

Innovation in the Production Process Oriented towards SDG 9 in the Company Trujillo Pan

Betty Lizby Suarez Torres, Magister ¹, Kenya Tatiana Asto Galarreta¹, Luciana Pamela Alejandro Heredia¹,
Pedro Carranza Escobedo¹, Andrea Gianina Apaestegui Goicochea¹

¹Universidad Privada del Norte, Perú, betty.suarez@upn.edu.pe, N00356030@upn.pe, N00337549@upn.pe, N00344591@upn.pe,
N00322072@upn.pe

Abstract- *The international rise of key inputs and the low technological density in the Peruvian bakery pose structural challenges to be addressed through the alignment with the sustainable development goal SDG 9. Therefore, the objective of this study proposes a model for improving the production process in the Trujillo Pan company with a focus on SDG 9 through the application of the Business Process Management (BPM) methodology, which began with the diagnosis of the AS-IS process that showed operational failures, reprocesses and low traceability; In response to the problem, two TO-BE proposals were addressed, including an infrastructure and digital innovation, considering the implementation of the Trujipro ERP system that allows the automation of critical tasks with artificial intelligence, in addition, Six Sigma was integrated for the efficient management of incidents, Lean Management (Kaizen) for the creation of continuous improvement reports by production branch, including shrinkage reports. In the same way, KPIs were formulated to evaluate the performance of the process; thus, the results of the simulation of the two proposals showed a decrease of 30.18 % in execution time and 79.80 % in operating costs.*

Keywords- *Production process, Business Process Management, Sustainable Development Goals, Digital Innovation.*

Innovación del proceso de producción orientada al ODS 9 en la empresa de Trujillo Pan

Betty Lizby Suarez Torres, Magister ¹, Kenya Tatiana Asto Galarreta¹, Luciana Pamela Alejandro Heredia¹,
Pedro Carranza Escobedo¹, Andrea Gianina Apaestegui Goicochea¹

¹Universidad Privada del Norte, Perú, betty.suarez@upn.edu.pe, N00356030@upn.pe, N00337549@upn.pe, N00344591@upn.pe,
N00322072@upn.pe

Resumen- El alza internacional de insumos clave y la baja densidad tecnológica en la panificación peruana plantean desafíos estructurales que aborden a través de la alineación con el objetivo de desarrollo sostenible ODS 9. Por ello el objetivo de este estudio propone un modelo de mejora del proceso de producción en la empresa Trujillo Pan con enfoque al ODS 9 a través de la aplicación de la metodología Business Process Management (BPM), el cual inició con el diagnóstico del proceso AS-IS que evidenció fallas operativas reprocesos y baja trazabilidad; ante la problemática se abordaron dos propuestas TO-BE que incluyen una infraestructura e innovación digital, considerando la implementación del sistema ERP Trujipro que permite automatizar tareas críticas con inteligencia artificial, además se integró Six Sigma para la gestión eficiente de incidencias, Lean Management (Kaizen) para la creación de reportes de mejora continua por sucursal de producción que incluía reportes de merma. De la misma forma, se formularon KPIs para la evaluación del rendimiento del proceso; es así que los resultados de la simulación de las dos propuestas realizadas evidenciaron una disminución de 30.18 % en el tiempo de ejecución y 79.80 % en los costos de operación.

Palabras claves- Proceso de producción, Business Process Management, Objetivos de Desarrollo Sostenible, Innovación Digital.

I. INTRODUCCIÓN

La estabilidad del sistema alimentario mundial se ve desafiada por un fenómeno sostenido de encarecimiento de insumos clave. La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) reporta que, al primer semestre de 2025, el índice global de precios de los alimentos registra aumentos consecutivos, con énfasis en granos básicos como trigo y maíz, cuyas alzas superan el 18 % respecto al año 2024 [1]. Esta tendencia no es fortuita ya que responde al contexto inflacionario global aún latente. El Fondo Monetario Internacional (FMI) señala que, si bien la inflación general muestra una desaceleración leve, persiste en niveles elevados debido a tensiones geopolíticas, desequilibrios logísticos y una baja en la oferta de materias primas de alimentos [2].

Desde la mirada de la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI) se ha identificado que los países agrupados en el bloque USMCA (Estados Unidos, México y Canadá) han concentrado sus esfuerzos en fortalecer su infraestructura tecnológica e industrial para cumplir el Objetivo de Desarrollo Sostenible 9 (ODS 9), centrado en la innovación y la industrialización inclusiva [3]. Sin embargo, el crecimiento no es homogéneo debido a que el FMI advierte que las condiciones de financiamiento para empresas de menor escala se han

endurecido, afectando sus posibilidades de adoptar tecnologías productivas más eficientes [4].

En el caso peruano, ONUDI identifica una baja densidad tecnológica en la industria manufacturera de alimentos, dominada por microempresas que operan con procesos tradicionales y escasa digitalización [5]; esta vulnerabilidad cobra mayor relevancia en la panificación porque se suma un marco normativo más exigente del Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (MIDAGRI) que ha establecido la obligatoriedad al usar granos y/o semillas andinas en la producción de pan y sus derivados hasta el 2035, lo cual demandará ajustes técnicos y estructurales en toda la cadena de producción [6].

Simultáneamente, el alza internacional de precios impacta la inflación alimentaria local; según el medio especializado Gestión, el sobreprecio en la importación de cereales está elevando el precio del pan, disminuyendo los márgenes para los productores peruanos [7]. En consecuencia, de ello, el consumo per cápita nacional resultó bajo, según datos del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), donde los peruanos consumen 1,327 panes al año, muy por debajo de países vecinos como Chile y Argentina [8].

La presente investigación se enfoca en la empresa Trujillo Pan, ubicada en el distrito de Trujillo, región La Libertad, con diez puntos de venta activos en la ciudad de Trujillo; esta empresa es reconocida por su propuesta tradicional y accesible de panes y postres, produciendo en promedio 1,500 unidades diarias. A pesar de su posicionamiento, enfrenta limitaciones internas estructurales que comprometen su eficiencia productiva debido a que opera bajo esquemas manuales y desarticulados; la ausencia de un sistema de almacén propio obliga a compras de insumos justo al momento de producir, generando cuellos de botella logísticos, del mismo modo la mano de obra carece de formación técnica, además el uso de Excel para el cálculo de pedidos sin conexión en tiempo real con las sucursales, y una falta de monitoreo operativo, dificulta responder ante incidencias de manera inmediata. Estos factores provocan desperdicio de alimentos, incumplimiento en entregas y desbalance entre oferta y demanda, afectando la satisfacción del cliente final.

Además, Trujillo Pan debe enfrentar un entorno de presión creciente que van desde el incremento de los insumos principales de su cadena productiva, además de tener que adecuarse a las nuevas regulaciones sobre el uso de granos andinos. Bajo este contexto, se justifica el desarrollo de un modelo de innovación alineado al Objetivo de Desarrollo Sostenible 9 (ODS 9), enfocado en modernizar la gestión de

procesos de producción mediante la automatización, la digitalización progresiva y la sostenibilidad para mejorar su productividad.

II. ESTADO DEL ARTE

La gestión de procesos de negocio BPM, es una disciplina organizacional que integra métodos, herramientas y tecnologías para modelar, analizar, optimizar y monitorear los procesos clave de una empresa de forma continua [9], su aplicación en el proceso de producción constituye una ventaja competitiva, al mejorar sus actividades, mediante la gestión adecuada de sus recursos, además, la eficacia del proceso está relacionado con la adecuada planificación, control operativo y calidad del resultado como producto final [11].

En este sentido, diversos estudios han abordado la optimización de procesos en la industria manufacturera, específicamente en el sector panadero, los cuales ofrecen valiosas lecciones sobre cómo enfrentar desafíos estructurales y mejorar la eficiencia operativa. Estos estudios destacan el impacto positivo de la implementación de metodologías de mejora continua y herramientas de gestión en la productividad, proporcionando ejemplos prácticos de cómo las empresas pueden superar obstáculos y aprovechar las oportunidades de innovación.

De acuerdo con [15], la calidad de un producto de panadería está basado en criterios de calidad propuestos en un modelo basado en el enfoque DMAIC y reforzado en Six Sigma, en donde el estudio de la temperatura, el tiempo de horneado y la aplicación del diseño de experimentos del método Taguchi, permitió controlar el proceso y aumentar significativamente la calidad de la producción, reduciendo costos y la tasa de defectos.

Por otro lado [16] señala que el pan es el producto de mayor consumo en países como el Perú, sin embargo, a pesar de la alta demanda, las empresas del sector panadero tienen un desempeño negativo debido a las deficiencias en su proceso productivo. Ante ellos la aplicación de la metodología Lean-Deming, permitió la mejora del proceso y mediante la simulación se obtuvieron una reducción del 10.34% en el tiempo de búsqueda y un incremento de 23.91% en la productividad laboral.

Es así que, en este proceso de mejora alinear las propuestas con el ODS 9: Industria, innovación e infraestructuras, ha permitido fortalecer no sólo la calidad y rendimiento del proceso, sino también la innovación para fortalecer la competitividad de la empresa [10].

III. OBJETIVOS

A. Objetivo General

Realizar la propuesta de mejora en el proceso de producción de la Empresa Trujillo Pan.

B. Objetivos Específicos

- Analizar la situación actual de los procesos en la empresa Trujillo Pan.
- Diseñar la propuesta de mejora de procesos de producción con enfoque ODS 9 en la empresa Trujillo Pan.

- Proponer un modelo de mejora del proceso de producción en relación con el ODS 9 aplicable a la empresa Trujillo Pan.
- Estimar el costo de la implementación del modelo de producción propuesta en la empresa Trujillo Pan.

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación adopta un enfoque descriptivo, con un diseño no experimental y de corte transversal, centrado en el estudio de caso de la empresa Trujillo Pan, cuya población está conformada por 24 trabajadores, de la cual se seleccionó, mediante muestreo no probabilística, una muestra por conveniencia de 10 personas que pertenecen al área de producción. Asimismo, a través de un formulario digital gestionado mediante Google Forms, se obtuvo información directa sobre la operatividad actual para el análisis de los procesos y se aplicó una ficha de registro para identificar las incidencias más frecuentes presentadas en el proceso productivo.

La aplicación de Six Sigma permitió gestionar estas incidencias, Lean Management (Kaizen) se utilizó para la mejora continua por sucursal de producción y la metodología Balanced Scorecard permitió la formulación de KPIs, mismos que se usaron para analizar los resultados de la simulación de los procesos en BIZAGI Modeler, todo con el objetivo de generar alternativas sostenibles basadas en el ODS 9.

V. METODOLOGÍA PARA LA PROPUESTA BPM CON ENFOQUE ODS 9

La metodología aplicada se estructuró a partir del análisis de una matriz de priorización de procesos críticos de la empresa Trujillo Pan; para ello la herramienta de gestión de proveedores, entradas, procesos, salidas y clientes (SIPOC) permitió mapear el flujo de datos e información del proceso de producción actual de producción (AS-IS), el cual fue diagramado empleando la notación estándar de Business Process Management (BPM), la misma que también fue utilizada para la propuesta de mejora del proceso (TO-BE).

La solución, también integró principios de Lean Management, específicamente Kaizen, para reducir el procesamiento de tareas, y el ciclo estructurado definir, analizar, mejorar y controlar (DMAIC) de la metodología Six Sigma, ambas orientadas al enfoque del objetivo de desarrollo sostenible ODS 9.

En complemento, se adoptó un enfoque de procesos basado en las mejores prácticas internacionales de gestión, tales como la norma ISO 9000, el Modelo Iberoamericano de Excelencia en la Gestión y la Carta Iberoamericana de Calidad en la Gestión Pública, alineada con la Política Nacional de Modernización de la Gestión Pública (D.S. N.º004-2013-PCM) [14].

El motivo de la aplicación de este enfoque se debe a su practicidad, bajo costo y alta inversión; además, su alineamiento a la calidad del producto, a diferencia de BPM que incluye fases y actividades con mayor formalización, la

La estructura del enfoque incluye tres fases: preparatoria, diagnóstico e identificación de procesos, y mejora de procesos, integrándose con las actividades características del BPM, tal como se detalla en la Tabla 1:

ITEM	ETAPA
1	Etapa 1: Preparatoria Analizar la situación de la empresa Elaborar el plan de trabajo de la empresa Capacitar a los encargados de implementar el proceso en la empresa Sensibilizar a la empresa con la importancia del ODS9
2	Etapa 2: Diagnostico e identificación de procesos Analizar el propósito de la entidad Identificar destinatario de bienes y servicios de la empresa Identificación de procesos clave Describir el proceso actual de la empresa Elaboración mapa de proceso actual de la empresa
3	Etapa 3: Mejora de procesos con enfoque ODS9 Medir, analizar y evaluar Mejora de los procesos basada en metodología SIX sigma y Kaizen Documentar los procesos mejorados Establecer estandarización de KPI Rediseñar la estrategia empresarial de la empresa

TABLA 2
MATRIZ DE PRIORIZACIÓN

PESOS		CRITERIOS					PUNTAJE TOTAL
PROCESOS	5 Contribuye al aumento de satisfacción del cliente	4 Contribuye a ofrecer producto de calidad	3 Contribuye al incremento de las ventas (Pedidos)	2 Contribuye a la rentabilidad de la empresa	1 Contribuye para el alcance de los objetivos (sucursales)		
Gestión estratégica	1	3	5	5	5	41	
Gestión financiera	1	2	3	5	5	37	
Producción	5	5	4	3	5	68	
Control de calidad	5	5	4	2	3	64	
Gestión de terceros (mantenimiento)	1	2	1	4	5	29	
Reabastecimiento de sucursales	4	3	4	3	3	53	
Verificación de producto terminado	4	2	4	1	2	44	
Almacén	1	4	1	4	4	36	
Gestión de rutas y horarios	1	3	4	3	3	38	
Compras	1	1	1	3	3	21	
Ventas presenciales: Pedido, cobranza para sucursales	5	4	3	2	3	67	
Ventas online: Pedido, cobranza a sucursal	5	4	3	2	3	67	
Distribución de productos	5	4	5	3	3	65	
Reclutamiento, selección y contratación de personal	1	1	2	3	4	25	
Gestión de planillas	1	3	1	2	4	28	
Capacitación del personal	3	4	4	2	4	51	
Gestión contable	1	1	1	4	1	27	
Gestión de TI	2	1	3	4	5	36	

Siguiendo con la etapa de diagnóstico, se determinó que el proceso de producción es de alta prioridad dado los resultados de la matriz de priorización; para su análisis se aplicó la herramienta SIPOC con notación de Business Process Management (BPM), para proporcionar una visión estructurada del proceso, identificando proveedores, entradas, criterios de aceptación, tareas, salidas y clientes involucrados; los resultados se detallan en la Tabla 3:

PROVEEDOR	ENTRADA	CRITERIO DE ACEPTACIÓN	PROCESO	SALIDA	CRITERIO DE ACEPTACIÓN	CLIENTE
Empleado	Lista de pedido Recibir lista pedido	Datos completos y actualizados	3.1 Clasificar pedidos	Consolidado de cantidades totales requeridas	Suma correcta de los pedidos	Jefe
Jefe	Consolidado correcto de total de pedidos	Información correcta	3.2 Designar orden de pedido por tipo de sucursal	Orden de pedido sucursal ciclo panadero	Clasificación correcta según sucursal	Panadero sucursal A
				Orden de pedido sucursal ciclo pastelero		Pastelero sucursal B
	Orden de pedido ciclo panadero	Clasificación correcta de pedido	3.3 Revisar cantidad de pedido por tipo de producto	Cantidades de pedido revisadas	Cuantificación precisa	
Panadero sucursal A	Cantidades de pedido revisadas	Cuantificación precisa	3.4 Estimar cantidad de insumos	Hay insumos No hay insumos	Disponibilidad de insumos	
	Hay insumos	Disponibilidad de insumos	3.5 Preparación de pan y embotado	Producción terminada por tipo de producto	Producción preparada	
	Producción terminada por tipo de producto	Producción apta	3.6 Solicitar revisión de producción	Monaje revisión	Estandar de calidad verificado de pan y embotados	Supervisor
Supervisor	Monaje revisión confirmado Producción aprobada	Estandar de calidad verificado de pan y embotados	3.7 Organizar producción por pedido	Pedido pan y embotado confirmado	Pedido organizado según pedido	Empleado
Panadero sucursal A	No hay insumos	Información completa	3.8 Solicitar insumos ausentes	Lista de insumos	Necesidades definidas	Jefe de compras
Jefe de compras	Listado de productos faltantes					
	Lista de insumos Insumos faltantes Insumos faltantes revisados	Necesidades definidas	3.9 Recibir insumos	Insumos entregados	Insumos requeridos de producción entregados	Panadero sucursal A
Pastelero sucursal B	Orden de pedido ciclo panadero	Preferencias de cliente completas	3.10 Revisar requerimientos del cliente en el pedido	Requerimientos de cliente detallados	Información completa y precisa	
	Requerimientos de cliente detallados	Información completa y precisa	3.11 Calcular ingredientes	Si hay ingredientes requeridos No hay ingredientes requeridos	Disponibilidad de ingredientes	
	Hay ingredientes	Disponibilidad de ingredientes	3.12 Preparación de pasteles	Pasteles terminados	Pasteles preparados	
Supervisor	Pasteles terminados	Pasteles preparados	3.13 Indicar revisión de pasteles	Notificación de revisión	Estandarización de calidad verificada	Supervisor
	Notificación confirmada	Estandarización de calidad verificada	3.14 Alistar pedido	Pedido pasterl confirmado	Pasterl alistado según pedido	Empleado
	Pasteles aptos					
Pastelero sucursal B	No hay ingredientes	Información completa	3.15 Pedir ingredientes faltantes	Lista ingredientes	Necesidades definidas	Jefe de compras
	Controre ingredientes faltantes					
Jefe de compras	Lista de ingredientes Ingredientes ausentes Ingredientes ausentes revisados	Necesidades definidas	3.16 Recepcionar insumos	Ingredientes entregados	Ingredientes requeridos entregados para producción	Pastelero sucursal B

De la misma manera, se realizó la medición de tiempo y costos operativos, mismos que han sido posteriormente utilizados en la simulación con Bizagi Modeler, considerando los valores obtenidos en las mediciones obtenidas dentro del período en estudio.

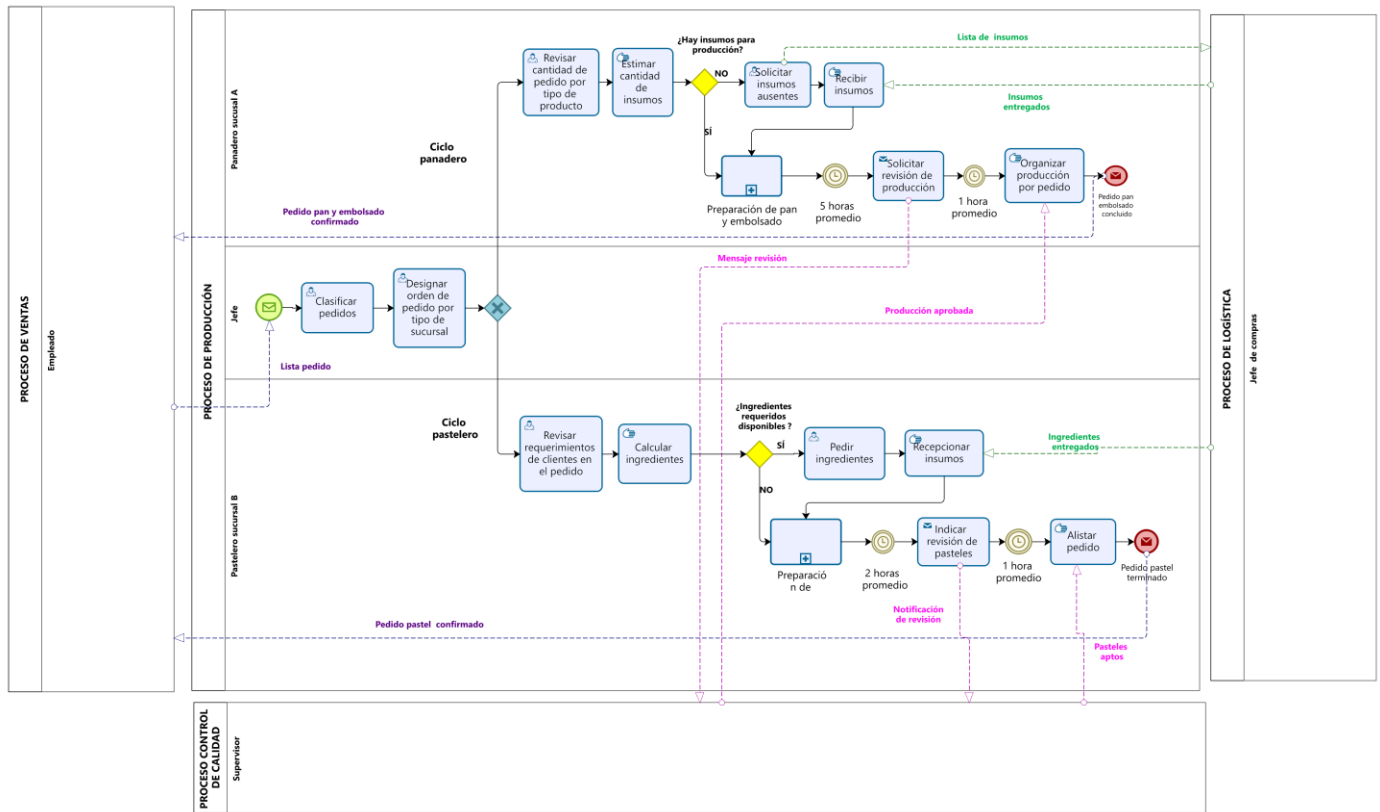


Fig. 1 Diagrama AS-IS del proceso de producción de la empresa Trujillo Pan

En el proceso abordado, el uso de la herramienta Excel y WhatsApp como medio de comunicación de actividades y para el envío de pedidos, permitió identificar cuellos de botella que comprometían la eficiencia operativa; además, de la escasa automatización en actividades clave de clasificación de pedidos y para el seguimiento de la producción de alimentos, procesos que dependían de una supervisión limitada del jefe de producción. Esta situación afectó la velocidad de reacción ante incidencias y la gestión oportuna del presupuesto; igualmente, se detectaron errores recurrentes en el cálculo de ingredientes, porque era aplicado en forma empírica por el responsable, provocando desperdicios o desabastecimientos, generando retrabajos, incrementos en los costos logísticos y afectando negativamente la capacidad de respuesta frente a la demanda del mercado.

A partir de este diagnóstico, se rediseñó el proceso de producción en dos propuestas de mejora TO-BE basadas en el ODS 9, que promueve innovación, digitalización e infraestructura sostenible relacionadas a la solución de la problemática detectada, y mejorada con la aplicación de la metodología Business Process Management (BPM). En la Fig. 2, se observa la primera propuesta orientada a la gestión de la producción, en la cual también se procedió a realizar la

medición de tiempos y costos operativos, y la simulación con el software de modelado.

Cabe recalcar que la aplicación del ODS 9 en el proceso de gestión de la producción TO-BE, se evidencia mediante una infraestructura digital consolidada a través de la implantación de un sistema ERP que permitió el seguimiento en tiempo real de la cadena productiva para el actor del proceso; la innovación se refleja en la implementación de la metodología Six Sigma, la cual integró algoritmos de inteligencia artificial para priorizar pedidos, calcular costos y facilitar la generación diaria de órdenes por sucursal, reduciendo errores y optimizando recursos.

El sistema permitió medir el avance mediante dashboards, analizar las causas raíz de las incidencias reportadas, para aplicar mejoras bajo los principios de Lean Management y el enfoque Kaizen; además, se integraron los reportes de mejora continua por sucursal que a través del listado de mermas, también, se fomentó la sostenibilidad al identificar porcentajes de merma destinados al compostaje o reutilización, permitiendo controlar el estado de los pedidos con la consolidación del reporte general de producción, donde se detalló la información registrada en el sistema y la estimación de los costos.

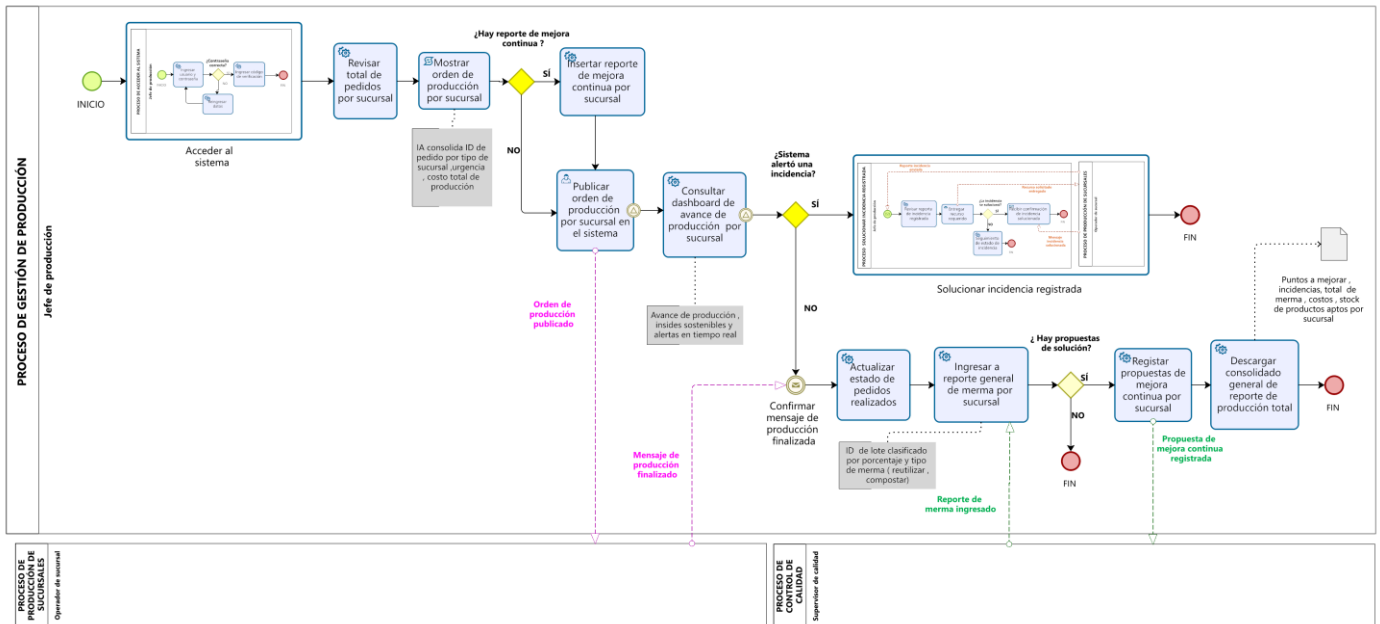


Fig. 2 Diagrama TO-BE del proceso de gestión de producción de la empresa Trujillo Pan

A continuación, se presenta la segunda propuesta orientada a la producción de sucursales en la Fig. 3

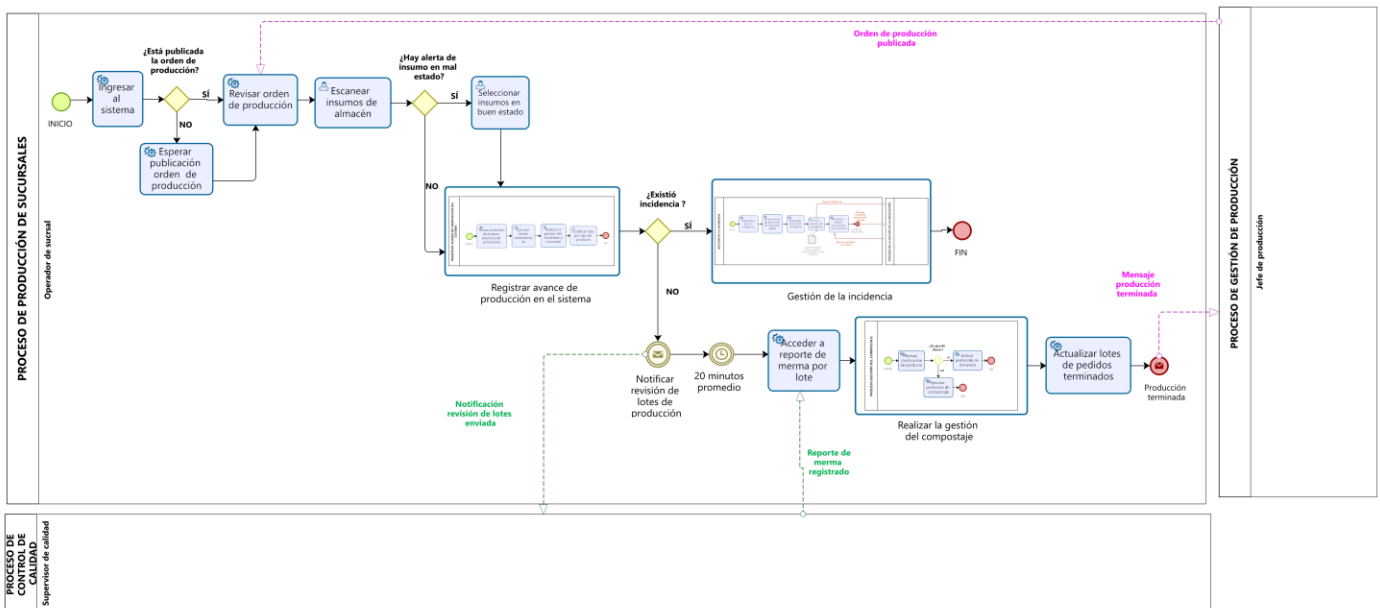


Fig. 3 Diagrama TO-BE de producción de sucursales de la empresa Trujillo Pan

Para la propuesta de producción de sucursales TO-BE mostrada en la figura anterior, se utilizó el mismo ERP como infraestructura digital, integrando la metodología Six Sigma al automatizar la generación de órdenes de producción con parámetros definidos, optimizando recursos desde el inicio, el sistema permitió registrar también el avance mediante dashboards optimizados, desde la aplicación de buenas prácticas hasta la codificación del lote, lo que facilitó medir el desempeño operativo en tiempo real; la innovación se

manifestó en la aplicación de un algoritmo de inteligencia artificial, en la emisión de alertas ante insumos en mal estado y/o no útiles, reforzando la fase analizar con el principio Kaizen, al permitir seleccionar únicamente materiales aptos como primer filtro de calidad.

De igual forma, la gestión de incidencias constituyó otro punto innovador al detectar un problema, se activó un algoritmo de inteligencia artificial y protocolos de respuesta rápida que permitían documentar las incidencias, y enviar el

reporte automáticamente al jefe de producción, cerrando el ciclo de mejora continua.

En cuanto a la sostenibilidad, se aplicó la gestión del compostaje, que clasificó los descartes del lote según el protocolo de donación o reutilización, consolidando un flujo eficiente, innovador y alineado con la sostenibilidad mencionada en el ODS 9.

Al aplicar el rediseño al proceso de producción AS-IS y a través de las propuestas TO-BE con enfoque ODS 9 junto con el modelo de Business Process Management (BPM), se propone una transformación que llegue a trascender el ámbito operativo y se alinee con la estrategia organizacional, para ello también se necesitaría la integración de la metodología Balanced Scorecard tal como se muestra en la Fig.4:



Fig.4 Misión, visión y perspectivas de la empresa Trujillo Pan

En este contexto, el enfoque cobró especial relevancia, constituyéndose en el eje donde se operacionalizaron las actividades orientadas a la mejora operativa basada en el ODS 9. Por ello, plantear indicadores clave de desempeño (KPI) resultó relevante para evaluar la efectividad de las propuestas TO-BE en el área de producción.

VI. RESULTADOS

En la fase de la innovación del proceso en base a ODS 9 se estimaron el costo y tiempo total de las propuestas TO-BE, los resultados obtenidos a partir de la simulación se muestran en la Tabla 4:

TABLA 4
TOTAL TIEMPO Y COSTO DE LAS PROPUESTAS
TO-BE DE PRODUCCIÓN

PROPUESTA TO-BE	TIEMPO (8HORAS)	COSTO
Gestión de la producción	7,641	1,522.5
Producción de sucursales	5,952	1,190.1
TOTAL	13, 593	2,712.6

Para evaluar el impacto de la mejora, se compararon los valores del proceso de producción AS-IS y el total de costo y tiempos de las propuestas diseñadas, tal como se muestra en la Tabla 5:

TABLA 5
VARIACIÓN DE TIEMPO Y COSTO EN EL
PROCESO DE PRODUCCIÓN

	AS-IS	TO-BE	Variación
TIEMPO	19,470	13,593	-30.18%
COSTO	13,440	2,712.6	-79.80%

Como se observa, la propuesta TO-BE evidenció mejoras significativas en los indicadores operativos, con una reducción del 30,18 % en el tiempo de ejecución y una disminución del 79,80 % en los costos, en comparación con el proceso actual AS-IS, todo debido a la automatización de tareas de reprocesamiento que antes eran manuales y ahora serían automatizadas.

Se espera que la propuesta genere un impacto positivo en la empresa al abordar tres frentes clave del ODS 9, en lo infraestructural, fortaleciendo la trazabilidad y eficiencia operativa mediante el ERP que permitiría monitorear actividades en tiempo real, en cuanto a la innovación.

La integración de Six Sigma y enfoque Kaizen optimizaría las decisiones y mejora continua con base en datos, y en el enfoque de la sostenibilidad, se aplicaría economía circular a través del compostaje y la reutilización de mermas, además del control automatizado de insumos y la gestión de incidencias, utilizando inteligencia artificial, haciendo que la empresa avance hacia una industria más sostenible, eficiente e innovadora.

VII. DISCUSIÓN

El rediseño del proceso de producción en Trujillo Pan demostraría que la integración estructurada de Business Process Management (BPM) y sus metodologías abordadas, permitirían identificar cuellos de botella, controlar tareas críticas y reducir significativamente los tiempos y costos en el proceso AS-IS, además coincide con [12] al incorporar un ERP especializado, que permita fortalecer la trazabilidad, eliminar reprocesos manuales y consolidar la cadena productiva automatizada, coherente con los resultados obtenidos en entornos similares del sector alimentario.

La propuesta TO-BE se inserta de manera efectiva en los tres pilares del ODS 9 [10], en el eje de infraestructura destaca la implantación de un ERP, como solución digital adaptada a las necesidades de la empresa, que permita gestionar en tiempo real el flujo de producción desde el ingreso de órdenes hasta la distribución final; la innovación integró inteligencia artificial para automatizar y facilitar la capacidad de respuesta, y la sostenibilidad que coincide con [13], al implementar tecnologías más sostenibles, y lograr identificar merma que permita compostaje o sea reutilizable, además de reducir el impacto ambiental y promoviendo un modelo de producción responsable.

Finalmente, este enfoque refleja los principios de la Industria 5.0, abordando la brecha de adopción tecnológica en pymes, una realidad documentada en [16]. La principal limitación es la baja generalización de los resultados, al provenir de la simulación de un caso único y estar delimitado al proceso de producción; por ello; el riesgo crítico al

transferir el modelo no es técnico, sino la combinación del riesgo organizacional (resistencia al cambio) con el riesgo financiero de la inversión para la microempresa, reafirmandose que la adaptación humana es el factor clave para el éxito sostenible.

VIII. CONCLUSIONES

1. La aplicación del ODS 9 permitió rediseñar el proceso de producción bajo criterios de infraestructura digital resiliente, al implantar un ERP (Trujipro) que automatice y digitalice el proceso productivo, reduciendo el tiempo de ejecución en 30.18% y el costo en 79.80%, cumpliendo el objetivo general del estudio.
2. El diagnóstico de la situación actual evidenció procesos manuales con baja trazabilidad, por el uso de Excel y WhatsApp, que generaron errores en el cálculo de insumos y limitada capacidad de respuesta, lo que justificó la aplicación de la metodología BPM para rediseñar el flujo de trabajo y alcanzar los objetivos de análisis propuestos.
3. Se diseñaron dos propuestas TO-BE con enfoque ODS 9 aplicando metodología BPM y Six Sigma (ciclo DMAIC) para definir, analizar y controlar órdenes de producción, e incorporar Lean Management con enfoque Kaizen para eliminar reprocesos y desperdicios. Estas metodologías permitieron identificar puntos de quiebre, consolidar reportes de mejora continua por sucursal y activar protocolos automáticos de respuesta ante incidencias dentro del ERP, logrando así una gestión operativa más ágil, eficiente y resiliente.
4. La propuesta generaría una transformación digital completa, alineada con el ODS 9, automatizando el cálculo de insumos, órdenes de producción diarias por sucursal, activando alertas inteligentes ante insumos no conformes y asegurando calidad desde el inicio. Además, se integrarían dashboards para monitorear indicadores sostenibles en tiempo real, brindando información de incidencias operativas y gestionando mermas mediante compostaje o reutilización, consolidando un modelo de producción circular, eficiente e innovador que responde directamente a los tres pilares del ODS 9.
5. El diseño de indicadores de rendimiento (KPI) logró medir el impacto simulado del proceso mejorado, como el incremento de la producción y la reducción del tiempo promedio de procesamiento, consolidando el control del sistema y reforzando el cumplimiento de metas.
6. Se estimó un costo anual de implementación de S/. 83,040, incluyendo hardware, software+licencias, conectividad y personal clave. Esta inversión demostraría la viabilidad de la propuesta, al generar beneficios operativos claros y sostenibles, cumpliendo el objetivo específico de estimar costos y fortaleciendo la infraestructura productiva de Trujillo Pan.
7. El modelo propuesto no solo optimizaría el proceso de producción, sino que incorporaría de forma transversal el ODS 9 en toda la estrategia empresarial, alineando así

todas las acciones de la empresa hacia un modelo competitivo, moderno y sostenible orientando a un modelo de industria 5.0.

8. El caso de estudio abordado abre dos futuras líneas de investigación: la primera, enmarcada en la Industria 5.0, para validar el impacto del modelo en indicadores humanos y de sostenibilidad; y la segunda, para analizar la escalabilidad y ciberseguridad del software en un entorno multi-sucursal, evaluando su robustez y la gestión de la integridad de los datos.
9. Se concluye que el modelo presenta una limitación sectorial clara, pues su aplicabilidad óptima en pymes de alimentos de alta complejidad delimita su éxito a una implementación escalonada que priorice la madurez de los datos. Esta interdependencia entre el sector y la estrategia resalta que el riesgo crítico al transferir el modelo no es técnico, sino la adaptación organizacional y la gestión del cambio.

REFERENCIAS

- [1] FAO, "Índice de precios de los alimentos," Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2025. [Online]. Available: <https://www.fao.org/worldfoodsituation/foodpricesindex/es/>
- [2] International Monetary Fund, "Steady and Slow Decrease in Global Annual Inflation," 2025. [Online]. Available: <https://data.imf.org/en/news/steady%20and%20slow%20decrease%20in%20global%20annual%20inflation>
- [3] UNIDO, "SDG Analytical Tools – USMCA," United Nations Industrial Development Organization, 2025. [Online]. Available: <https://stat.unido.org/analytical-tools/sdg?tab=charts&country=USMCA>
- [4] International Monetary Fund, "Global Financial Stability Report – April 2025," 2025. [Online]. Available: <https://www.imf.org/en/Publications/GFSR/Issues/2025/04/22/global-financial-stability-report-april-2025>
- [5] UNIDO, "Country Analytics – Perú," United Nations Industrial Development Organization, 2025. [Online]. Available: https://stat.unido.org/analytical-tools/country-analytics?country=604&codes=OTH_%20CMI_OTH
- [6] Infobae, "Todos los panes del Perú deberán prepararse con granos andinos por ley," 3 sept. 2024. [Online]. Available: <https://www.infobae.com/peru/2024/09/03/todos-los-panes-del-peru-deberan-prepararse-con-granos-andinos-por-ley-el-ambicioso-plan-que-midagri-impondra-hasta-2035/>
- [7] Gestión, "Precios internacionales de los alimentos al alza tendrían impacto en la inflación en el Perú," 2025. [Online]. Available: <https://gestion.pe/economia/precios-internacionales-de-los-alimentos-al-alza-tendrian-impacto-en-la-inflacion-en-el-peru-noticia/>
- [8] Infobae, "Día del pan: peruanos consumen más de 1,300 panes al año," 12 jun. 2025. [Online]. Available: <https://www.infobae.com/peru/2025/06/12/dia-del-pan-peruanos-consumen-mas-de-1300-panes-al-ano-pero-cifra-es-una-de-las-mas-bajas-de-latinoamerica-que-pais-nos-gana/>
- [9] Y. Rizk, H. A. Reijers, M. Dumas, M. Reichert and I. Weber, "Business Process Management in the Era of Digital Innovation and Sustainability," *Journal of Innovation and Sustainable Development*, vol. 3, 2025. [Online]. Available: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2667096825000278>
- [10] Naciones Unidas, "Objetivo 9: Industria, innovación e infraestructura," *UN Sustainable Development Goals*, 2025. [Online]. Available: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/infrastructure/>
- [11] *International Journal of Education, Social Science and Management (IJESSM)*, "The Effect of Production Planning and Quality Control on the Production Process," vol. 3, no. 1, 2025. [Online]. Available: <https://lppipublishing.com/index.php/ijessm/article/view/601>
- [12] I. T. B. Widiwati et al., "The Implementation of Lean Six Sigma Approach to Minimize Waste at a Food Manufacturing Industry," *Journal*

of Engineering Research, vol. 2024, Feb. 2024. [Online]. Available: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2307187724000221>

[13] E. Costa, "Industry 5.0 and SDG 9: a symbiotic dance towards sustainable transformation," *Sustainable Earth*, vol. 7, no. 1, 2024. [Online]. Available: <https://link.springer.com/article/10.1186/s42055-024-00073-y>

[14] Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú, *Gude for the Implementation of Process Management*, Lima, Perú: Oficina General de Planeamiento y Presupuesto, 2021. [Online]. Available: <https://www.gob.pe/institucion/mtc/informes-publicaciones/3615127-guia-para-la-implementacion-de-la-gestion-por-procesos-2021>

[15] N. Yusof and K. L. Lee, "Improve Product Quality and Production Process with Integration of Six Sigma and Quality Management System ISO 9001: A Case Study of Bakery Shop in France," *International Journal of Industrial Management*, vol. 14, no. 1, pp. 557-579, 2022, doi: 10.15282/ijim.14.1.2022.7598

[16] A. A. Zamilloa-Menacho, R. Manani-Rojas, A. E. Flores-Pérez and M. F. Collao-Díaz, "Proposal of production model based on Lean and Continuous Improvement to improve the productivity in SMEs of baking: an empirical investigation in Peru," en *Proceedings of the 3rd International Conference on Industrial Engineering and Industrial Management (IEIM 2022)*, Barcelona, España, 2022, pp. 66-71, doi: 10.1145/3524338.3524349