



PROYECTO DE INTEGRACIÓN

MODELO DE GESTIÓN DE INDICADORES DE SOSTENIBILIDAD SOPORTADO EN SISTEMAS DE INFORMACIÓN

Mary Isabella Lugo Angarita

Nicolás Anzola Guzmán

Leon Velásquez Elizabeth

Universidad Ean

Facultad de Ingeniería

Bogotá, Colombia

2025

Resumen

Este proyecto tiene como finalidad diseñar un modelo de gestión de indicadores de sostenibilidad soportado en sistemas de información, aplicado al sector agroindustrial en Colombia, tomando como caso de estudio la empresa Manuelita S.A. La investigación busca responder a la necesidad de las organizaciones agroindustriales de medir, monitorear y mejorar su desempeño en los ámbitos económico, social y ambiental de manera estructurada y con el respaldo de herramientas tecnológicas.

La propuesta desarrolla un marco metodológico para identificar indicadores clave de sostenibilidad (KPIs), establecer procesos de recolección de datos y desplegar un sistema de información que optimice el análisis y la toma de decisiones. Esto elevará la competitividad, garantizará el cumplimiento normativo y reforzará el compromiso social y ambiental de Manuelita, con potencial de replicación en otras empresas del sector.

Palabras clave: sostenibilidad, indicadores de gestión, sistemas de información, agroindustria, modelo de gestión, Colombia.

Tabla de contenido

Resumen	2
Introducción	5
Alcance del proyecto	6
Objetivos	7
Objetivo general	7
Objetivos específicos	7
Definición del problema	8
Pregunta de investigación	9
Justificación	10
Análisis de Requerimientos	11
Análisis de Restricciones	13
1. Restricciones ambientales	13
2. Restricciones económicas	13
3. Restricciones legales y regulatorias	13
4. Restricciones de salud y seguridad	13
5. Restricciones socioculturales	14
6. Restricciones técnicas	14
7. Restricciones de tiempo	14
Metodología para la selección y desarrollo de la solución	15
Fase 0. Preparación / Alcance	15
Fase 1. Identificación inicial de indicadores	15
Fase 2. Criterios y priorización	15
Fase 3. Definición técnica de cada KPI	15
Fase 4. Diseño del modelo de gestión	15
Fase 5. Arquitectura del sistema de información	16
Fase 6. Desarrollo e implementación piloto	16
Fase 7. Evaluación y escalamiento	16
Fase 8. Mantenimiento y mejora continua	16
Alineación de los Indicadores con los Estándares GRI	18
Análisis de costos	20
Fase 1. Infraestructura tecnológica	20
Fase 2. Desarrollo del sistema	20

Fase 3. Capacitación y gestión del cambio	20
Fase 4. Mantenimiento y soporte anual.....	21
Prototipado	22
Conclusiones	23
REFERENCIAS	24

Introducción

El sector agroindustrial colombiano enfrenta retos crecientes en sostenibilidad por presiones regulatorias, exigencias del mercado internacional y expectativas sociales sobre su impacto ambiental y social. En este contexto, surge la necesidad de herramientas de gestión que evalúen integralmente el desempeño sostenible, facilitando decisiones estratégicas.

La empresa Manuelita S.A., con más de 150 años de trayectoria en el sector azucarero, bioenergético y agroindustrial, representa un referente empresarial en Colombia y América Latina en la implementación de prácticas sostenibles. Sin embargo, la gestión de indicadores aún enfrenta desafíos relacionados con la integración de información, la estandarización de métricas y la articulación de los tres pilares de la sostenibilidad: económico, social y ambiental.

Este proyecto plantea el diseño de un modelo de gestión de indicadores de sostenibilidad soportado en sistemas de información, que permita fortalecer el monitoreo, la evaluación y la generación de reportes, contribuyendo al cumplimiento de objetivos estratégicos y estándares internacionales como los ODS (Objetivos de Desarrollo Sostenible), el GRI (Global Reporting Initiative) y la normatividad ambiental nacional.

Alcance del proyecto

Este trabajo propone diseñar un modelo de gestión de indicadores de sostenibilidad soportado en un sistema de información para Manuelita S.A. El enfoque central es la gestión: organizar procesos, roles, flujos de información, gobernanza y arquitectura tecnológica que permitan recolectar, validar, consolidar y reportar indicadores. No obstante, considerando que la empresa puede requerir estandarización o ajuste de indicadores existentes, el proyecto incluye una fase inicial de identificación y validación de indicadores (si se detecta ausencia o inconsistencia en el catálogo actual). Las decisiones sobre criterios y priorización se basarán en estándares internacionales y en información interna de Manuelita.

Objetivos

Objetivo general

Diseñar un modelo de gestión de indicadores de sostenibilidad con apoyo en sistemas de información para la empresa Manuelita S.A., que permita fortalecer la medición, análisis y toma de decisiones en el ámbito económico, social y ambiental.

Objetivos específicos

1. Identificar los indicadores clave de sostenibilidad relevantes para el sector agroindustrial y la empresa Manuelita S.A., alineados con estándares internacionales y normativas nacionales.
2. Analizar los procesos actuales, procesamiento y gestión de datos relacionados con sostenibilidad en la empresa.
3. Proponer una arquitectura de sistema de información que integre los indicadores de sostenibilidad y facilite la visualización y el reporte en tiempo real.

Definición del problema

La sostenibilidad se ha convertido en un requisito indispensable para la permanencia y competitividad de las empresas agroindustriales. Sin embargo, en Colombia, gran parte de estas organizaciones carecen de modelos de gestión integrados que permitan medir y analizar de manera eficiente los indicadores relacionados con su desempeño ambiental, social y económico.

En el caso de Manuelita S.A., aunque existen esfuerzos notables en prácticas de sostenibilidad, los procesos de seguimiento y consolidación de la información presentan dificultades asociadas a:

Fragmentación de los datos en diferentes áreas y sistemas.

Falta de estandarización en la definición y medición de indicadores.

Escasa integración de herramientas tecnológicas que permitan análisis predictivo y reportes dinámicos.

Necesidad de cumplir con estándares internacionales (GRI, ODS) y exigencias del mercado global en cuanto a sostenibilidad.

Pregunta de investigación

¿El modelo de gestión de indicadores de sostenibilidad soportado en sistemas de información propuesto permitirá a Manuelita S.A. fortalecer sus procesos de medición, análisis y toma de decisiones en los ámbitos económico, social y ambiental?

Esta pregunta se evaluará mediante métricas operativas como reducción en tiempo de consolidación de reportes, aumento en la cobertura de datos de KPIs críticos, cumplimiento de requisitos GRI/ODS en indicadores seleccionados y nivel de satisfacción de usuarios internos con el sistema.

Justificación

Relevancia empresarial: Manuelita S.A. es un actor clave en el sector agroindustrial colombiano y latinoamericano. Implementar un modelo de gestión de indicadores permitirá fortalecer su desempeño corporativo y generar un referente replicable en otras empresas del sector.

Impacto social y ambiental: El proyecto contribuye a la construcción de estrategias de desarrollo sostenible, en coherencia con los ODS, aportando a la reducción de impactos ambientales, la inclusión social y el fortalecimiento de comunidades locales.

Aporte académico y tecnológico: El diseño de un modelo de gestión soportado en sistemas de información permitirá integrar teoría y práctica, abriendo puertas a investigaciones futuras en innovación tecnológica aplicada al sector agroindustrial.

Análisis de Requerimientos

El propósito del sistema es ayudar a Manuelita a tener en un solo lugar toda la información relacionada con sostenibilidad. De esta forma, se podrá consultar de manera rápida y organizada cómo está la empresa en temas sociales, ambientales y económicos. Además, se busca que los resultados sean fáciles de entender para que los directivos y colaboradores puedan tomar decisiones oportunas.

Verificación de parámetros de diseño

El modelo propuesto debe cumplir con ciertos criterios básicos:

Ser fácil de usar, para que personas de distintas áreas puedan manejarlo sin dificultades.

Ser flexible y adaptable, de manera que en el futuro se puedan agregar más indicadores o funcionalidades.

Poder integrarse con sistemas existentes en la compañía, evitando duplicar esfuerzos o información.

Cuidar la seguridad de los datos, porque se trata de información sensible para la empresa.

Estimación de características del diseño

Se espera que el sistema:

Muestre reportes y gráficos de manera ágil, permitiendo analizar la información casi en tiempo real.

Tenga la capacidad de almacenar grandes cantidades de datos relacionados con producción, consumo de recursos e impacto social.

Ofrezca herramientas de análisis que ayuden a proyectar escenarios futuros.

Sea accesible desde distintos dispositivos, facilitando el uso por responsables en campo y oficina.

Análisis de Restricciones

Los problemas de ingeniería pueden tener múltiples soluciones, pero también restricciones que limitan las alternativas. Para este proyecto se identifican las siguientes restricciones:

1. Restricciones ambientales

Cumplimiento de normativas sobre emisiones, uso del agua y manejo de residuos.

Necesidad de mediciones precisas para indicadores ambientales (ej.: GHG), lo cual puede requerir equipos certificados.

2. Restricciones económicas

Presupuesto para desarrollo e implementación del SI (licencias, infraestructura, sensores).

Costos recurrentes de operación y soporte.

Necesidad de justificar inversión mediante retorno o beneficios tangibles.

3. Restricciones legales y regulatorias

Protección de datos personales y confidencialidad de información sensible según normativa colombiana.

Requisitos regulatorios sectoriales y condiciones para exportación.

4. Restricciones de salud y seguridad

Protocolos y equipos de protección para recolección de datos en campo.

5. Restricciones socioculturales

Resistencia al cambio y necesidad de capacitación del personal.

Coordinación entre áreas con objetivos y prioridades distintas.

6. Restricciones técnicas

Integración con sistemas heredados (ERP, SCADA).

Limitaciones de conectividad en zonas rurales que afectan la recolección en tiempo real.

Calidad y disponibilidad de datos históricos.

7. Restricciones de tiempo

Plazos para auditorías externas y reportes obligatorios.

Cómo usar el análisis de restricciones:

Mapear restricciones frente a alternativas y priorizar soluciones que cumplan las restricciones críticas (legales, de salud y seguridad, económicas).

Diseñar mitigaciones para restricciones no críticas (pilotos, capacitación, mejora de conectividad).

Metodología para la selección y desarrollo de la solución

Se propone una metodología en fases que combina selección de indicadores, diseño del modelo de gestión y desarrollo/validación del SI.

Fase 0. Preparación / Alcance

Revisión del informe de sostenibilidad de Manuelita y entrevistas con stakeholders (Sostenibilidad, Operaciones, TI, Finanzas, Legal).

Definición del alcance: unidades de negocio y fronteras geográficas.

Fase 1. Identificación inicial de indicadores

Revisión de estándares (GRI, ODS, ISO 26000) y benchmarking sectorial.

Incorporación de indicadores que Manuelita ya reporta.

Fase 2. Criterios y priorización

Definición de criterios (relevancia estratégica, disponibilidad de datos, costo de medición, alineamiento con GRI/ODS).

Asignación de pesos y aplicación de un método multicriterio (scoring ponderado o AHP) para priorizar KPIs.

Fase 3. Definición técnica de cada KPI

Fórmula de cálculo, unidad, meta, periodicidad, fuente de datos, responsable y controles de calidad.

Fase 4. Diseño del modelo de gestión

Roles y responsabilidades (propietario del KPI, responsable de medición, analista, validador).

Flujos de datos: captura → ETL → almacén → capa analítica → dashboards.

Gobernanza de datos: nomenclatura, validación y auditoría interna.

Fase 5. Arquitectura del sistema de información

Especificación técnica: integraciones (ERP, IoT), base de datos, procesos ETL, herramientas BI.

Decisión nube vs on-premises según restricción económica y conectividad.

Medidas de seguridad y control de accesos.

Fase 6. Desarrollo e implementación piloto

Piloto en una unidad o con KPIs críticos.

Validación de usabilidad, calidad de datos y tiempos de consolidación.

Fase 7. Evaluación y escalamiento

Medición frente a métricas de desempeño del sistema (tiempo de consolidación, % de indicadores automatizados, reducción de errores).

Ajustes y escalamiento.

Fase 8. Mantenimiento y mejora continua

Ciclo de revisión semestral: actualización de KPIs, metas y auditoría.

Selección de alternativa (función objetivo y multicriterio)

Se recomienda usar un análisis multicriterio que combine criterios económicos, ambientales y sociales (peso relativo según la estrategia de Manuelita).

Realizar análisis de sensibilidad para ver efectos de cambios en pesos.

Entregables propuestos

Matriz de priorización de KPIs.

Catálogo técnico de indicadores.

Diagrama de la arquitectura del SI.

Plan piloto y KPIs del proyecto.

Alineación de los Indicadores con los Estándares GRI

Con el fin de asegurar que los indicadores propuestos en el modelo de gestión estén alineados con estándares internacionales de sostenibilidad, se realizó una selección basada en los lineamientos de la Global Reporting Initiative (GRI).

La tabla siguiente presenta los indicadores priorizados para Manuelita S.A. de acuerdo con su actividad agroindustrial, relacionándolos con los estándares GRI que aplican al sector azucarero y bioenergético. Esta alineación facilita la estandarización del reporte de desempeño sostenible, mejora la comparabilidad con otras empresas del sector y fortalece la transparencia frente a los grupos de interés nacionales e internacionales.

Indicador Propuesto para Manuelita S.A.	Dimensión	Código GRI Asociado	Estándar GRI
Consumo de agua por tonelada de caña procesada	Ambiental	GRI 303-5	Consumo de agua
Eficiencia energética por tonelada de caña molida	Ambiental	GRI 302-3	Intensidad energética
Emisiones de GEI del proceso productivo (CO ₂ eq)	Ambiental	GRI 305-1 / 305-2	Emisiones directas e indirectas
% de bagazo y subproductos utilizados como bioenergía	Ambiental	GRI 306-4	Residuos reciclados y recuperados
Calidad del vertimiento y cumplimiento normativo del agua residual industrial	Ambiental	GRI 303-2	Gestión del agua y vertimientos
% de residuos agroindustriales aprovechados (orgánicos, vinazas, ceniza)	Ambiental	GRI 306-3	Generación de residuos
Índice de accidentes laborales y severidad	Social	GRI 403-9	Lesiones y seguridad ocupacional

Programas de bienestar y formación del trabajador rural	Social	GRI 404-2	Desarrollo de habilidades y formación
Nivel de satisfacción laboral de los colaboradores	Social	GRI 401-2	Beneficios para los empleados
Empleo local rural y contratación de comunidades de influencia	Social	GRI 202-2	Contratación local
Inversión social en comunidades cañeras y proyectos de desarrollo rural	Social	GRI 413-1	Impacto en comunidades locales
Rentabilidad sostenible del negocio azucarero y bioenergético	Económica	GRI 201-1	Desempeño económico

Análisis de costos

El desarrollo del modelo de gestión de indicadores de sostenibilidad y su sistema de información asociado implica costos distribuidos en cuatro componentes principales: infraestructura tecnológica, desarrollo de software, capacitación y mantenimiento.

Fase 1. Infraestructura tecnológica

Incluye la adquisición o adecuación de servidores, licencias de base de datos y herramientas de análisis de datos (BI).

- Servidor o nube empresarial (Azure/AWS): \$7.000.000 COP anuales
- Licencias y herramientas BI (Power BI/ Tableau): \$2.500.000 COP
- Equipos de respaldo y comunicaciones: \$1.200.000 COP

Subtotal: \$10.700.000 COP

Fase 2. Desarrollo del sistema

Corresponde a la fase de diseño, programación, pruebas y despliegue del sistema de información.

- Diseño de arquitectura y base de datos: \$4.000.000 COP
- Desarrollo del software (interfaz, dashboards, reportes): \$6.000.000 COP
- Pruebas funcionales y validación piloto: \$2.000.000 COP

Subtotal: \$12.000.000 COP

Fase 3. Capacitación y gestión del cambio

Incluye la formación de los usuarios internos y acompañamiento inicial.

- Capacitaciones y manuales de usuario: \$2.000.000 COP
- Acompañamiento y soporte durante el piloto: \$1.500.000 COP

Subtotal: \$3.500.000 COP

Fase 4. Mantenimiento y soporte anual

Cubren la actualización de KPIs, revisión de reportes, respaldo de datos y soporte técnico.

- Soporte técnico y mantenimiento del sistema: \$2.000.000 COP anuales

Total estimado inicial del proyecto: \$28.200.000 COP

El análisis evidencia que la mayor inversión corresponde al desarrollo del sistema. Sin embargo, los beneficios esperados en eficiencia operativa, cumplimiento normativo y toma de decisiones justifican el costo, generando un retorno positivo en el mediano plazo.

Estos costos serán asumidos como una inversión estratégica de la empresa, orientada al fortalecimiento de la gestión sostenible y transformación digital del negocio. La naturaleza de la inversión es de capital tecnológico y organizacional, con retorno esperado en el mediano plazo, debido a la optimización de procesos, reducción de reprocesos, mejoramiento del desempeño sostenible y fortalecimiento del posicionamiento corporativo frente a stakeholders.

Prototipado

Para validar la viabilidad del modelo propuesto, se plantea el desarrollo de un prototipo funcional del sistema de información de sostenibilidad. Este prototipo tendrá las siguientes características:

- Módulo de registro de indicadores: interfaz que permite ingresar los KPIs definidos en el modelo (económicos, sociales y ambientales).
- Módulo de visualización: panel interactivo con gráficos de barras, líneas y semáforos de desempeño, mostrando la evolución de indicadores.
- Módulo de análisis: generación automática de reportes de sostenibilidad alineados con GRI y ODS.
- Base de datos centralizada: consolidación de información proveniente de diversas áreas de Manuelita (producción, talento humano, medio ambiente).
- Pruebas piloto: realizadas con tres indicadores clave: consumo de agua por tonelada de caña, porcentaje de residuos aprovechados y nivel de satisfacción laboral.

El prototipo se desarrollará utilizando herramientas de código abierto como MySQL, Python y Power BI para visualización, garantizando escalabilidad y reducción de costos.

Conclusiones

El diseño de un modelo de gestión de indicadores de sostenibilidad soportado en sistemas de información permitirá a Manuelita S.A. consolidar y analizar su desempeño de manera integral.

La propuesta contribuye al cumplimiento de estándares internacionales como GRI y ODS, fortaleciendo la reputación y competitividad de la empresa.

La incorporación de un sistema digital mejora la eficiencia, reduce errores humanos y facilita la toma de decisiones basada en datos.

Las principales limitaciones del proyecto se relacionan con los costos iniciales de implementación y la resistencia al cambio organizacional, aspectos que pueden mitigarse mediante capacitación y comunicación efectiva.

La propuesta es considerada factible para Manuelita S.A., ya que la compañía cuenta con capacidades tecnológicas y organizacionales que favorecen su implementación. Aunque requiere una inversión inicial y estrategias de gestión del cambio para su adopción, los beneficios superan los costos y aportan ventajas competitivas, operativas y reputacionales, lo que respalda la viabilidad técnica, económica y administrativa del proyecto.

A futuro, el sistema podría escalarse para incluir análisis predictivo de sostenibilidad mediante inteligencia artificial, extendiendo su aplicación a otras empresas del sector agroindustrial colombiano

REFERENCIAS

- Global Reporting Initiative (GRI). (2020). GRI standards: Universal standards. Global Sustainability Standards Board. <https://www.globalreporting.org/>
- Manuelita S.A. (2023). Informe de sostenibilidad 2022-2023. <https://www.manuelita.com>
- Naciones Unidas. (2015). Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el desarrollo sostenible. Organización de las Naciones Unidas. <https://sdgs.un.org/es/goals>
- Portafolio. (2022, 11 de abril). Agroindustria y sostenibilidad: el reto del futuro en Colombia. Portafolio. <https://www.portafolio.co>
- Rojas, D. C., & López, J. M. (2021). Gestión de la sostenibilidad en empresas agroindustriales colombianas: retos y oportunidades. *Revista Facultad de Ciencias Económicas*, 29(2), 45–60. <https://doi.org/10.18359/rfce.5296>