líder Estratégico de Negocios (SBL).

d. Diagramación con UML/UWE

La diagramación UML/UWE se refiere al uso del Lenguaje Unificado de Modelado (UML) para crear modelos y diagramas de sistemas de software, con UWE (UML-Based Web Engineering) siendo una extensión de UML específica para el desarrollo de aplicaciones web. UML es un lenguaje estándar para visualizar, especificar y construir sistemas, mientras que UWE adapta este lenguaje para cubrir el ciclo de vida de una aplicación web, incluyendo el diseño de la navegación, la estructura de la interfaz de usuario y la gestión de procesos.

La modelación de sistemas mediante UML (Unified Modeling Language)⁴ permite representar de forma estructurada los componentes, flujos y relaciones del sistema propuesto. En este proyecto se emplea el enfoque UWE (UML-based Web Engineering), que extiende UML para el diseño de aplicaciones web, facilitando la representación de casos de uso, navegación, estructura de datos y lógica de presentación. Esta diagramación es clave para validar la arquitectura del sistema, comunicar requerimientos y asegurar la coherencia entre diseño y desarrollo.

⁴El Lenguaje Unificado de Modelado (UML) es un lenguaje de modelado gráfico estándar utilizado en la ingeniería de software para visualizar, especificar, construir y documentar los elementos de un sistema de software.

Tipos de Diagramas y Su Aplicación en UWE

UWE utiliza los diagramas UML estándar y los adapta para modelar la web. Algunos de los diagramas clave son:

- **Diagramas de Navegación (UWE):** Muestran cómo se enlazan las páginas en un sistema web, usando nodos y enlaces con estereotipos para representar unidades de navegación.
- **Diagramas de Presentación (UWE):** Se centran en el diseño visual de las páginas de la aplicación web.
- **Diagramas de Actividad (UML):** Modelan los flujos de trabajo y las secuencias de acciones dentro de una aplicación, lo cual es útil para los procesos de una aplicación web.
- **Diagramas de Clases (UML):** Muestran las estructuras de clases del sistema y sus relaciones, de manera similar a los modelos entidad-relación, y son fundamentales en UWE para el modelo de datos.
- **Diagramas de Casos de Uso (UML):** Describen la funcionalidad del sistema desde la perspectiva del usuario y la interacción entre los actores y el sistema.

e. Tecnologías de desarrollo

El sistema propuesto se basa en tecnologías modernas que garantizan escalabilidad, seguridad y adaptabilidad:

- **.NET Core** para el backend, por su robustez, rendimiento y compatibilidad multiplataforma.

- **React** para el frontend, por su capacidad de construir interfaces dinámicas y reutilizables.
- **SQL Server** como base de datos relacional, por su confiabilidad y capacidad de integración.
- **JWT, HTTPS y RBAC** para la gestión de seguridad, autenticación y control de acceso
- **Seguridad:** Autenticación por roles (Login con validación), Encriptación básica de contraseñas (**SHA-256**).
- **Herramientas de Desarrollo y Control de Versiones:** IDE: Visual Studio, Control de versiones: GitHub.

Estas tecnologías permiten construir una solución modular, interoperable y alineada con los estándares del sector financiero.

f. Metodologías ágiles (SCRUM)

El desarrollo del sistema se apoya en la metodología SCRUM, que permite gestionar proyectos de forma iterativa e incremental. Se asume que el trabajo colaborativo entre desarrolladores, usuarios clave y responsables de riesgo facilita la validación continua de funcionalidades, la adaptación a cambios y la entrega progresiva de valor. SCRUM promueve la transparencia, la mejora continua y la participación activa de los interesados, lo que resulta especialmente útil en entornos regulados y dinámicos.

g. Modelo COCOMO II para evaluación de viabilidad

COCOMO II (Constructive Cost Model) es un modelo de estimación de costos y esfuerzo para proyectos de software. En este proyecto se utiliza para evaluar la viabilidad técnica, operativa, legal y económica del sistema propuesto, considerando factores como tamaño del producto, complejidad, experiencia del equipo, restricciones normativas y entorno tecnológico. COCOMO II permite proyectar escenarios de desarrollo, estimar recursos necesarios y justificar la inversión ante la alta dirección.

Este modelo permite realizar estimaciones en función del tamaño del software, y de un conjunto de factores de costo y de escala. Los factores de costo describen aspectos relacionados con la naturaleza del producto, hardware utilizado, personal involucrado, y características propias del proyecto. El conjunto de factores de escala explica las economías y deseconomías de escala producidas a medida que un proyecto de software incrementa su tamaño.

COCOMO II posee tres modelos denominados Composición de Aplicación, Diseño Temprano y Post-Arquitectura. Cada uno de ellos orientados a sectores específicos del mercado de desarrollo de software y a las distintas etapas del desarrollo de software.

En el ámbito de la ingeniería de software, la estimación de costos radica básicamente en estimar la cantidad de personas necesarias para desarrollar el producto. A diferencia de otras disciplinas de la ingeniería, en las cuales, el costo de los materiales es el principal componente a ser estimado.

La estimación de costos de software posibilita relacionar conceptos generales y técnicas del análisis económico en el mundo particular de la ingeniería de software. Aunque no es una ciencia exacta no podemos prescindir de ella puesto que hoy en día un error en las predicciones puede conducir a resultados adversos.

Es importante reconocer la fuerte relación entre costo, cronograma y calidad. Estos tres aspectos están íntimamente relacionados y confrontados entre sí. De esta manera, se hace difícil incrementar la calidad sin aumentar el costo y/o el cronograma del software a desarrollar. Similarmente, el cronograma de desarrollo no puede reducirse dramáticamente sin deteriorar la calidad del producto de software y/o incrementar el costo de desarrollo. Los modelos de estimación juegan un papel importante ya que permiten equilibrar estos tres factores.

h. Planeación Estratégica de Infraestructura Tecnológica

Los resultados del BIA son insumos clave para la planificación de infraestructura tecnológica. Al identificar procesos críticos y sus dependencias, el BIA permite orientar inversiones, definir capacidades mínimas de operación, establecer niveles de redundancia y diseñar arquitecturas resilientes. La automatización del BIA facilita esta integración, convirtiendo el análisis operativo en una herramienta estratégica para la toma de decisiones institucionales.

i. Limitaciones del uso de Excel en procesos críticos

Aunque Excel es ampliamente utilizado por su accesibilidad, su uso en procesos como el BIA presenta riesgos importantes:

- Falta de control de versiones y trazabilidad de cambios.

- Errores humanos en fórmulas y cálculos.
- Dificultad para integrar datos entre áreas o sistemas.
- Limitada seguridad en el manejo de información sensible. Estas debilidades se agravan en entornos financieros, donde la precisión, la rapidez y el cumplimiento regulatorio son esenciales para la gestión de riesgos.

j. Sistemas de Información para Continuidad de Negocio

Un sistema de información orientado al BIA debe permitir:

- Captura estructurada de procesos, recursos y dependencias.
- Evaluación automatizada de impactos (financieros, operativos, regulatorios y reputacionales).
- Cálculo de métricas clave como RTO, RPO y MTPD.
- Generación de reportes y dashboards para distintos niveles jerárquicos.
- Integración con planes de continuidad y recuperación.

k. Normativas y estándares aplicables

- ISO 22301: Gestión de continuidad de negocio.
- ISO 31000: Gestión de riesgos.
- COBIT 5: Gobierno y gestión de TI.
- Normativa CD-SIBOIF-611-1-ENE22-2010 de la SIBOIF: Requiere que las instituciones financieras cuenten con planes de continuidad documentados y actualizados.

- COCOMO II (Constructive Cost Model II): Modelo para la estimación de costo.

I. Viabilidad tecnológica

El desarrollo de un sistema BIA puede apoyarse en arquitecturas modernas basadas en microservicios, bases de datos relacionales, y frameworks ágiles. Tecnologías como .NET Core, React y SQL Server permiten construir soluciones escalables, seguras y adaptables al entorno regulatorio local. La metodología SCRUM facilita la entrega incremental de funcionalidades, mientras que el modelo COCOMO II permite evaluar la viabilidad técnica, operativa, legal y económica del proyecto.

2.1. Estado del Arte

El Análisis de Impacto al Negocio (BIA) ha evolucionado como una práctica esencial dentro de los sistemas de gestión de continuidad operativa, especialmente en sectores altamente regulados como el financiero. A nivel internacional, estándares como la ISO 22301 y marcos como COBIT 5 y ISO 31000 han establecido metodologías estructuradas para identificar procesos críticos, evaluar impactos y definir tiempos de recuperación. Estas guías promueven el uso de herramientas tecnológicas que permitan trazabilidad, automatización y análisis dinámico.

En América Latina, diversos estudios han evidenciado que muchas instituciones financieras aún ejecutan el BIA de forma manual, utilizando hojas de cálculo como Excel, lo que limita la eficiencia, la seguridad de la información y la capacidad de integración con otros sistemas. Investigaciones recientes destacan la necesidad de

soluciones digitales que faciliten la captura de datos, el análisis de dependencias y la generación de reportes ejecutivos.

En Nicaragua, la publicación de la norma CD-SIBOIF-611-1-ENE22-2010 marcó un punto de inflexión al exigir formalmente la gestión del riesgo operacional, incluyendo la continuidad del negocio como componente obligatorio. Sin embargo, la adopción de sistemas automatizados para el BIA sigue siendo incipiente, lo que representa una oportunidad para innovar mediante el desarrollo de plataformas adaptadas al contexto local.

A nivel tecnológico, se han documentado experiencias exitosas en el uso de arquitecturas basadas en microservicios, frameworks ágiles como SCRUM, y tecnologías como .NET Core, React y SQL Server para construir sistemas escalables y seguros. Estas soluciones permiten integrar el BIA con la planificación estratégica de infraestructura tecnológica, convirtiendo sus resultados en insumos clave para la toma de decisiones sobre recuperación, inversión y resiliencia institucional.

2.2. Teorías y conceptualizaciones asumidas

El desarrollo del sistema automatizado para la ejecución del Análisis de Impacto al Negocio (BIA) se fundamenta en un conjunto de teorías, normas y marcos conceptuales que orientan la gestión del riesgo operacional, la continuidad de negocio y el diseño de sistemas de información estratégicos.

2.2.1. Teoría de la Gestión del Riesgo Operacional

Basada en la norma CD-SIBOIF-611-1-ENE22-2010 y en estándares internacionales como ISO 31000, esta teoría plantea que las organizaciones deben identificar, evaluar, tratar y monitorear los riesgos derivados de fallas en procesos, sistemas, personas o eventos externos. Se asume que el BIA es una herramienta estructurada que permite anticipar escenarios de interrupción y definir respuestas efectivas.

2.2.2. Marco COSO – ERM (Enterprise Risk Management)

El marco COSO proporciona una visión integral de la gestión de riesgos, articulando objetivos estratégicos, operativos, de reporte y cumplimiento. Se asume que el BIA contribuye directamente al componente de evaluación de riesgos del modelo COSO, al identificar eventos potenciales que pueden afectar la operación y al facilitar la toma de decisiones informadas sobre mitigación y recuperación. El sistema propuesto se alinea con los principios de control interno, monitoreo y respuesta ante riesgos definidos por COSO.

2.2.3. Modelo de Continuidad de Negocio según ISO 22301

Esta norma establece un marco sistemático para garantizar la continuidad de las operaciones ante eventos disruptivos. Se asume que el BIA es un componente central dentro del ciclo de continuidad, ya que proporciona información crítica para establecer estrategias de recuperación, definir tiempos objetivos (RTO/RPO) y priorizar recursos.

2.2.4. Conceptualización del BIA como herramienta estratégica

Más allá de su función operativa, se asume que el BIA genera insumos valiosos para la planificación de infraestructura tecnológica, la asignación de recursos y la toma de decisiones institucionales. Su automatización permite convertir datos

dispersos en conocimiento estructurado, útil para fortalecer la resiliencia organizacional.

2.2.5. Teoría de Sistemas de Información

Partiendo del principio de que un sistema de información debe facilitar la captura, procesamiento, almacenamiento y visualización de datos relevantes para la toma de decisiones. Se asume que el diseño del sistema BIA debe responder a criterios de usabilidad, seguridad, escalabilidad y alineación normativa, integrando metodologías ágiles como SCRUM y modelos de evaluación como COCOMO II.

2.2.6. Enfoque sociotécnico del cambio organizacional

Se reconoce que la implementación de sistemas automatizados implica una transformación cultural y operativa. Se asume que el éxito del proyecto dependerá no solo de la tecnología, sino también de la disposición institucional, la capacitación del personal y la integración progresiva del sistema en los procesos existentes.

3 Marco Metodológico

3.1 Enfoque cualitativo asumido y su justificación

El presente estudio adopta un enfoque cualitativo, orientado a comprender en profundidad las prácticas, percepciones y necesidades institucionales en torno al Análisis de Impacto al Negocio (BIA) en el contexto financiero nicaragüense. Este enfoque permite explorar fenómenos complejos como la gestión del riesgo operacional, la continuidad de negocio y la adopción tecnológica, considerando las particularidades normativas, organizativas y culturales de cada institución. La elección del enfoque cualitativo se justifica por la necesidad de interpretar significados, identificar patrones emergentes y construir soluciones contextualizadas que respondan a las exigencias de la norma CD-SIBOIF-611-1-ENE22-2010.

3.2 Muestra teórica y sujetos del estudio

La muestra fue seleccionada de forma teórica, considerando criterios de relevancia institucional, experiencia en gestión de riesgos y participación directa en procesos de continuidad operativa. Los sujetos del estudio incluyeron responsables de áreas de riesgo, tecnología, operaciones y auditoría interna de varias instituciones financieras nicaragüenses. Esta selección permitió obtener información rica y diversa sobre el estado actual del BIA, sus limitaciones y oportunidades de mejora mediante soluciones automatizadas.

3.3 Métodos y técnicas de recolección de datos utilizados

Se emplearon entrevistas semiestructuradas como técnica principal de recolección de datos, dirigidas a los actores clave del proceso BIA. Estas entrevistas permitieron explorar experiencias, percepciones y necesidades específicas, así como validar los requerimientos funcionales del sistema propuesto. Las preguntas fueron diseñadas con base en los lineamientos de la norma SIBOIF y los estándares ISO 22301 e ISO 31000.

3.4 Revisión documental normativa y técnica

Complementariamente, se realizó una revisión documental de la normativa CD-SIBOIF-611-1-ENE22-2010, así como de estándares internacionales como ISO 22301 y literatura técnica sobre gestión de riesgos, continuidad de negocio y desarrollo de sistemas BIA. Esta revisión permitió establecer el marco teórico y normativo del proyecto, identificar buenas prácticas y validar la alineación del sistema con los requisitos regulatorios.

3.5 Observación directa de procesos institucionales

Se aplicó observación directa en los procesos actuales de ejecución del BIA dentro de la institución, especialmente en el uso de herramientas ofimáticas como Excel. Esta técnica permitió identificar limitaciones operativas, flujos de información, puntos críticos de control y oportunidades de automatización. Los hallazgos obtenidos fueron fundamentales para el diseño funcional del sistema y la propuesta de mejora.

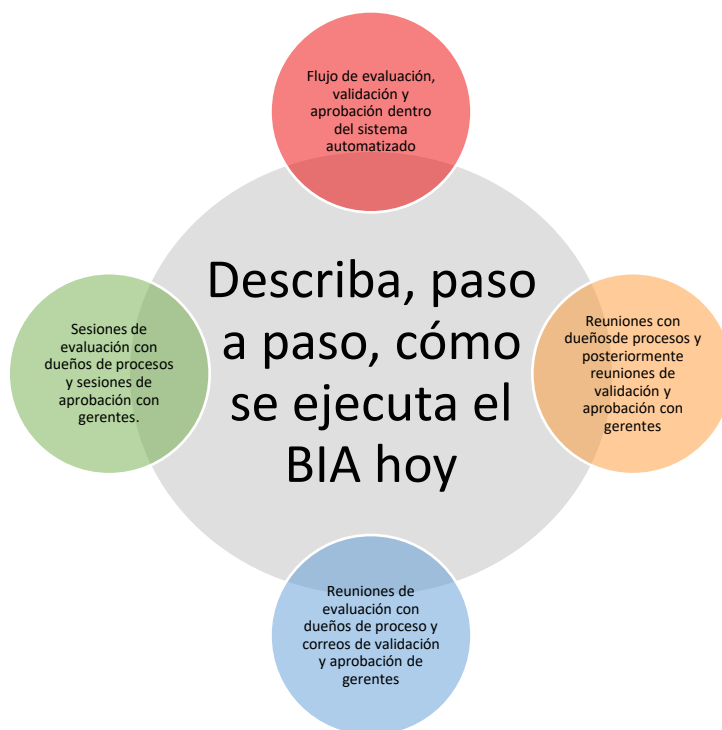
4 Resumen y Análisis de entrevistas

4.1 Frecuencia y Herramienta utilizada para la ejecución de BIA actualmente:



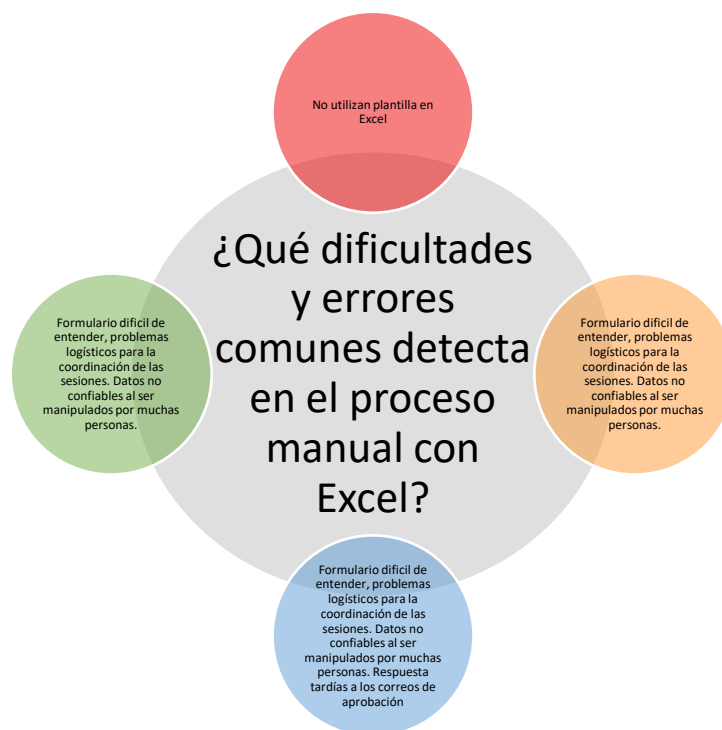
Se logra identificar que la mayoría de las instituciones financieras utilizan herramientas semiautomáticas para la realización del BIA sin tener una frecuencia estandarizada dentro del sistema financiero. Tomando en cuenta que la regulación y las mejores prácticas internacionales no especifican una periodicidad para la realización del BIA y que la regulación no define la metodología que se debe utilizar, todas las respuestas son válidas y están en cumplimiento regulatorio, sin embargo, no son igual de eficientes y eficaces, lo que genera una brecha competitiva con las instituciones que han logrado automatizar y eficientizar el proceso.

4.2 Flujo actual y prácticas operativas:



Las sesiones de evaluación y posteriores sesiones o correos de aprobación por parte de los gerentes conllevan manipulación de los datos por parte del analista de BIA para consolidar y resumir la información recopilada, lo que podría resultar en alteración involuntaria y/o pérdida de información durante el proceso. Esta falta de trazabilidad compromete la integridad de los datos y hace el resultado menos confiable.

4.3 Problemas, errores y limitaciones:



El proceso actual presenta varios problemas y limitaciones, los más comunes son la dificultad para coordinar las sesiones con los dueños de procesos y un alto nivel de complejidad de los formatos en Excel que los hacen confusos para los usuarios que no tienen conocimiento ni entrenamiento en la identificación y evaluación de riesgos. A estas dificultades se suman el tiempo que le toma al analista BIA en consolidar la data y generar los informes que se presenta a las gerencias para su aprobación.

Adicional al conocimiento del entorno actual del proceso, las entrevistas sirvieron para recopilar los requerimientos funcionales, no funcionales y expectativas de los usuarios para un sistema automatizado que aumentara la eficiencia y confiabilidad del proceso actual de BIA. En la siguiente sección se detalla la información recopilada.

5 Requerimientos del sistema

5.1 Requerimientos funcionales

Tabla 1 Requerimientos funcionales

ID	Requisito funcional	Descripción	Prioridad	Responsable
RF-01	Registro de procesos	Permitir crear/editar procesos con área responsable y descripción	Alta	Analista BIA
RF-02	Mapeo de dependencias	Asociar recursos, sistemas y proveedores a cada proceso	Alta	Técnico TI
RF-03	Evaluación de impactos	Capturar impactos financieros, operativo, legal y reputacional	Alta	Analista BIA
RF-04	Cálculo de RTO/RPO/MTPD	Calcular y almacenar RTO, RPO y MTPD por proceso automáticamente	Alta	Coordinador BIA
RF-05	Gestión de usuarios y roles	Administrar usuarios, roles y permisos con control de acceso RBAC	Alta	Administrador del sistema
RF-06	Generación de reportes ejecutivos	Exportar reportes PDF/CSV y dashboards filtrables	Media	Analista / Gerencia
RF-07	Historial y control de versiones	Registrar cambios y versiones de cada registro con trazabilidad	Alta	Auditoría interna

RF-08	Flujo de validación y aprobación	Flujo para validar y aprobar resultados por responsables de área	Alta	Responsable de área
RF-09	Integración de importación/exportación	Importar/exportar plantillas Excel y CSV para migración de datos	Media	Técnico TI
RF-10	Notificaciones y alertas	Enviar notificaciones ante vencimientos o cambios críticos	Media	Coordinador BIA
RF-11	Gestión de evidencias	Adjuntar documentación de soporte a procesos e impactos	Media	Analista BIA
RF-12	Panel de seguimiento	Dashboard con estado de BIA, procesos críticos y métricas clave (KRI)	Alta	Gerencia / TI

Fuente: [Elaboración propia](#)

5.2 Requerimientos no funcionales

Tabla 2 Requerimientos no funcionales

ID	Requisito no funcional	Descripción	Prioridad	Criterio de aceptación
RNF-01	Seguridad	Autenticación JWT, cifrado en tránsito TLS y control de acceso RBAC	Alta	Acceso sólo con credenciales y TLS activo
RNF-02	Disponibilidad	Disponibilidad mínima del sistema 99.5% en horario operativo	Alta	Monitoreo y SLA definidos
RNF-03	Rendimiento	Respuesta < 2s en pantallas principales con 100 usuarios concurrentes	Media	Pruebas de carga superadas
RNF-04	Escalabilidad	Arquitectura escalable horizontalmente mediante microservicios	Media	Despliegue en contenedores viable
RNF-05	Trazabilidad	Logs de auditoría de todas las acciones con retención configurable	Alta	Logs accesibles para auditoría
RNF-06	Interoperabilidad	API RESTful para integración con RM, ERP y herramientas de continuidad	Media	Documentación OpenAPI disponible

RNF-07	Usabilidad	Interfaz intuitiva con tiempos de aprendizaje mínimos para usuarios clave	Media	Pruebas de usabilidad con score aceptable
RNF-08	Mantenibilidad	Código modular, pruebas unitarias	Alta	Cobertura de pruebas y pipeline activo
RNF-09	Portabilidad	Desplegable en servidores locales o nube privada	Media	Imágenes de contenedor y scripts de despliegue
RNF-10	Cumplimiento normativo	Registro y reportes que satisfagan la norma CD-SIBOIF-611-1-ENE22-2010	Alta	Requisitos regulatorios documentados y trazables
RNF-11	Recuperación ante desastres	Plan de backup y recuperación con RTO/RPO definidos	Alta	Procedimientos de restauración verificados
RNF-12	Localización y accesibilidad	Soporte multilinguaje y cumplimiento básico de accesibilidad WCAG	Baja	Interfaz traducible y pruebas de accesibilidad

Fuente: [Elaboración propia](#)

5.3 Infraestructura física necesaria:

5.3.1 Centro de datos / sala de servidores

- Rack 19" con mínimo 2 racks (producción + reserva / pilotaje).
- Gabinetes con gestión de cableado y cerradura física.
- Piso técnico o bandejas para cableado estructurado.
- Sistema de alimentación ininterrumpida (UPS) con autonomía mínima 30–60 minutos y generador para cortes prolongados.
- Sistema de climatización (A/C redundante) con control de temperatura y humedad.
- Detectores de humo, sistema de supresión de incendios (FM200 o equivalente).
- Control de acceso físico (tarjetas, biometría) y CCTV.

5.3.2 Servidores y virtualización

- Plataforma de virtualización (VMware ESXi, Hyper-V o Proxmox) para consolidar cargas y facilitar failover.
- Hardware físico recomendado (mínimo por nodo, N = 2 nodos para alta disponibilidad):
- CPU: 2× Intel Xeon Silver o AMD EPYC equivalente, 12–16 cores por nodo.
- Memoria RAM: 128–256 GB por nodo.
- Almacenamiento local SSD NVMe para OS y caché (1–2 TB).
- Controladora RAID y batería/flash de protección de cache.

- Configuración inicial sugerida:
- Nodo 1 + Nodo 2 (clúster HA) para máquinas virtuales de aplicación, web y servicios auxiliares.
- Nodo 3 (opcional, para carga y crecimiento) o usar réplica en sitio secundario.

5.3.3 Almacenamiento primario y respaldo

- Storage SAN/NAS enterprise (iSCSI or FC) con:
 - Capacidad inicial utilizable: 6–10 TB en SSD para bases de datos y repositorios críticos.
 - Niveles RAID (RAID10 o similar) para rendimiento y redundancia.
- Servidor de Backup dedicado y software (Veeam, Veritas, Bacula, etc.).
- Repositorio de backups fuera de sitio (replicación a segundo centro o almacenamiento en la nube) con retención configurada según política (ej. 30 días + snapshots mensuales).
- Política de backups:
 - Full semanal + incrementales diarios; snapshots consistentes para DB; prueba de restauración trimestral.

5.3.4 Bases de datos y servidores de aplicación

- Servidor(s) para Base de Datos (SQL Server recomendado):
 - VM dedicada con 8–12 vCPU; 64–128 GB RAM; acceso a almacenamiento SSD de alta IOPS.
 - Licenciamiento según edición (considerar SA/Enterprise si alta disponibilidad).

- Servidor(es) de aplicación (.NET Core):
 - 2 VMs en clúster (balanceador de carga) con 4–8 vCPU; 16–32 GB RAM cada una.
- Servidor(es) frontend (React, contenido estático):
 - Puede compartirse con app o en CDN; 2 VMs ligeras para redundancia y SSR si aplica.

5.3.5 Red y conectividad

- Switches core y access Enterprise (stackable, PoE opcional) con al menos 1/10 Gbps uplinks.
- Firewall perimetral de próxima generación (NGFW) con VPN, IDS/IPS y filtrado.
- Balanceador de carga (físico o virtual) para distribuir tráfico entre instancias de aplicación.
- Enlaces de internet redundantes con BGP o al menos con conmutación automática y QoS.
- VLANs separadas para: gestión, servidores, base de datos, usuarios y DMZ.

5.3.6 Seguridad física y lógica

- HSM o módulo para gestión segura de claves si se requiere certificación/regulación fuerte.
- Appliance de gestión de identidad/SSO y servidor de directorio (Active Directory / LDAP).
- Sistema de monitorización central (Prometheus, Zabbix, Nagios) + SIEM (opcional) para logs y alertas.

- Sistemas de parcheo y hardening; backups cifrados en reposo y en tránsito.

5.3.7 Entorno de desarrollo, pruebas y staging

- Entornos separados: DEV / QA / STAGING / PROD, cada uno como VMs en la infraestructura virtualizada.
- Repositorio de código (GitLab/Bitbucket), servidor CI/CD (Jenkins/GitLab CI) y artefactos (Nexus/Artifactory).
- Servidores de carga y pruebas de seguridad separados del entorno productivo.

5.3.8 Equipos de acceso y periféricos

- Estaciones de trabajo para equipo de desarrollo: 6–8 máquinas (i7/Ryzen 7, 16–32 GB RAM, SSD 512 GB).
- Estaciones para analistas y administradores: 3–5 máquinas con requisitos moderados.
- Impresoras de red, UPS de escritorio y mobiliario ergonómico.

5.3.9 Recuperación ante desastres (DR) y replicación

- Sitio secundario (colocation o nube privada) con replicación asíncrona de la base de datos y sincronización de backups.
- Establecer RTO/RPO según resultados del BIA (ej.: RTO crítico 4–24 horas; RPO 1–4 horas) y dimensionar enlaces y almacenamiento en consecuencia.
- Plan de conmutación por error documentado y probado anualmente.

5.3.10 Estimaciones de capacidad y crecimiento

- Usuarios concurrentes estimados: 100–200 usuarios concurrentes para primer despliegue.
- IOPS DB estimadas: 2,000–5,000 IOPS; dimensionar almacenamiento según pruebas de carga.
- Espacio de crecimiento anual: 20–30% para datos y backups.

5.3.11 Presupuesto aproximado (valores referenciales)

- Rack, A/C, UPS y telecomunicaciones: USD 15,000–30,000 inicial.
- 2–3 servidores físicos (enterprise): USD 30,000–60,000.
- SAN/NAS SSD enterprise: USD 25,000–50,000.
- Firewall NGFW y switches: USD 8,000–20,000.
- Software (licencias SQL Server, backup, virtualization): USD 20,000–60,000 (depende de ediciones).
- Servicios de instalación, cableado y configuración: USD 5,000–15,000.
- Rango total estimado on premises: USD 100,000–235,000 (muy dependiente de licenciamiento y nivel de redundancia).

5.3.12 Cronograma de aprovisionamiento y puesta en marcha

- Planificación y diseño: 2–3 semanas.
- Adquisición y entrega de equipos: 4–8 semanas.
- Instalación física y cableado: 1–2 semanas.
- Configuración de virtualización, almacenamiento y redes: 2–3 semanas.
- Despliegue de entornos (DEV/QA/STG/PROD) y pruebas: 3–6 semanas.
- Total, estimado hasta operación inicial: 3–4 meses.

6 Diseño y diagramación del sistema

6.1 Diagrama de flujo

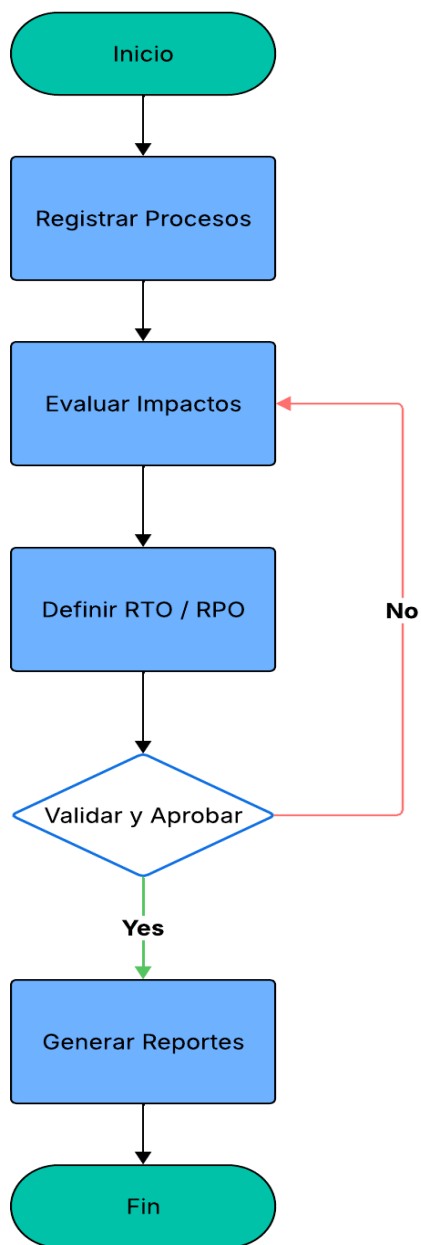


Ilustración 2 Diagrama de flujo

6.2 Diagrama de caso de uso

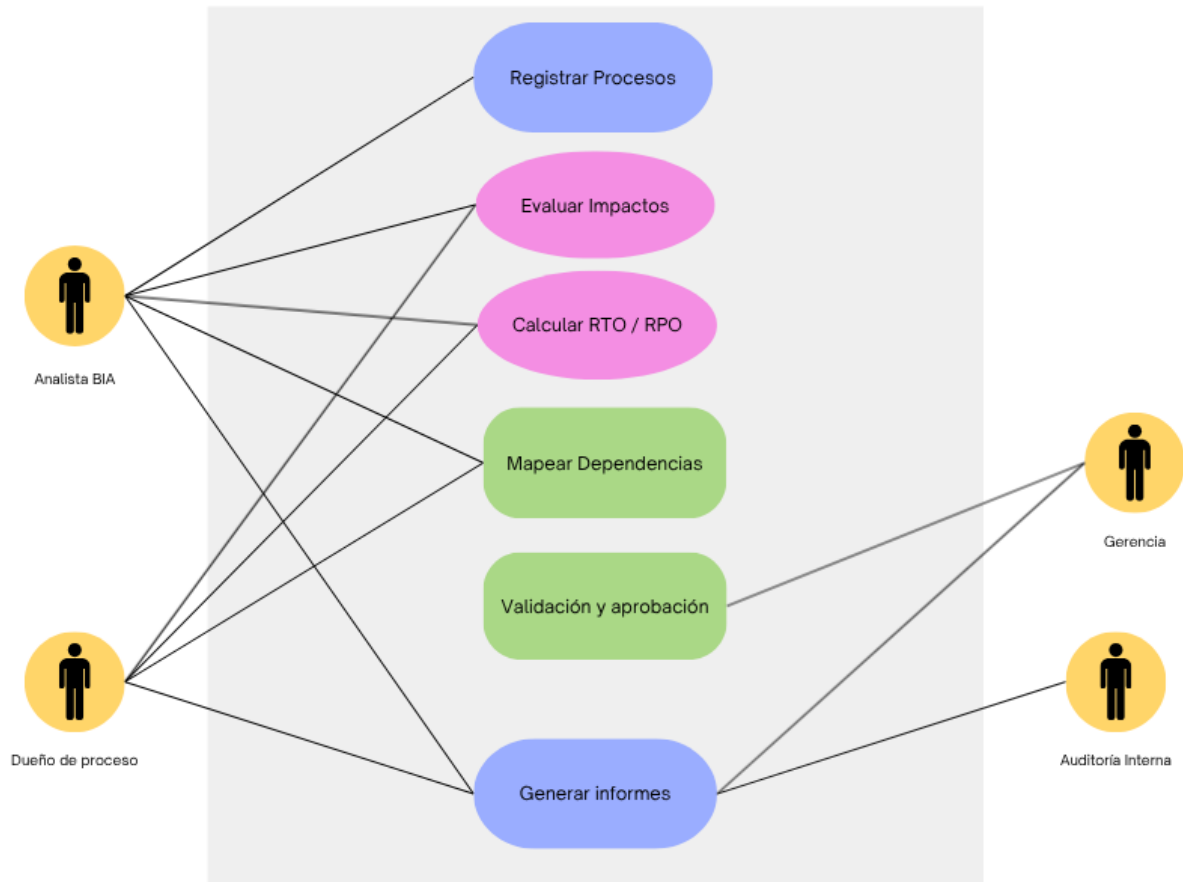


Ilustración 3 Diagrama de caso de uso

6.3 Estructura de Base de Datos

Este diseño utiliza siete tablas principales para gestionar la estructura organizacional, los procesos, los activos de TI y los resultados del análisis en diferentes versiones.

6.3.1 Tablas de Estructura Organizacional y Versión

Estas tablas gestionan quién es el dueño del proceso y permiten el control de versiones del BIA.

Tabla 3 Tablas de Estructura organizacional y versión

Tabla	Propósito	PK	FK
UNIDADES_NEGOCIO	Identifica los departamentos.	UnidadID	N/A
PROCESOS	Catálogo maestro de procesos de negocio.	ProcesoID	UnidadID
BIA_VERSIONES	Control de versiones del análisis.	VersionID	N/A

Fuente: [Elaboración propia](#)

6.3.2 Tablas de Activos y Dependencias

Estas tablas permiten la gestión de los recursos de TI y el crucial mapeo de interdependencias.

Tabla 4 Tablas de Activos y Dependencias

Tabla	Propósito	PK	FK
ACTIVOS_TI	Inventario de aplicaciones, servidores, BDs.	ActivoID	N/A
DEPENDENCIAS	Mapea Proceso Activo TI.	Compuesta	ProcesoID, ActivoID

Fuente: [Elaboración propia](#)

6.3.3 Tablas de Resultados y Cálculo de Impacto

Estas son las tablas centrales que almacenan las métricas y los resultados del análisis de criticidad.

Tabla 5 Tablas de Resultados y Cálculo de Impacto

Tabla	Propósito	PK	FK
BIA_RESULTADOS	Almacena RTO, RPO, MTD y Prioridad.	Compuesta	VersionID, ProcesolD
IMPACTO_DETALLE	Detalle del impacto cualitativo/cuantitativo.	Compuesta	VersionID, ProcesolD

Fuente: [Elaboración propia](#)

6.4 Diagrama relacional

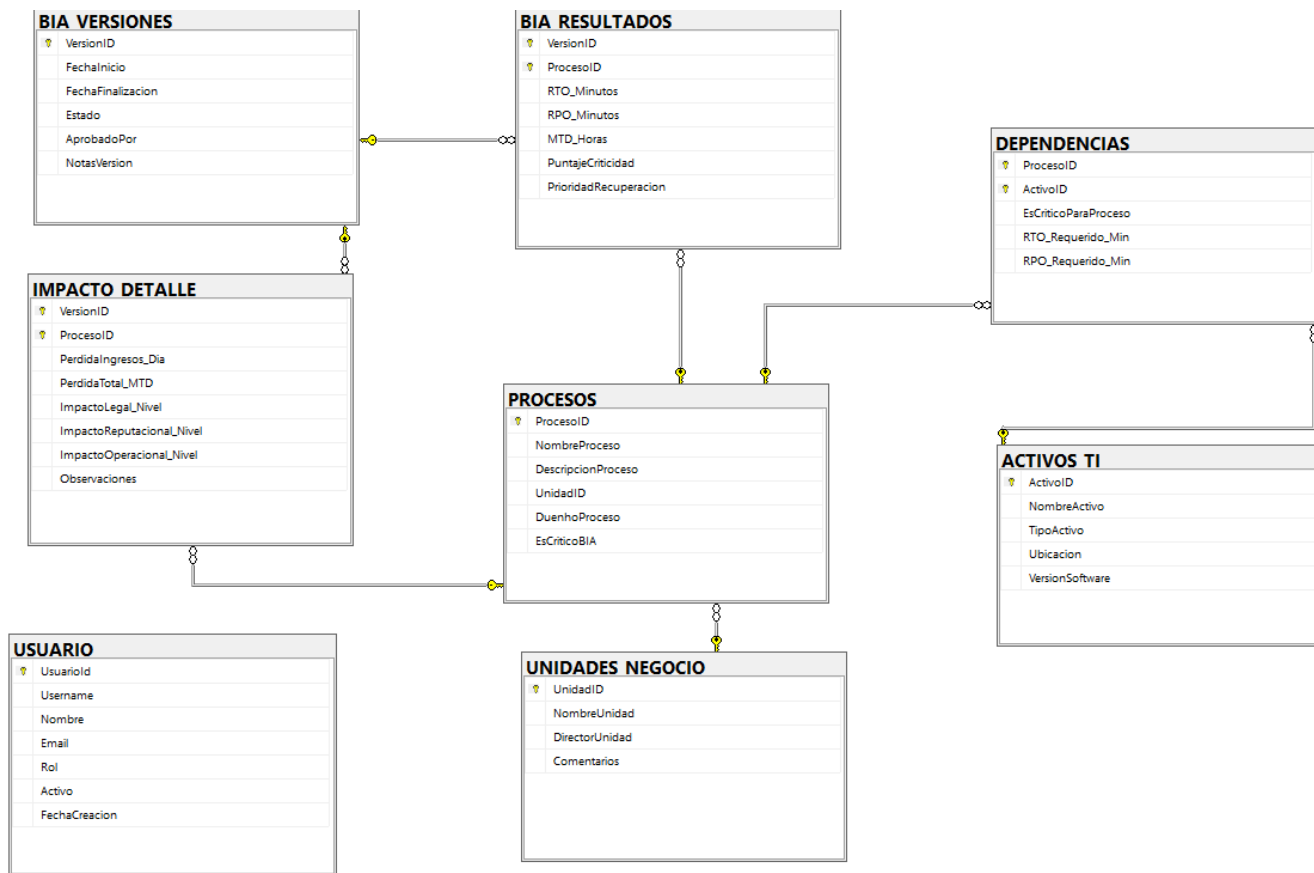


Ilustración 4 Diagrama entidad relación de la BD

Fuente: Elaboración propia

7 Estimación de esfuerzo y costos con COCOMO II

Como ya se mencionó anteriormente, en este proyecto se utilizó COCOMO II (Constructive Cost Model) como modelo de estimación de costos y esfuerzo para proyectos de software. Esto nos permite evaluar la viabilidad técnica, operativa, legal y económica del sistema propuesto, considerando factores como tamaño del producto, complejidad, experiencia del equipo, restricciones normativas y entorno tecnológico. COCOMO II permite proyectar escenarios de desarrollo, estimar recursos necesarios y justificar la inversión ante la alta dirección.

Tabla 6 Estimación de esfuerzo y costos

Parámetro	Valor
Tamaño base asumido	25 KLOC
Esfuerzo estimado (PM)	≈ 101.02 persona mes
Duración estimada (TDEV)	≈ 15.91 meses
Equipo promedio	≈ 6–7 personas
Costo mensual por persona	USD 1,000
Costo total estimado	USD 101,020

Fuente: [Elaboración propia](#)

7.1 Sensibilidad por tamaño (USD 1,000/PM)

Tabla 7 Sensibilidad por tamaño

Escenario	KLOC	PM estimado	TDEV (meses)	Equipo	Costo total
Bajo	15	≈ 57.6	≈ 13.3	4–5	USD 57,600
Medio	25	≈ 101.0	≈ 15.9	6–7	USD 101,020
Alto	35	≈ 146.2	≈ 17.9	8–9	USD 146,200

Fuente: Elaboración propia

7.2 Escenario alternativo: 5 desarrolladores durante 4 meses

Capacidad disponible:

$$PM = 5 * 4 = 20 \text{ persona-mes}$$

Costo total:

$$20 * 1,000 = \text{USD } 20,000$$

Esto implica que con 5 personas y un presupuesto de USD 20,000 en 4 meses, se puede desarrollar un MVP de aproximadamente **5.7 KLOC**.

7.3 Alcance funcional estimado (MVP ≈ 5.7 KLOC).

Este MVP se enfoca en cubrir las funcionalidades mínimas críticas para cumplir con la normativa CD-SIBOIF-611-1-ENE22-2010 y generar valor institucional desde el primer reléase.

7.3.1 Funcionalidades incluidas

Tabla 8 Funcionalidades incluidas

Módulo	Funcionalidad	Descripción
Procesos críticos	Registro y edición	Crear procesos con área responsable, descripción y prioridad
Recursos asociados	Mapeo básico	Asociar recursos, sistemas y proveedores a cada proceso
Impacto	Evaluación simplificada	Captura de impacto financiero y operativo (legal y reputacional en siguiente release)
Métricas	Cálculo automático	RTO, RPO y MTPD por proceso con fórmula parametrizable
Usuarios	Gestión básica	Roles: Administrador, Analista BIA, Dueño del proceso, Gerente, Auditor
Reportes	Exportación básica	Generación de reportes PDF/CSV por proceso y resumen ejecutivo
Seguridad	Autenticación	Login con credenciales, cifrado HTTPS, control de acceso por rol
Panel	Dashboard inicial	Visualización de procesos críticos, métricas y estado general del BIA

Fuente: Elaboración Propia

7.4 Cronograma por sprints (SCRUM – 4 meses, 8 sprints de 2 semanas)

Tabla 9 Cronograma por sprints

Sprint	Objetivo principal	Entregable clave
1	Setup técnico y arquitectura	Repositorio, CI/CD, estructura base .NET + React
2	Registro de procesos	CRUD completo + validaciones
3	Mapeo de recursos	Asociación de sistemas y dependencias
4	Evaluación de impactos	Formulario y lógica de cálculo
5	Cálculo de RTO/RPO	Fórmulas, visualización y ajustes
6	Gestión de usuarios	Roles, autenticación y permisos
7	Reportes y exportación	PDF/CSV + formato ejecutivo
8	Dashboard y cierre	Panel visual, pruebas finales, documentación

Fuente: [Elaboración propia](#)

7.5 Roles sugeridos

Tabla 10 Roles Sugeridos - Equipo de 5 personas

Rol	Responsabilidades	Perfil
Líder técnico / Backend	Arquitectura, lógica de negocio, seguridad	Senior .NET Core
Frontend developer	Interfaces, formularios, visualización	React + UI/UX
Fullstack developer	Apoyo en backend y frontend	Intermedio

QA / DevOps	Pruebas, CI/CD, despliegue	Automatización + Git
Analista funcional	Historias de usuario, validación normativa	Experto BIA / SCRUM PO

Fuente: [Elaboración propia](#)

7.6 Presupuesto y esfuerzo

Tabla 11 Presupuesto y esfuerzo

Concepto	Valor
Esfuerzo disponible	5 personas × 4 meses = 20 person-months
Costo mensual por persona	USD 1,000
Costo total estimado	USD 20,000
Costo por sprint	USD 2,500
Costo por funcionalidad crítica	USD 2,000–2,500 aprox.

Fuente: [Elaboración propia](#)

7.7 Recomendaciones finales

- Documentar cada funcionalidad con criterios de aceptación claros y pruebas automatizadas.
- Validar el MVP con usuarios clave al final de cada sprint para asegurar alineación normativa.
- Planificar el siguiente release para incluir funcionalidades avanzadas: impacto legal/reputacional, control de versiones, evidencias, integración con RM/ERP.

- Mantener trazabilidad entre requisitos normativos y funcionalidades entregadas para facilitar auditoría.

8 Análisis de mejora en el rendimiento del BIA

8.1 Reducción del tiempo de ejecución

Tabla 12 Reducción del tiempo de ejecución

Actividad	Antes (manual)	Después (automatizado)	Mejora estimada
Registro de procesos	3–5 días	1 día	–70%
Mapeo de dependencias	5–7 días	2 días	–60%
Evaluación de impactos	7–10 días	2–3 días	–70%
Cálculo de RTO/RPO	2 días	Automático	–100%
Generación de reportes	2–3 días	Instantáneo	–100%
Validación y aprobación	3–5 días	1–2 días	–60%

Fuente: [Elaboración propia](#)

Mejora global estimada: reducción del ciclo completo de ejecución del BIA de ≈ 30 días a menos de 10 días, lo que representa una mejora de $\approx 65\text{--}70\%$ en tiempo operativo.

8.2 Mejora en la calidad y precisión de los datos

- Validaciones automáticas reducen errores humanos en fórmulas, dependencias y métricas.
- Cálculo estandarizado de RTO, RPO y MTPD garantiza coherencia entre procesos.
- Trazabilidad completa de versiones y cambios permite auditoría efectiva.
- Visualización dinámica facilita la interpretación de resultados por parte de dirección.

Resultado: mayor confiabilidad en los datos del BIA, lo que fortalece la toma de decisiones estratégicas y el cumplimiento normativo.

8.3 Mejora en seguridad y cumplimiento

- Control de acceso por roles (RBAC) evita modificaciones no autorizadas.
- Cifrado en tránsito (HTTPS) y autenticación segura protegen información sensible.
- Evidencias adjuntas y logs de auditoría cumplen con requisitos de trazabilidad exigidos por la SIBOIF.
- Reportes alineados con la norma CD-SIBOIF-611-1-ENE22-2010 listos para inspección.

Resultado: cumplimiento más robusto, reducción de riesgos regulatorios y fortalecimiento institucional.

8.4 Mejora en el aprovechamiento estratégico del BIA

- Los resultados del BIA se integran directamente con la planificación de infraestructura tecnológica.
- Identificación automática de procesos críticos permite priorizar inversiones en redundancia, recuperación y continuidad.
- Paneles ejecutivos permiten a la alta dirección visualizar riesgos operativos en tiempo real.

Resultado: el BIA deja de ser un ejercicio documental y se convierte en una herramienta estratégica de gestión.

8.5 Impacto económico y operativo

- Reducción de horas-hombre dedicadas al BIA (estimación: de 160 horas a menos de 50 por ciclo).
- Menor dependencia de hojas de cálculo y correos electrónicos.
- Menor riesgo de reprocesos y observaciones regulatorias.
- Ahorro estimado por ciclo: USD 3,000–5,000 en tiempo, errores y cumplimiento.

8.6 Conclusión

La implementación del sistema automatizado para el BIA representa una mejora sustancial en rendimiento, calidad, seguridad y valor estratégico. No solo optimiza el proceso operativo, sino que transforma el BIA en un activo institucional que fortalece la resiliencia, el cumplimiento y la toma de decisiones.

9 Discusión de Resultados o Hallazgos

La investigación realizada permitió identificar hallazgos relevantes que confirman la necesidad de automatizar el proceso de Análisis de Impacto al Negocio (BIA) en instituciones financieras nicaragüenses. A partir del levantamiento de información, entrevistas y revisión documental, se evidenció que el enfoque manual basado en hojas de cálculo presenta limitaciones significativas en cuanto a trazabilidad, seguridad, eficiencia operativa y capacidad de análisis estratégico.

Uno de los hallazgos más relevantes fue la desconexión entre los resultados del BIA y la planificación de infraestructura tecnológica. Aunque el BIA genera información crítica sobre procesos, recursos y tiempos de recuperación, esta no se traduce

sistemáticamente en decisiones sobre inversión, redundancia o arquitectura resiliente. El sistema propuesto busca cerrar esta brecha, convirtiendo los datos del BIA en insumos estratégicos para la gestión de TI.

Asimismo, se constató que la normativa CD-SIBOIF-611-1-ENE22-2010 establece obligaciones claras en materia de gestión del riesgo operacional, pero no especifica herramientas tecnológicas para su cumplimiento. Esto abre una oportunidad para que las instituciones adopten soluciones digitales que faciliten la documentación, el monitoreo y la auditoría del proceso BIA.

Los resultados también revelan patrones comunes entre las instituciones: fragmentación de la información, dependencia de formatos no estructurados, y resistencia al cambio tecnológico. Estos factores refuerzan la necesidad de un sistema que no solo automatice el proceso, sino que lo haga accesible, seguro y alineado con la cultura organizacional.

Finalmente, se validó la viabilidad técnica del sistema propuesto mediante el modelo COCOMO II, confirmando que su desarrollo es factible dentro de los recursos disponibles, y que puede escalarse progresivamente a otras entidades del sector financiero.

10 Conclusiones

El desarrollo de un sistema automatizado para la ejecución del Análisis de Impacto al Negocio (BIA) representa una respuesta efectiva a las limitaciones del enfoque manual predominante en las instituciones financieras nicaragüenses. La normativa CD-SIBOIF-611-1-ENE22-2010 establece la obligación de gestionar el riesgo operacional de forma estructurada, y el BIA constituye una herramienta clave para cumplir con este mandato.

La investigación evidenció que el uso de hojas de cálculo como Excel compromete la trazabilidad, seguridad, eficiencia y utilidad estratégica del BIA. En contraste, el sistema propuesto permite centralizar la información crítica, automatizar cálculos, generar reportes ejecutivos y fortalecer la resiliencia institucional. Además, convierte los resultados del BIA en insumos valiosos para la planificación de infraestructura tecnológica, alineando la continuidad operativa con la toma de decisiones estratégicas.

El proyecto es viable técnica, operativa, legal y económicamente, y puede escalarse a otras entidades del sector financiero con adaptaciones mínimas.

11 Recomendaciones

- a. Implementar el sistema propuesto en una institución piloto, validando su funcionalidad, usabilidad y alineación normativa antes de su despliegue completo.
- b. Establecer un programa de capacitación para los usuarios clave, enfocado en la interpretación de resultados del BIA y su integración en la planificación estratégica.
- c. Promover la adopción del sistema como parte del marco de control interno, vinculándolo con modelos como COSO y COBIT para fortalecer la gobernanza de TI.
- d. Mantener actualizados los datos del sistema mediante procesos periódicos de revisión, validación y retroalimentación interdepartamental.
- e. Evaluar la posibilidad de integrar el sistema con plataformas de gestión de riesgos, ERP y soluciones de continuidad existentes, potenciando su valor institucional.

12 Referencias

- COSO. (2017). *Enterprise Risk Management—Integrating with Strategy and Performance*. Committee of Sponsoring Organizations of the Treadway Commission. <https://www.coso.org>
- ISO. (2019). *ISO 22301:2019 Security and resilience — Business continuity management systems — Requirements*. International Organization for Standardization. <https://www.iso.org/standard/75106.html>
- ISO. (2018). *ISO 31000:2018 Risk management — Guidelines*. International Organization for Standardization. <https://www.iso.org/standard/65694.html>
- Superintendencia de Bancos y de Otras Instituciones Financieras (SIBOIF). (2010). *Normativa sobre Gestión del Riesgo Operacional*. CD-SIBOIF-611-1-ENE22-2010.
- ISACA. (2012). *COBIT 5: A Business Framework for the Governance and Management of Enterprise IT*. Information Systems Audit and Control Association.
- Boehm, B. W. (2000). *Software Cost Estimation with COCOMO II*. Prentice Hall.
- Sommerville, I. (2016). *Software Engineering* (10th ed.). Pearson Education.
- Pressman, R. S. (2014). *Software Engineering: A Practitioner's Approach* (8th ed.). McGraw-Hill Education.
- Schwaber, K., & Sutherland, J. (2020). *The Scrum Guide*. [Scrum.org](https://scrumguides.org).
<https://scrumguides.org>
- Laudon, K. C., & Laudon, J. P. (2020). *Management Information Systems: Managing the Digital Firm* (16th ed.). Pearson.

13 Anexos

Anexo 1 Diseño de la entrevista:

Entrevista

Diseño del Sistema de Información para automatizar el Análisis de Impacto al Negocio (BIA)

I. Datos de la entrevista

- Fecha: _____
- Lugar / Modalidad: _____
- Entrevistador: _____
- ID entrevistado: _____
- Nombre (opcional): _____
- Cargo / Área: _____
- Tiempo en el puesto: _____

II. Guion de entrevista (secciones y preguntas)

A. Datos iniciales y contexto

1. ¿Cuál es su rol y responsabilidad en el proceso de BIA dentro de la institución?
2. ¿Con qué frecuencia realizan el BIA y qué herramientas utilizan actualmente?

B. Flujo actual y prácticas operativas

3. Describa, paso a paso, cómo se ejecuta el BIA hoy (recolección, validación, cálculo y reporte).
4. ¿Qué plantillas o formatos utilizan? ¿Cómo se comparten y almacenan?

C. Problemas, errores y limitaciones

5. ¿Qué dificultades y errores comunes detecta en el proceso manual con Excel? Dé ejemplos.
6. ¿Ha recibido observaciones de auditoría relacionadas con el BIA? ¿Cuáles?

D. Requerimientos funcionales y expectativas

7. Priorice hasta 3 funcionalidades imprescindibles en un sistema automatizado para BIA.
8. ¿Qué formatos de reporte y datos deben generarse automáticamente? ¿Con qué periodicidad?

E. Requisitos no funcionales y seguridad

9. ¿Qué niveles de disponibilidad y seguridad exige la institución para este sistema? (SLA, cifrado, retención de logs)
10. ¿Qué controles de acceso y evidencias necesita la auditoría (firmas, aprobaciones, historial)?

F. Integración y uso estratégico

11. ¿Qué integraciones con sistemas existentes son críticas (ERP, RM, AD, CMDB)?
12. ¿Qué KPIs o visualizaciones necesita Gerencia/TI para tomar decisiones?

G. Aceptación, capacitación y adopción

13. ¿Qué barreras prevé para la adopción del sistema y cómo se podrían mitigar?
14. ¿Qué tipo de capacitación y materiales serían necesarios para usuarios y supervisores?

H. Validación normativa y evidencia

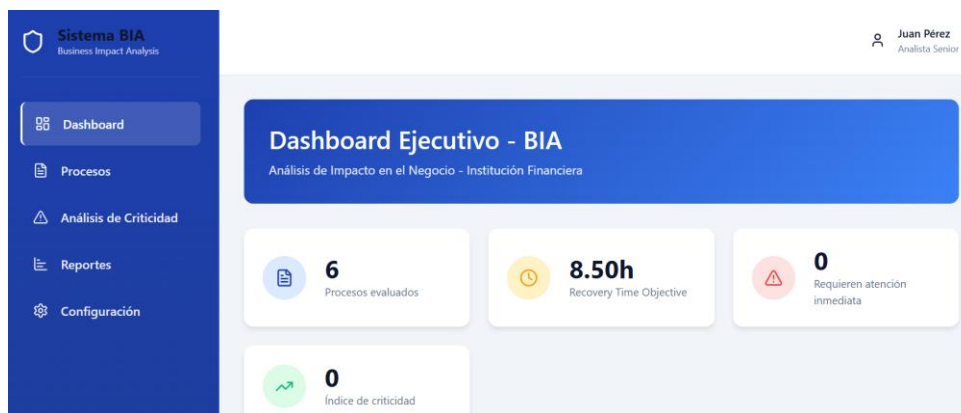
15. ¿Qué evidencias/documentos exige la SIBOIF o auditoría interna que el sistema debe generar? (formatos, periodicidad, responsables)

I. Cierre

16. ¿Alguna preocupación, sugerencia o requisito adicional que no hayamos tratado?

Anexo 2 Diseño de Interfaz de usuario:

Pantalla principal:



Gestión de procesos:

Gestión de Procesos
Administrar procesos críticos del negocio

+ Nuevo Proceso

Buscar procesos... Todas las categorías

Procesos Críticos del Negocio
Gestión y análisis de procesos institucionales

PROCESO	DUEÑO/UNIDAD	RTO/RPO/MTD	IMPACTOS	CRITICIDAD	ACCIONES
P-001 Compensación Interbancaria Liquidación de transacciones interbancarias	Gerencia de Operaciones	2h / 1h / 6h	● ● ● ● ●	SIN DATOS Score: 0	👁️ 📄 🗑️
P-002 Atención Banca en Línea Portal web y app móvil	Canales Digitales Banca Digital	4h / 2h / 8h	● ● ● ● ●	SIN DATOS Score: 0	👁️ 📄 🗑️

Agregar un nuevo proceso:

Nuevo Proceso

Información Básica

Código

Nombre

Dueño

Unidad

Descripción

Objetivos de Tiempo

RTO (horas)

RPO (horas)

MTD (horas)

4

2

8

Score

Análisis de criticidad del proceso:



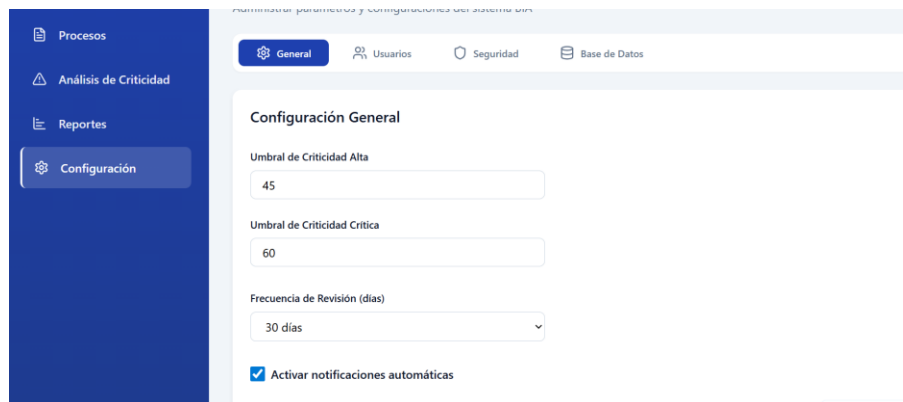
Evaluación de impacto por tipo de riesgo:



Módulo de generación de reportes y trazabilidad:



Configuración del sistema:



The screenshot shows the 'Configuración' (Configuration) page of the BIA system. The left sidebar contains a menu with 'Procesos', 'Análisis de Criticidad', 'Reportes', and 'Configuración' (selected). The main content area has a sub-menu with 'General', 'Usuarios', 'Seguridad', and 'Base de Datos'. The 'General' tab is active, displaying the 'Configuración General' section. It includes input fields for 'Umbral de Criticidad Alta' (set to 45) and 'Umbral de Criticidad Crítica' (set to 60), a dropdown for 'Frecuencia de Revisión (días)' (set to 30 días), and a checked checkbox for 'Activar notificaciones automáticas'.

Gestión de usuarios:



The screenshot shows the 'Gestión de Usuarios' (User Management) page in the BIA system. The left sidebar contains a menu with 'Dashboard', 'Procesos', 'Análisis de Criticidad', 'Reportes', and 'Configuración' (selected). The main content area has a sub-menu with 'General', 'Usuarios', 'Seguridad', and 'Base de Datos'. The 'Usuarios' tab is active, displaying the 'Gestión de Usuarios' section. It includes a '+ Nuevo Usuario' button and a table with columns: USUARIO, NOMBRE, EMAIL, ROL, ESTADO, and ACCIONES.