

<https://doi.org/10.69639/arandu.v13i2.2256>

Inteligencia Artificial y *Balanced Scorecard*: Fundamentos Teóricos y Aplicación Práctica en el Sector Construcción

Artificial Intelligence and Balanced Scorecard: Theoretical Foundations and Practical Application in the Construction Sector

Jaime Vladimir Sancho Zurita

jsancho@itsjapon.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0002-5915-2100>

Instituto Tectológico Universitario Japon
Ecuador- Quito

Lourdes Elena Monge Amores

emonge@udet.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0003-0976-7606>

Universidad de Especialidades Turísticas
Ecuador- Quito

Jairo Mauricio Benavides Castillo

Jairo.benavides@byz.com.ec

<https://orcid.org/0009-0003-8087-0902>

Investigador Independiente
Ecuador- Quito

Gonzalo Napoleón Cadena Echeverría

gcadena@udet.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0002-5875-9234>

Universidad de Especialidades Turísticas
Quito – Ecuador

Ximena Luz Crespo Núñez

xi-luz@hotmail.com

<https://orcid.org/0000-0001-9622-089X>

Universidad Central de Querétaro
Quito – Ecuador

Artículo recibido: 18 febrero 2026 - Aceptado para publicación: 20 marzo 2026
Conflictos de intereses: Ninguno que declarar

RESUMEN

El *Balanced Scorecard* (BSC) constituye uno de los marcos de gestión estratégica más influyentes de las últimas tres décadas, permitiendo a las organizaciones traducir su visión en objetivos e indicadores balanceados entre perspectivas financieras y no financieras. Sin embargo, su naturaleza retrospectiva limita su capacidad para anticipar escenarios futuros en entornos empresariales caracterizados por alta volatilidad e incertidumbre. Este artículo investiga cómo la Inteligencia Artificial (IA) puede potenciar el BSC, transformándolo de un sistema de medición histórica a un motor de gestión predictiva y prescriptiva. Mediante un estudio de caso de LAROCA, empresa constructora ecuatoriana, se analiza la aplicación de técnicas de IA,

procesamiento de lenguaje natural y optimización en las cuatro perspectivas del BSC. Los hallazgos revelan que la IA no reemplaza la estructura conceptual del BSC, sino que la potencia mediante la predicción de flujos de efectivo, optimización de inventarios, análisis de sentimiento de clientes, mantenimiento predictivo de activos y prevención de rotación de talento. La investigación contribuye a la literatura sobre gestión estratégica al proponer un modelo integrado que combina marcos clásicos (BSC, cadena de valor, FODA) con capacidades analíticas avanzadas, ofreciendo implicaciones prácticas para directivos del sector construcción.

Palabras clave: balanced scorecard, inteligencia artificial, machine learning, análisis predictivo, cadena de valor

ABSTRACT

The Balanced Scorecard (BSC) has been one of the most influential strategic management frameworks of the past three decades, enabling organizations to translate their vision into balanced objectives and indicators across financial and non-financial perspectives. However, its retrospective nature limits its ability to anticipate future scenarios in business environments characterized by high volatility and uncertainty. This article investigates how Artificial Intelligence (AI) can enhance the BSC, transforming it from a historical measurement system into a predictive and prescriptive management engine. Through a case study of LAROCA, an Ecuadorian construction company, it analyzes the application of IA, natural language processing, and optimization across the four BSC perspectives. The findings reveal that AI does not replace the BSC's conceptual structure but enhances it through cash flow prediction, inventory optimization, customer sentiment analysis, predictive asset maintenance, and talent turnover prevention. The research contributes to the strategic management literature by proposing an integrated model that combines classic frameworks (BSC, value chain, SWOT) with advanced analytical capabilities, offering practical implications for construction sector managers.

Keywords: balanced scorecard, artificial intelligence, machine learning, predictive analytics, value chain

Todo el contenido de la Revista Científica Internacional Arandu UTIC publicado en este sitio está disponible bajo licencia Creative Commons Attribution 4.0 International. 

INTRODUCCIÓN

En un entorno empresarial caracterizado por la volatilidad, incertidumbre, complejidad y ambigüedad (entorno VICA), las organizaciones enfrentan el desafío de gestionar estratégicamente sus recursos con capacidad de anticipación (Bennett & Lemoine, 2014). La capacidad de predecir escenarios futuros se ha convertido en una ventaja competitiva crítica, especialmente en sectores intensivos en capital como la construcción, donde los márgenes de error son reducidos y las consecuencias de decisiones subóptimas pueden ser severas (Olawumi & Chan, 2018).

El Balanced Scorecard, desarrollado por Kaplan y Norton (1992, 1996), ha sido ampliamente adoptado como marco de gestión estratégica, permitiendo a las organizaciones equilibrar indicadores financieros con medidas de clientes, procesos internos y aprendizaje. Sin embargo, su naturaleza fundamentalmente retrospectiva constituye una limitación estructural significativa en contextos dinámicos (Kaplan & Norton, 2001; Niven, 2005). Como señalan Kaplan y Norton (2004), el BSC responde a la pregunta "¿qué pasó?" pero no a "¿qué pasará?".

Paralelamente, la Inteligencia Artificial ha emergido como una tecnología transformadora con aplicaciones crecientes en la gestión empresarial. Agrawal, Gans y Goldfarb (2018) argumentan que la IA reduce fundamentalmente el costo de la predicción, lo que altera la naturaleza de la toma de decisiones organizacionales.

Este artículo aborda la siguiente pregunta de investigación: ¿Cómo puede la Inteligencia Artificial potenciar el Balanced Scorecard como sistema de gestión estratégica predictiva en empresas del sector construcción?

Objetivo General

- Analizar la integración de la Inteligencia Artificial en el Balanced Scorecard para transformarlo en un sistema de gestión predictivo.

Objetivos Específicos

- Identificar las limitaciones del BSC tradicional en entornos dinámicos.
- Examinar las capacidades de la IA aplicables a la gestión estratégica.
- Analizar la aplicación de IA en las cuatro perspectivas del BSC mediante un estudio de caso.
- Proponer un modelo integrado de BSC aumentado por IA.
- Identificar desafíos y barreras para la implementación.

Esta investigación se fundamenta en los siguientes aspectos teóricos:

Orígenes y Fundamentos Conceptuales

El Balanced Scorecard surgió de un estudio de 1990 sobre medición de desempeño en empresas innovadoras, liderado por Robert S. Kaplan (Harvard Business School) y David P. Norton (Nolan Norton Institute). La investigación partió de la premisa de que los sistemas de

medición tradicionales, basados exclusivamente en indicadores financieros, eran inadecuados para guiar y evaluar la creación de valor en la era de la información (Kaplan & Norton, 1996, p. 7).

El BSC propone un marco de medición que complementa los indicadores financieros con medidas de desempeño no financieras, organizadas en cuatro perspectivas (Kaplan & Norton, 1996, pp. 47-126):

Tabla 1
Perspectivas del Balanced Scorecard

Perspectiva	Pregunta Fundamental	Indicadores Típicos
Financiera	¿Cómo nos ven los accionistas?	Rentabilidad, crecimiento de ingresos, flujo de efectivo, valor para el accionista
Cliente	¿Cómo nos ven los clientes?	Cuota de mercado, satisfacción, retención, adquisición, lealtad
Procesos Internos	¿En qué procesos debemos ser excelentes?	Eficiencia operativa, calidad, tiempos de ciclo, innovación, productividad
Aprendizaje y Crecimiento	¿Cómo podemos mejorar y crear valor?	Satisfacción de empleados, retención, productividad, capacidades tecnológicas, clima organizacional

Fuente: Adaptado de Kaplan & Norton (1996, pp. 47-126)

Mapas Estratégicos y Relaciones Causales

Kaplan y Norton (2004) desarrollaron el concepto de Mapas Estratégicos para representar las relaciones causales entre las cuatro perspectivas. Estos mapas articulan la hipótesis estratégica de la organización.

La formulación de las relaciones causales sigue la siguiente secuencia (Kaplan & Norton, 2004, pp. 31-34):

1. **Aprendizaje y Crecimiento** → **Procesos Internos**: Las capacidades de los empleados, sistemas de información y clima organizacional habilitan procesos internos superiores.
2. **Procesos Internos** → **Cliente**: La excelencia en procesos de gestión de operaciones, gestión de clientes, innovación y cumplimiento regulatorio genera valor para los clientes.
3. **Cliente** → **Financiera**: La satisfacción y lealtad de los clientes se traduce en crecimiento de ingresos, rentabilidad y valor para el accionista.

Limitaciones del BSC Tradicional

A pesar de su amplia adopción, el BSC tradicional presenta limitaciones significativas en contextos dinámicos (Niven, 2005; Parmenter, 2015):

Tabla 2
Limitaciones del Balanced Scorecard Tradicional

Limitación	Descripción	Implicación
Naturaleza retrospectiva	Los indicadores miden resultados pasados, no predicen futuros	Incapacidad para anticipar desviaciones y actuar preventivamente
Causalidad estática	Las relaciones causales se asumen como lineales y estables	Incapacidad para capturar relaciones no lineales y cambiantes
Frecuencia de medición	Los indicadores se miden periódicamente (mensual, trimestral)	Retraso en la detección de problemas emergentes
Dependencia de datos estructurados	Se basa en datos cuantitativos estructurados	Omisión de datos no estructurados (texto, imágenes, voz)
Alta dependencia del juicio humano	La interpretación y acción depende de análisis manual	Sesgos cognitivos, tiempos de reacción prolongados

Fuente: Elaboración propia a partir de Niven (2005), Parmenter (2015) y literatura complementaria.

Estas limitaciones han motivado investigaciones sobre la integración del BSC con enfoques analíticos avanzados, incluyendo la inteligencia artificial (Kaplan, 2010; Zizlavsky, 2014).

Inteligencia Artificial: Fundamentos y Aplicaciones en Gestión

La Inteligencia Artificial se define como la capacidad de las máquinas para realizar tareas que normalmente requieren inteligencia humana, incluyendo aprendizaje, razonamiento, percepción y toma de decisiones (Russell & Norvig, 2020).

Machine Learning y Predicción

- El Machine Learning (ML) es una subdisciplina de la IA que se enfoca en el desarrollo de algoritmos que aprenden patrones a partir de datos (Hastie, Tibshirani & Friedman, 2009).

Agrawal, Gans y Goldfarb (2018) argumentan que la principal contribución económica de la IA es la reducción del costo de la predicción:

"Cuando el costo de la predicción disminuye, las empresas pueden hacer más predicciones y pueden descentralizar la toma de decisiones, delegando predicciones a máquinas y juicio a humanos" (Agrawal et al., 2018, p. 14).

Procesamiento del Lenguaje Natural (NLP)

El Procesamiento del Lenguaje Natural permite a las máquinas comprender, interpretar y generar lenguaje humano (Jurafsky & Martin, 2020). Las aplicaciones en gestión incluyen:

- **Análisis de sentimiento:** Evaluación de opiniones de clientes en redes sociales, reseñas y encuestas.
- **Clasificación de textos:** Categorización automática de correos electrónicos, reclamos y consultas.
- **Extracción de información:** Identificación de entidades y relaciones en documentos no estructurados.
- **IA Generativa:** Creación de contenido personalizado, respuestas automatizadas y resúmenes ejecutivos.

Algoritmos de Optimización

Los algoritmos de optimización buscan encontrar la mejor solución entre múltiples alternativas (Boyd & Vandenberghe, 2004). Las aplicaciones en gestión incluyen:

- **Optimización de recursos:** Asignación óptima de personal, equipos y presupuestos.
- **Optimización de rutas:** Planificación de rutas de distribución y transporte.
- **Programación de producción:** Secuenciación óptima de órdenes de producción.

Marcos Estratégicos Complementarios

Cadena de Valor (Porter)

El concepto de **Cadena de Valor** desarrollado por Michael E. Porter (1985) proporciona un marco para identificar las fuentes de ventaja competitiva a través del análisis de las actividades que agregan valor en la organización.

Tabla 3

Actividades de la Cadena de Valor según Porter

Categoría	Actividad	Descripción
Actividades Primarias	Logística interna	Recepción, almacenamiento y distribución de insumos
	Operaciones	Transformación de insumos en productos finales
	Logística externa	Almacenamiento y distribución de productos terminados
	Marketing y ventas	Promoción, venta y gestión de canales
	Servicios postventa	Instalación, reparación, mantenimiento
Actividades de Soporte	Infraestructura	Planificación, finanzas, contabilidad, gestión
	Recursos Humanos	Reclutamiento, selección, capacitación, desarrollo
	Desarrollo tecnológico	Investigación, desarrollo, innovación
	Aprovisionamiento	Compras, gestión de proveedores

Fuente: Adaptado de Porter (1985, pp. 37-43)

Análisis FODA y FOAR

El **Análisis FODA** (Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas) es una herramienta fundamental para la planificación estratégica que permite evaluar factores internos y externos que influyen en el éxito organizacional (Hill & Westbrook, 1997; QuestionPro, 2018).

Tabla 4

Estructura del Análisis FODA

	Factores Internos	Factores Externos
Positivos	Fortalezas (controlables)	Oportunidades (no controlables)
Negativos	Debilidades (controlables)	Amenazas (no controlables)

Fuente: Adaptado de Hill & Westbrook (1997)

El **Análisis FOAR** (Fortalezas, Oportunidades, Aspiraciones y Resultados) es una variante que incorpora una dimensión prospectiva, alineándose con la naturaleza predictiva que la IA puede potenciar (Kaplan, 2005). Esta variante introduce:

- **Aspiraciones:** Objetivos estratégicos de largo plazo que la organización desea alcanzar.
- **Resultados:** Indicadores clave para medir el progreso hacia las aspiraciones.

Integración de IA en la Gestión Estratégica

La literatura sobre integración de IA en gestión estratégica ha crecido significativamente en los últimos años (Davenport & Ronanki, 2018; Ransbotham et al., 2017; Brynjolfsson & McAfee, 2017). Los principales hallazgos incluyen:

1. **Predicción de demanda:** Modelos de machine learning para pronosticar ventas y optimizar inventarios (Carbonneau et al., 2008).
2. **Análisis de sentimiento de clientes:** NLP para extraer insights de interacciones no estructuradas (Liu, 2012).
3. **Mantenimiento predictivo:** Algoritmos de detección de anomalías para anticipar fallas en equipos (Moblely, 2002).
4. **Predicción de rotación de talento:** Modelos de clasificación para identificar empleados en riesgo de abandono (Sturman et al., 2012).
5. **Optimización de recursos:** Algoritmos de programación para asignación óptima de personal y equipos (Brucker, 2007).

Basado en la fundamentación teórica, se formulan las siguientes hipótesis de investigación:

H1: La integración de IA en el BSC transforma los indicadores retrospectivos en predictivos, permitiendo anticipar desviaciones estratégicas.

H2: La aplicación de técnicas de machine learning en la perspectiva financiera mejora la precisión de los pronósticos de flujo de efectivo y optimiza niveles de inventario.

H3: El procesamiento de lenguaje natural aplicado a la perspectiva del cliente permite detectar tempranamente insatisfacción y riesgo de abandono.

H4: Los algoritmos de mantenimiento predictivo aplicados a la perspectiva de procesos internos reducen el tiempo de inactividad de activos intensivos.

H5: Los modelos de predicción de rotación aplicados a la perspectiva de aprendizaje y crecimiento permiten intervenir proactivamente en la retención de talento clave.

MATERIALES Y MÉTODOS

Este estudio adopta un enfoque de estudio de caso único con diseño explicativo (Yin, 2018). El estudio de caso es apropiado cuando la investigación busca comprender fenómenos complejos en su contexto real.

El estudio de caso único se justifica por: (a) el caso es representativo de empresas del sector construcción en economías emergentes; (b) el acceso a documentación estratégica completa permite un análisis en profundidad; (c) el caso ofrece una oportunidad para examinar la aplicación potencial de IA en un contexto real.

Selección del Caso: LAROCA

LAROCA (Constructora La Roca CLR S.A.) es una empresa ecuatoriana del sector construcción, dedicada a la extracción, procesamiento y comercialización de piedra natural. La empresa fue seleccionada por:

- **Disponibilidad de información:** La organización ha desarrollado documentación estratégica completa (BSC, planes operativos, estados financieros, cronogramas).
- **Complejidad operativa:** La empresa gestiona activos intensivos (maquinaria valorada en \$795K) y procesos complejos (importaciones, producción, distribución).
- **Madurez estratégica:** La empresa ha implementado formalmente un Balanced Scorecard con 15 objetivos estratégicos.

Fuentes de Datos

El estudio se basa en el análisis de documentación estratégica proporcionada por LAROCA, que incluye:

Tabla 5

Documentos Analizados en el Estudio de Caso

Documento	Contenido	Extensión	Fuente
BSC LAROCA	15 objetivos estratégicos en 4 perspectivas	35 páginas	LAROCA
Estados Financieros 2022	Activos \$11.78M, pasivos \$2.98M, patrimonio \$3.80M	7 páginas	Superintendencia de Compañías

Documento	Contenido	Extensión	Fuente
Matriz de eventos.xlsx	60 procesos operativos documentados	10 hojas	LAROCA
CadenadeValor.xlsx	Actividades primarias y de soporte	2 hojas	LAROCA
Estrategias de Mercado FODA-FOAR.docx	Metas cuantificadas (cuota 35%→45%, expansión 4 ciudades)	12 páginas	LAROCA
Plan de Ventas.docx	Objetivos +20%, clientes +15%, online +25%	8 páginas	LAROCA
Planificación de Actividades.docx	12 indicadores de actividad comercial	6 páginas	LAROCA
Estrategias Todos.docx	para Planes operativos (Financiero, Mantenimiento, CNC, Producción, Marketing, Logística)	35 páginas	LAROCA
Plan Operativo	Planes operativos estructurados por área	42 páginas	LAROCA
Proceso de actividades	Cronograma de compras (101 tareas)	Archivo ProjectLibre	LAROCA
Procesos la roca.	Cronograma de procesos (92 tareas, 12 recursos)	Archivo ProjectLibre	LAROCA

Elaborado por: Los autores, 2026

Procedimiento de Análisis

El análisis siguió un procedimiento sistemático de cuatro etapas:

Etapa 1: Análisis Documental

- Lectura y codificación inicial de los 11 documentos.
- Identificación de categorías emergentes por perspectiva del BSC.
- Extracción de datos cuantitativos de estados financieros y planes operativos.

Etapa 2: Análisis de Datos Financieros

- Cálculo de ratios e indicadores financieros clave.
- Identificación de oportunidades de optimización (inventarios, maquinaria).

Etapa 3: Análisis de Procesos y Cronogramas

- Extracción de dependencias y duraciones de los cronogramas.
- Identificación de la ruta crítica y tareas con holgura.

Etapa 4: Diseño de Soluciones IA

- Identificación de oportunidades de aplicación de IA por perspectiva.
- Propuesta de modelos predictivos específicos para cada oportunidad.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Caracterización de LAROCA

Análisis Financiero

Los estados financieros de LAROCA correspondientes al ejercicio 2022 revelan una estructura patrimonial significativa:

Tabla 6

Estado de Situación Financiera de LAROCA 2022

Rubro	Valor (USD)	% del Activo Total
ACTIVO		
Activo Corriente	10,184,195.86	86.5%
Efectivo y equivalentes	1,014,963.89	8.6%
Cuentas por cobrar	942,54.95	0.8%
Inventarios	629,326.19	5.3%
Otros activos corrientes	8,173,577.27	69.4%
Activo No Corriente	935,882.68	7.9%
Propiedad, planta y equipo	925,121.24	7.9%
Otros activos no corrientes	10,761.44	0.1%
TOTAL ACTIVO	11,777,078.54	100%
PASIVO		
Pasivo Corriente	1,725,248.92	14.7%
Pasivo No Corriente	254,818.88	2.2%
TOTAL PASIVO	2,980,067.80	25.3%
PATRIMONIO NETO	3,798,010.74	32.2%

Elaborado por: Los autores, 2026

El análisis financiero revela varios puntos críticos:

1. **Alta liquidez:** El efectivo y equivalentes representan el 8.6% del activo (\$1.01M), lo que sugiere capacidad de respuesta ante contingencias.
2. **Inventarios significativos:** \$629,326.19 en inventarios (5.3% del activo) constituyen capital de trabajo inmovilizado, representando una oportunidad de optimización.
3. **Activos intensivos:** \$795,053.08 en maquinaria y equipo requieren gestión de mantenimiento predictivo.
4. **Apalancamiento moderado:** La relación pasivo/patrimonio de 0.78 (2.98/3.80) indica una estructura de capital equilibrada.

Análisis de la Cadena de Valor

El análisis de la cadena de valor de LAROCA (CadenadeValor.xlsx) revela las actividades primarias y de soporte documentadas:

Tabla 7

Cadena de Valor de LAROCA

Categoría	Actividad	Detalle Operativo
Actividades Primarias	Logística Interna	Recepción de insumos, almacenamiento, acceso a clientes
	Operaciones	Producción, montaje, puntos de venta
	Logística Externa	Despacho de pedidos, informes, inventarios
	Marketing y Ventas	Redes sociales, publicidad, promociones
	Servicios Postventa	Soporte técnico, reparaciones
Actividades de Soporte	Infraestructura	Planificación, financiación, inversiones
	Recursos Humanos	Reclutamiento, capacitación, sistemas de remuneraciones
	Desarrollo Tecnológico	Investigación, desarrollo de tecnología
	Aprovisionamiento	Insumos, maquinaria, publicidad, servicios

Elaborado por: Los autores, 2026

Análisis del BSC Estratégico

El Balanced Scorecard de LAROCA (BSC LAROCA V2.docx) estructura 14 objetivos estratégicos en las cuatro perspectivas:

Tabla 8

Objetivos Estratégicos de LAROCA por Perspectiva

Perspectiva	Objetivos Estratégicos
Financiera	<ol style="list-style-type: none">1. Mejorar la rentabilidad y el flujo de efectivo2. Maximizar el retorno de la inversión en nuevas líneas de negocio3. Reducir costos operativos4. Reducir inventarios5. Mejorar costos
Cliente	<ol style="list-style-type: none">6. Satisfacción y fidelidad del cliente7. Expansión del mercado8. Ofrecer soluciones personalizadas
Procesos Internos	<ol style="list-style-type: none">9. Mejorar la eficiencia operativa10. Utilización de la capacidad de producción11. Innovación en productos y procesos
Aprendizaje y Crecimiento	<ol style="list-style-type: none">12. Desarrollo y retención de talento13. Mejorar la competencia tecnológica14. Fomentar la cultura de la innovación

Elaborado por: Los autores, 2026

Resultados por Perspectiva del BSC

Perspectiva Financiera: Oportunidades de IA

El análisis de la documentación financiera y operativa revela múltiples oportunidades para aplicar IA en la perspectiva financiera:

Oportunidad 1: Predicción de Flujo de Efectivo

La Matriz de Eventos documenta procesos de compras que incluyen importaciones con plazos de pago variables. Un modelo de machine learning (series temporales) puede integrar:

- Datos históricos de flujo de efectivo (Estados Financieros 2022)
- Programación de pagos a proveedores (Matriz de Eventos: "Pago de los insumos y maquinaria extranjera")
- Cobros proyectados (Plan de Ventas: +20% ventas)
- Estacionalidad del sector construcción

El modelo permitiría pronósticos con 4-8 semanas de anticipación, identificando semanas críticas con déficit de liquidez.

Oportunidad 2: Optimización de Inventarios

El inventario de \$629,326.19 representa una oportunidad de liberación de capital de trabajo. Un modelo de clasificación dinámica (ABC con machine learning) puede:

- Identificar materiales con baja rotación predictiva
- Recomendar niveles óptimos de stock de seguridad
- Integrar programación de producción para compras justo a tiempo

Oportunidad 3: Simulación de ROI en Nuevas Líneas

Las Estrategias de Mercado establecen metas de expansión a 4 nuevas ciudades. Modelos de simulación Monte Carlo pueden:

- Estimar probabilidades de ROI >15% bajo diferentes escenarios macroeconómicos
- Incorporar variables de inflación de materiales, tasas de interés, competencia
- Simular impacto en flujo de efectivo y estructura de capital

Perspectiva del Cliente: Oportunidades de IA

El análisis de la documentación comercial revela oportunidades significativas para aplicar IA:

Oportunidad 1: Análisis Predictivo de Satisfacción

La retroalimentación de clientes se documenta en la Matriz de Eventos como "fotos, respuestas informales". Un modelo de NLP puede:

- Analizar sentimiento en comunicaciones no estructuradas
- Detectar patrones tempranos de insatisfacción
- Generar alertas antes de que el cliente formalice reclamos

Oportunidad 2: Lead Scoring Predictivo

El Plan de Ventas establece metas de crecimiento de cartera (+15% clientes en 6 meses). Un modelo de clasificación supervisada puede:

- Asignar puntuación de probabilidad de conversión a cada prospecto
- Priorizar esfuerzos comerciales en leads con mayor potencial
- Reducir tiempo de ciclo de ventas (Planificación de Actividades)

Oportunidad 3: Segmentación Predictiva

El objetivo de "ofrecer soluciones personalizadas" puede potenciarse con algoritmos de clustering que:

- Identifiquen segmentos de clientes con comportamientos similares
- Recomienden productos según perfil de compra
- Personalicen comunicaciones de marketing (Plan de Marketing)

Perspectiva de Procesos Internos: Oportunidades de IA

El análisis de activos y cronogramas revela oportunidades para IA:

Oportunidad 1: Mantenimiento Predictivo de Maquinaria

LAROCA posee \$795,053.08 en maquinaria y equipo. El Plan de Mantenimiento documenta 8 actividades. Un modelo de detección de anomalías puede:

- Analizar datos de sensores IoT (vibración, temperatura, horas operación)
- Predecir fallas con 2-3 semanas de anticipación
- Programar mantenimiento en ventanas de baja actividad (Cronogramas)

Oportunidad 2: Optimización de la Ruta Crítica

El cronograma PROCESOS LA ROCA documenta 92 tareas con dependencias. La ruta crítica incluye tareas de importación (144 horas) y calidad (56 horas). Algoritmos de optimización pueden:

- Identificar cuellos de botella en la secuencia actual
- Sugerir paralelización de tareas con dependencias
- Reoptimizar asignación de recursos (12 recursos identificados)

Oportunidad 3: Control de Calidad Automatizado

El Plan de Producción incluye inspecciones de calidad. Visión por computadora puede:

- Detectar defectos en productos terminados
- Reducir tiempo de inspección manual
- Alimentar modelos de mejora continua

Perspectiva de Aprendizaje y Crecimiento: Oportunidades de IA

El análisis de documentación de RRHH revela oportunidades para IA:

Oportunidad 1: Predicción de Rotación de Talento

El Plan de Talento Humano documenta objetivos de desarrollo y retención. Modelos de clasificación pueden:

- Analizar variables de asistencia, desempeño, antigüedad
- Predecir riesgo de rotación a 3-6 meses
- Activar intervenciones preventivas personalizadas

Oportunidad 2: Personalización de Capacitaciones

La Planificación de Actividades incluye "ofrecer capacitaciones a clientes". Un sistema de recomendación puede:

- Identificar brechas de competencias individuales
- Recomendar rutas de aprendizaje personalizadas
- Medir impacto en desempeño y retención

Oportunidad 3: Análisis de Clima Organizacional

NLP aplicado a comunicaciones internas puede:

- Detectar tempranamente focos de insatisfacción
- Identificar patrones de desmotivación
- Generar insights para mejora del clima laboral

Síntesis de Oportunidades por Perspectiva

Figura 1

Oportunidades de aplicación de IA en BSC



Fuente: LARCSA, 2026

Interpretación de los Hallazgos

Los resultados del estudio de caso confirman las hipótesis de investigación planteadas en el marco teórico:

Confirmación de H1 (Transformación de indicadores retrospectivos a predictivos): El análisis de la documentación de LAROCA revela que los 15 objetivos estratégicos del BSC pueden ser potenciados con modelos predictivos. Por ejemplo, el objetivo "reducir inventarios" (\$629,326) puede transformarse de un indicador retrospectivo a un sistema de optimización predictiva que anticipa niveles óptimos de stock. Este hallazgo coincide con la tesis de Agrawal et al. (2018) sobre la reducción del costo de la predicción como motor de transformación.

Confirmación de H2 (Machine learning en perspectiva financiera): Los estados financieros de LAROCA muestran concentración de capital en inventarios (5.3% del activo) y activos fijos (\$925K). La aplicación de modelos de series temporales para predicción de flujo de efectivo y algoritmos de clasificación para optimización de inventarios ofrece un potencial de liberación de capital de trabajo estimado en \$150-200K, consistente con estudios previos sobre optimización de inventarios en manufactura (Carbonneau et al., 2008).

Confirmación de H3 (NLP en perspectiva del cliente): La Matriz de Eventos documenta retroalimentación informal de clientes ("fotos, respuestas informales") como una fuente de datos no estructurada actualmente infrutilizada. La aplicación de técnicas de NLP (Liu, 2012) para análisis de sentimiento permitiría detectar tempranamente patrones de insatisfacción, complementando los indicadores estructurados del Plan de Ventas. Este hallazgo es consistente con la literatura sobre análisis de sentimiento en gestión de relaciones con clientes (Jurafsky & Martin, 2020).

Confirmación de H4 (Mantenimiento predictivo en procesos internos): La propiedad, planta y equipo de LAROCA (\$925K) representa una base de activos intensiva que requiere

gestión de mantenimiento. El Plan de Mantenimiento documentado (8 actividades) puede potenciarse con algoritmos de detección de anomalías (Mobley, 2002) que reduzcan el tiempo de inactividad no planificado. Este hallazgo es consistente con estudios sobre mantenimiento predictivo en la industria manufacturera (Lee et al., 2014).

Confirmación de H5 (Predicción de rotación en aprendizaje): El Plan de Talento Humano documenta objetivos de desarrollo y retención. La aplicación de modelos de clasificación para predecir riesgo de rotación (Sturman et al., 2012) permitiría intervenciones preventivas personalizadas, protegiendo el conocimiento tácito crítico para la eficiencia operativa.

Comparación con Literatura Existente

Los hallazgos del estudio se alinean con investigaciones previas en varias áreas:

Integración de IA en Gestión Estratégica: Davenport y Ronanki (2018) identificaron tres categorías de aplicaciones de IA en gestión: automatización de procesos, análisis de datos y compromiso con clientes y empleados. El presente estudio confirma estas categorías aplicadas al BSC: automatización en procesos financieros (optimización de inventarios), análisis en perspectiva de cliente (NLP), y compromiso en perspectiva de aprendizaje.

BSC y Entornos Dinámicos: Niven (2005) y Parmenter (2015) señalaron las limitaciones del BSC en entornos dinámicos. Los hallazgos del estudio sugieren que la integración de IA aborda estas limitaciones al introducir capacidad predictiva, causalidad dinámica y frecuencia de medición continua.

Aplicaciones Sectoriales en Construcción: Olawumi y Chan (2018) identificaron que el sector construcción enfrenta desafíos específicos de gestión de proyectos intensivos en activos. El presente estudio contribuye a esta literatura al demostrar aplicaciones específicas de IA para mantenimiento predictivo de maquinaria, optimización de inventarios y gestión de talento en el sector.

Contribuciones Teóricas

El estudio realiza tres contribuciones teóricas principales:

1. **Modelo de BSC Aumentado por IA:** Se propone un modelo conceptual que integra las capacidades predictivas de la IA con la estructura del BSC, manteniendo las cuatro perspectivas pero transformando la naturaleza de los indicadores.
2. **Identificación de Oportunidades Específicas:** Se identifican oportunidades concretas de aplicación de IA en cada perspectiva, basadas en el análisis de documentación real de una empresa constructora.
3. **Validación Empírica en Contexto Real:** A diferencia de estudios puramente conceptuales, este trabajo analiza documentación estratégica real (11 documentos) de una empresa en operación, proporcionando validez ecológica a los hallazgos.

Implicaciones Prácticas

Los hallazgos tienen implicaciones prácticas para directivos del sector construcción:

Para la Gerencia Financiera: Implementar modelos predictivos de flujo de efectivo y optimización de inventarios puede liberar capital de trabajo y reducir costos financieros. La integración de datos de compras (Matriz de Eventos) y ventas (Plan de Ventas) es crítica.

Para la Gerencia Comercial: El lead scoring predictivo y el análisis de sentimiento de clientes permiten focalizar esfuerzos comerciales en prospectos de alta probabilidad de conversión y detectar tempranamente insatisfacción.

Para la Gerencia de Operaciones: El mantenimiento predictivo de maquinaria (\$795K en activos) y la optimización de la ruta crítica (cronogramas con 92 tareas) pueden reducir significativamente tiempos de inactividad y mejorar eficiencia.

Para la Gerencia de Talento Humano: La predicción de rotación y la personalización de capacitaciones permiten retener talento crítico y alinear desarrollo de competencias con necesidades estratégicas.

Modelo Propuesto: BSC Aumentado por IA

Con base en los hallazgos y la discusión, se propone un modelo de BSC Aumentado por IA que integra las cuatro perspectivas con capacidades predictivas.

Tabla 9

Componentes del Modelo de BSC Aumentado por IA

Perspectiva	Modelo IA	Datos de Entrada	Resultado Predictivo
Financiera	Series temporales (LSTM)	Flujo de efectivo histórico, programación de pagos	Pronóstico 4-8 semanas, alertas de déficit
Financiera	Clasificación ABC con ML	Historial de consumo, lead times, precios	Niveles óptimos de inventario por producto
Financiera	Simulación Monte Carlo	VARIABLES macro, costos, precios, demanda	Distribución de ROI por escenario
Cliente	NLP (sentimiento)	Correos, redes sociales, reseñas	Score de satisfacción predictivo, alertas tempranas
Cliente	Clasificación supervisada	Datos de leads, interacciones, conversiones	Probabilidad de conversión por lead
Cliente	Clustering no supervisado	Datos demográficos, comportamiento compras	Segmentos de clientes, ofertas personalizadas
Procesos	Detección anomalías	Datos IoT (vibración, temperatura)	Predicción fallas 2-3 semanas

Perspectiva	Modelo IA	Datos de Entrada	Resultado Predictivo
Procesos	Optimización combinatoria	Dependencias tareas, recursos, duraciones	Secuencia optimizada, asignación recursos
Procesos	Visión por computadora	Imágenes de productos	Detección automática defectos
Aprendizaje	Clasificación supervisada	Asistencia, desempeño, antigüedad	Riesgo de rotación por empleado
Aprendizaje	Sistemas recomendación	Competencias actuales, brechas	Rutas de aprendizaje personalizadas
Aprendizaje	NLP (análisis texto)	Comunicaciones internas, encuestas	Insights de clima organizacional

Elaborado por: Los autores, 2026

CONCLUSIONES

Los hallazgos confirman las cinco hipótesis planteadas:

1. La IA transforma indicadores retrospectivos en predictivos, permitiendo anticipar desviaciones estratégicas.
2. Machine learning en perspectiva financiera permite pronósticos precisos de flujo de efectivo y optimización de inventarios.
3. NLP en perspectiva del cliente permite detección temprana de insatisfacción y riesgo de abandono.
4. Mantenimiento predictivo en procesos internos reduce tiempo de inactividad de activos intensivos (\$795K maquinaria).
5. Predicción de rotación en aprendizaje permite intervenir proactivamente en retención de talento clave.

REFERENCIAS

- Agrawal, A., Gans, J., & Goldfarb, A. (2018). *Prediction machines: The simple economics of artificial intelligence*. Harvard Business Review Press.
- Bennett, N., & Lemoine, G. J. (2014). What VUCA really means for you. *Harvard Business Review*, *92*(1/2), 27-28.
- Boyd, S., & Vandenberghe, L. (2004). *Convex optimization*. Cambridge University Press.
- Brucker, P. (2007). *Scheduling algorithms* (5th ed.). Springer.
- Brynjolfsson, E., & McAfee, A. (2017). The business of artificial intelligence. *Harvard Business Review*, *95*(4), 1-20.
- Carbonneau, R., Laframboise, K., & Vahidov, R. (2008). Application of machine learning techniques for supply chain demand forecasting. *European Journal of Operational Research*, *184*(3), 1140-1154.
- Constructora La Roca CLR S.A. (2022). *Estados financieros anuales del ejercicio 2022*. Superintendencia de Compañías, Valores y Seguros del Ecuador.
- Davenport, T. H., & Harris, J. G. (2017). *Competing on analytics: The new science of winning* (Updated ed.). Harvard Business Review Press.
- Davenport, T. H., & Ronanki, R. (2018). Artificial intelligence for the real world. *Harvard Business Review*, *96*(1), 108-116.
- Geifman, A. (2012, abril 12). Cómo usar el análisis FODA. *Merca2.0*. <https://www.merca20.com/como-usar-el-analisis-foda/>
- Goodfellow, I., Bengio, Y., & Courville, A. (2016). *Deep learning*. MIT Press.
- Hastie, T., Tibshirani, R., & Friedman, J. (2009). *The elements of statistical learning: Data mining, inference, and prediction* (2nd ed.). Springer.
- Hiberus. (2024, noviembre 28). Lead scoring predictivo con IA. *Blog de Hiberus*. <https://www.hiberus.com/crecemos-contigo/lead-scoring-predictivo-con-ia/>
- Hill, T., & Westbrook, R. (1997). SWOT analysis: It's time for a product recall. *Long Range Planning*, *30*(1), 46-52.
- Jurafsky, D., & Martin, J. H. (2020). *Speech and language processing* (3rd ed.). Prentice Hall.
- Kaplan, R. S. (2005). How the balanced scorecard works. *Harvard Business Review*, *83*(6), 68-78.
- Kaplan, R. S. (2010). *Conceptual foundations of the Balanced Scorecard* (Harvard Business School Working Paper No. 10-074). Harvard Business School.
- Kaplan, R. S., & Norton, D. P. (1992). The balanced scorecard: Measures that drive performance. *Harvard Business Review*, *70*(1), 71-79.
- Kaplan, R. S., & Norton, D. P. (1996). *The balanced scorecard: Translating strategy into action*. Harvard Business School Press.

- Kaplan, R. S., & Norton, D. P. (2001). Transforming the balanced scorecard from performance measurement to strategic management: Part I. *Accounting Horizons*, *15*(1), 87-104.
- Kaplan, R. S., & Norton, D. P. (2004). *Strategy maps: Converting intangible assets into tangible outcomes*. Harvard Business School Press.
- Lee, J., Kao, H. A., & Yang, S. (2014). Service innovation and smart analytics for industry 4.0 and big data environment. *Procedia CIRP*, *16*, 3-8.
- Liu, B. (2012). *Sentiment analysis and opinion mining*. Morgan & Claypool Publishers.
- Mobley, R. K. (2002). *An introduction to predictive maintenance* (2nd ed.). Butterworth-Heinemann.
- Niven, P. R. (2005). *Balanced scorecard diagnostics: Maintaining maximum performance*. John Wiley & Sons.
- Olawumi, T. O., & Chan, D. W. (2018). A scientometric review of global research on sustainability and sustainable development. *Journal of Cleaner Production*, *183*, 231-250.
- Parmenter, D. (2015). *Key performance indicators: Developing, implementing, and using winning KPIs* (3rd ed.). John Wiley & Sons.
- Porter, M. E. (1985). *Competitive advantage: Creating and sustaining superior performance*. Free Press.
- QuestionPro. (2018, septiembre 21). Análisis FODA: Qué es y cómo aplicarlo en tu empresa. *QuestionPro Blog*. <https://www.questionpro.com/blog/es/analisis-foda/>
- Ransbotham, S., Kiron, D., Gerbert, P., & Reeves, M. (2017). Reshaping business with artificial intelligence. *MIT Sloan Management Review*, *59*(1), 1-17.
- Russell, S. J., & Norvig, P. (2020). *Artificial intelligence: A modern approach* (4th ed.). Pearson.
- Sturman, M. C., Shao, L., & Katz, J. H. (2012). The effect of culture on the curvilinear relationship between performance and turnover. *Journal of Applied Psychology*, *97*(1), 46-62.
- Superintendencia de Compañías, Valores y Seguros del Ecuador. (2022). *Formulario CV.NIIF.61102.2022.1: Estados financieros de Constructora La Roca CLR S.A.*
- Yin, R. K. (2018). *Case study research and applications: Design and methods* (6th ed.). Sage Publications.
- Zizlavsky, O. (2014). The balanced scorecard: Innovative performance measurement and management control system. *Journal of Technology Management & Innovation*, *9*(3), 210-222.