

COVER PAGE IN ENGLISH

(solo para artículos en español, portugués o francés)

Optimization model for the service level of a public entity through the application of simulation and Lean Manufacturing: Case study

Medina Llerena Diego Alonso, Magister¹, Medina Guerra Dario Melchor², Roman Ticona Juan Francisco³,
Fernández Munguia Rodolfo Francisco ³,

¹Escuela Académico Profesional de Ingeniería Industrial, Facultad de Ingeniería, Universidad Continental, Av. Los Incas s/n, Arequipa, Perú dmedinall@continental.edu.pe

²McMaster University, Canada, medind2@mcmaster.ca

³Universidad Tecnológica del Perú, Perú, c29093@utp.edu.pe, u21319871@utp.edu.pe

Abstract– *At the operational and customer service level, government institutions often struggle to identify bottlenecks and disorganization in their customer service processes. Therefore, a simulation model was developed, combining Lean tools such as Poka-Yoke and standardized work processes, to reduce waiting and service times and increase customer satisfaction in a municipal entity in Arequipa. The results obtained after implementing the model were achieved through a simulation using Arena software. This simulation showed an increase in the Net Promoter Score from 10.2% to 22.4%, and the average wait time in the queue was reduced from 18.2 minutes to 12.2 minutes. Based on these results, it is concluded that implementing Lean tools improves customer satisfaction by resulting in faster service and shorter wait times. Furthermore, this research is significant and could be applied to other government institutions and other areas of document management and administration within public companies.*

Keywords– *simulation, Poka yoke, standardized work, public entity, waiting times.*

Modelo de optimización en el nivel de servicio de una entidad pública mediante la aplicación de simulación y Lean Manufacturing: Un estudio de caso

Medina Llerena Diego Alonso, Magister¹, Medina Guerra Dario Melchor², Roman Ticona Juan Francisco³,
Fernández Munguia Rodolfo Francisco³,

¹Escuela Académico Profesional de Ingeniería Industrial, Facultad de Ingeniería, Universidad Continental, Av. Los Incas s/n, Arequipa, Perú dmedinall@continental.edu.pe

²McMaster University, Canada, medind2@mcmaster.ca

³Universidad Tecnológica del Perú, Perú, c29093@utp.edu.pe, u21319871@utp.edu.pe

Resumen— *A nivel operativo y de atención, las instituciones del gobierno suelen tener dificultades para identificar cuellos de botella y desorganización en los procesos de atención a los usuarios. Por ello, se desarrolla un modelo de simulación combinado con herramientas Lean como Poka Yoke y trabajo estandarizado para reducir los tiempos de espera y de atención e incrementar la satisfacción de los usuarios en una entidad municipal de Arequipa. Los resultados obtenidos luego de la implementación del modelo fueron obtenidos a través de un modelo de simulación utilizando el software Arena, en el cual se obtuvo un incremento del Net Promoter Score de 10.2% a 22.4%, de igual manera el tiempo de espera en cola se redujo de 18.2 minutos a 12.2 minutos. Con los resultados obtenidos, se concluye que la implementación de herramientas Lean mejora la satisfacción de los usuarios en base a mejores tiempos de atención y menores tiempos de espera. De la misma manera, la investigación es significativa para ampliar su aplicación en otras instituciones del estado y otras áreas de manejo documentario y administrativo de las empresas públicas.*

Palabras clave— *simulación, Poka yoke, trabajo estandarizado, entidad pública, tiempos de espera.*

I. INTRODUCCIÓN

Desde el éxito en la industria automotriz, las metodologías lean han ampliado su aplicación a un gran número de industrias productivas y de servicio [1], su aplicación está en constante adaptación siendo aprovechado en cualquier entorno organizacional, recientemente al sector de las instituciones públicas [2]. La aplicación de Lean en el sector público es parte de una reinención continua del concepto original de Toyota, las metodologías Lean no se mantienen estáticas, sino que se adaptan al sector público [3]. El sector público está definido por las actividades gubernamentales financiadas por cada estado, la cual es considerada como el mayor empleador de cualquier país demostrando su importancia en la economía mundial [4]. Las aplicaciones de Lean toman una perspectiva de aplicación basada en la adopción de herramientas que son utilizadas e implementadas [5], algunas de estas prácticas suelen ser: Kaizen, Kan-ban o SMED que se incorporan a las instituciones a nivel operativo [6]. Esta perspectiva de aplicación de herramientas a nivel operativa es ampliamente aceptada, aunque no es sencilla, el aprendizaje se basa en aplicaciones a un lugar y tiempo específico. Por ello, la

aplicación de herramientas lean depende en gran medida del contexto y la capacitación a todo nivel jerárquico [7].

En el Perú, los gobiernos departamentales se dividen en municipalidades provinciales y distritales. Para el 2021 se tienen 196 municipalidades provinciales y 1693 municipalidades distritales [8]. Para evaluar una gestión pública de calidad, se tiene en cuenta como mínimo la eficiencia de la administración de recursos y la capacidad para ejercer políticas públicas y servicios. Las gestiones modernas manejan sus procesos y recursos, que no solo incluyen los bienes; sino también las personas y el conocimiento para explotar la productividad [9]. Para evaluar la calidad de atención en diversas entidades públicas sobre la satisfacción, la caracterización de los usuarios, y las oportunidades de mejora en el servicio público; el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) ejecuta de manera anual Encuesta Nacional de Satisfacción Ciudadana [10]. Para la última encuesta, se obtuvieron estadísticas nacionales como un Índice de Satisfacción General del 68%, destacando el Tiempo de gestión (86%) y la Confianza (79%) como los pilares mejor valorados, aunque la Accesibilidad (27%) a canales no presenciales es críticamente baja. Además, se obtuvo una alta preferencia por la atención presencial (71%), a pesar de que casi la mitad de los trámites no se concluyen en un solo día, y se identificaron áreas de mejora para entidades como los gobiernos locales y regionales en aspectos como: infraestructura, seguridad y disponibilidad de información [11]. Para regiones ubicadas en el sur del Perú, la satisfacción general se encuentra en el 71% de los encuestados, sin embargo, más del 40% de los encuestados sugiere mejorar aspectos como: la infraestructura de la entidad, tiempo de la gestión y el proceso de atención [12].

Por ello, es la identificación de una oportunidad de mejora en la gestión de los gobiernos locales, principalmente en las capitales de los departamentos del Perú, en la cual la modernización de la infraestructura digital puede incidir directamente en mejorar los tiempos de atención y procesos evaluados mediante indicadores y con herramientas de simulación para su implementación. El objetivo de la presente investigación es desarrollar y validar un modelo para optimizar el nivel de servicio en una entidad pública municipal mediante la aplicación de herramientas de Lean

Manufacturing, luego de ello validar el modelo mediante la técnica de simulación.

II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

A. Teoría de Colas

Para los servicios públicos, un punto de partida para la medición de la eficiencia consiste en la evaluación de los tiempos de espera en cola y la utilización de los agentes durante los horarios establecidos. La teoría de colas se define como la descripción de sistemas de líneas de espera a través de modelos matemáticos. Su objetivo es construir un sistema estable y determinar la capacidad de servicio óptima para alcanzar un equilibrio entre los costos del sistema y la satisfacción del cliente [13]. En términos operativos, esta herramienta permite identificar el nivel de capacidad que minimiza los costos, estableciendo un balance entre las consideraciones cuantitativas (costos) y cualitativas (servicio) [14]. Un sistema de colas está conformado principalmente por cinco elementos: fuente de entrada, cliente, cola, disciplina de la cola y mecanismo de servicio, con esto se puede definir el tiempo medio de espera en cola como un indicador para evaluar la calidad de servicio y la detección de áreas de mejora. En sectores enfocados a brindar servicios, se puede observar que los altos tiempos de espera son la causa principal de las no conformidades y reclamos de los clientes [15].

B. Kaizen (KAI) y trabajo normalizado

El concepto de Kaizen (KAI) constituye un pilar fundamental de la filosofía Lean y se define a través de varias perspectivas que abarcan su naturaleza, objetivos y mecanismos de implementación [16].

Kaizen es definido como una filosofía de gestión que se originó en el Sistema de Producción Toyota (Toyota Production System). Es un componente clave del sistema Lean y se considera la base para la implementación de otras herramientas de Manufactura Esbelta. La implementación de Kaizen nos garantiza el desarrollo de un trabajo estandarizado con un notable desempeño del flujo de procesos con la que cada colaborador de la empresa adquiere un conocimiento uniforme para el desarrollo de sus funciones en un tiempo de ciclo estandarizado [17]. La estandarización de trabajo se refiere a la consistencia con la que los pasos, procedimientos y métodos de un proceso se ejecutan de manera exacta y repetitiva en cada estación de trabajo. Esta herramienta identifica la secuencia óptima en la que debe completarse el trabajo y determina los momentos específicos para ejecutar cada una de las tareas.

Por ello, busca encontrar el mejor método para realizar una tarea y aumentar la productividad a partir de una cantidad determinada de recursos [18].

C. Poka-Yoke

El objetivo principal de esta herramienta de Manufactura Esbelta es evitar los errores humanos que se dan en el desarrollo de trabajos repetitivos. Se implementa a nivel

operacional para prevenir errores que puedan comprometer los objetivos estratégicos de la organización [19]. Durante la ejecución de diversas operaciones se presentan retrasos producto de errores involuntarios de los operarios, por ello Poka yoke busca mantener la eficiencia operacional, minimizar errores y producir bienes de calidad eliminando actividades que no aportan valor mejorando directamente los plazos de entrega en producción de bienes y tiempos de atención en la entrega de servicios [20].

III. CONTRIBUCIÓN

En el sector servicios, la atención al cliente se ha convertido en un pilar fundamental para el funcionamiento de la industria. Los tiempos de espera y los niveles de utilización de las estaciones de servicio son los indicadores más utilizados para encontrar áreas de mejora y eficiencia. La municipalidad en estudio presenta tiempos de espera elevados fuera del estándar nacional. Luego de un extenso análisis, se ha identificado que estos retrasos se dan en dos procesos centrales como son: pago de papeletas y pago de impuesto municipales.

Por ello el desarrollo de la solución se enfoca a implementar soluciones, recomendaciones y propuestas de herramientas desarrolladas en la literatura. En la tabla I se relacionan los artículos identificados con las soluciones propuestas.

TABLA I
MATRIZ COMPARATIVA DEL ESTADO DEL ARTE Y LOS OBJETIVOS DEL ESTUDIO

Artículo científico	Causas u Objetivos		
	Reducir tiempos de espera en cola	Optimizar tiempos de atención en sistema	Incrementar % de utilización
[21]			Kaizen
[22]	Poka Yoke	Trabajo estandarizado y 5S	
[23]	Poka Yoke	Trabajo estandarizado	
[24]	Poka Yoke y teoría de colas		
[25]		Trabajo estandarizado	
[26]			Kaizen y teoría de colas
Propuesta	Poka Yoke	Trabajo Estandarizado	Kaizen

El modelo se desarrolla basado en la aplicación de herramientas de ingeniería Poka Yoke, Kaizen y trabajo estandarizado. La aplicación de estas herramientas en el sector público es poco aplicada para el análisis y resolución de problemas o mejora de indicadores. En esta investigación se presenta una contribución que permite al sector público mejorar los indicadores de atención al público.



Fig. 1 Modelo de aplicación propuesta

A. Componentes del modelo

La construcción del modelo propuesto este compuesto por el desarrollo de tres componentes: diagnóstico de la situación, aplicación de herramientas lean y la implementación del modelo. El primer componente incluye el diagnóstico situacional junto con la aplicación del poka yoke para la organización de la información pertinente en el desarrollo de los procesos de atención a los usuarios. El segundo componente se basa en la aplicación del trabajo estandarizado en las estaciones de atención al usuario, lo que permite que las atenciones tomen menos tiempo. Finalmente, el tercer componente contiene kaizen junto con las definiciones estándares de trabajo pasando a etapas de aprendizaje y mejora continua.

Fase 1: Diagnostico y organización de la información

El diagnóstico realizado clasifico las fallas del sistema de atención que provocaban altos tiempos de espera en cola y elevados tiempos de atención al usuario. Durante esta fase, se recolecta la información para la implementación del Poka Yoke adaptado al proceso de atención de la unidad de estudio.

Fase 2: Aplicación de herramientas Lean

Consta de la aplicación de Kaizen y trabajo estandarizado en los procesos identificados, para lo cual se implementará un sistema de atención que clasifique las consultas de los usuarios y sincronice la documentación requerida para una atención más eficiente. Asimismo, el trabajo estandarizado permitirá una revisión documentaria más eficiente para concretar la atención en un menor tiempo. La aplicación definida de una secuencia de actividades incrementa la utilización de las estaciones de trabajo y contribuye a la reducción de los tiempos de atención en las estaciones de servicio.

Fase 3: Implementación del modelo de simulación

Esta etapa final pretende implementar con éxito el nuevo sistema en la unidad de estudio como un proceso de formación enfocado a dotar a los empleados de las habilidades y competencias necesarias. La formación está centrada en la capacitación en los cambios realizados para garantizar una atención más eficiente a los usuarios.

Además de ello, los flujos actuales y propuestos son simulados en Arena, con esta ejecución se comparan los indicadores en ambos escenarios, permitiendo una comparación para verificar el logro en la disminución de tiempos en cola e incremento en la utilización de las estaciones de trabajo.

B. Indicadores de rendimiento

A. Tiempo de atención en sistema: El indicador mide el tiempo que toma una entidad desde que ingresa a una estación de servicio hasta que sale del sistema y concreta el trámite realizado.

$$\text{Tiempo total de atención en sistema} = \bar{X} \text{ Tiempo de atención}$$

B. Tiempo de espera en cola: Este indicador está relacionado a la teoría de colas y se encarga de medir el tiempo desde que la entidad ingresa al sistema y es atendida en una estación de servicio.

$$\text{Tiempo total de espera en cola} = \bar{X} \text{ Tiempo de espera}$$

C. Porcentaje de utilización de la estación: Indicador que permite identificar el porcentaje de trabajo efectivo durante el turno de trabajo.

$$\% \text{ utilización de la estación} = \frac{\text{Tiempo de ocupación}}{\text{Tiempo disponible}}$$

D. NPS (Net Promoter Score): Indicador basado en la probabilidad que los clientes puedan recomendar el servicio a otros usuarios.

$$NPS = \% \text{ Promotores} - \% \text{ Detractores}$$

VI. VALIDACIÓN

A. Diagnostico Inicial

Durante el diagnóstico inicial se evidencio ciertas diferencias con relación a los indicadores de tiempo de atención en sistema y tiempo de espera en cola. Según registros de INEI la media nacional para el tiempo de atención en sistema es de 11 minutos y el tiempo de espera en cola es de 12 minutos. Sin embargo, para la municipalidad en estudio se registró una puntuación de 21.4 minutos para el tiempo de atención y 18.2 minutos para el tiempo de espera, con lo cual se genera una oportunidad de mejora. De manera similar, el informe señala un promedio de 23.5% para el indicador de Net Promoter Score, mientras que la unidad de estudio reporto un 10.2%, con lo cual se genera una oportunidad de mejora de 13.3%.

Estas brechas técnicas generan un costo de oportunidad estimado de s/ 55,832 soles mensuales en capital social.

El desarrollo del diagrama de Pareto identifico dos causas fundamentales que afectan los 2 procesos principales que se desarrollan en la unidad de estudio: desorden en la emisión de tickets de atención (38,5%) y falta de sincronización documentaria durante la atención (31.2%).

Luego de la identificación y la aplicación de la técnica TIS (Técnica de Identificación de Problemas) se concluyó que el desorden y la falta de sincronización se deben principalmente a desactualización del manual de funciones, falta de coordinación en la documentación y el pago de derechos y confusión de procesos de pago. Con ello, se determinó que las herramientas idóneas a utilizar serían: Trabajo estandarizado para el registro de pago de impuestos,

poka yoke, teoría de colas y trabajo estandarizado para el pago de papeletas.

En la Fig. 2 y la Fig. 4 se presenta el modelado del sistema actual para el pago de impuestos y el sistema actual para el pago de papeletas. Así mismo, en la Fig. 3 y la Fig. 5 se muestra los sistemas con las mejoras realizadas.

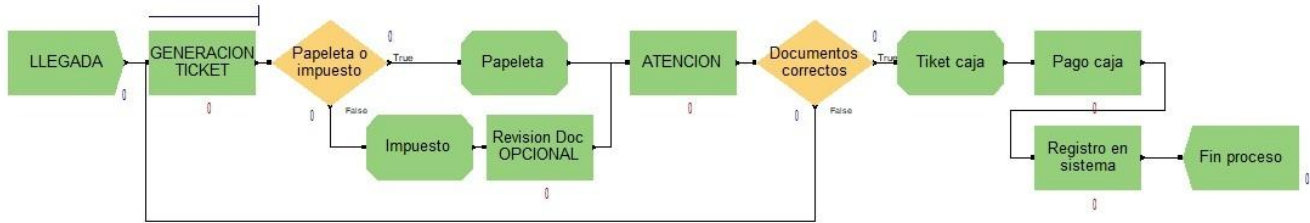


Fig. 2 Modelo actual para el pago de impuestos.

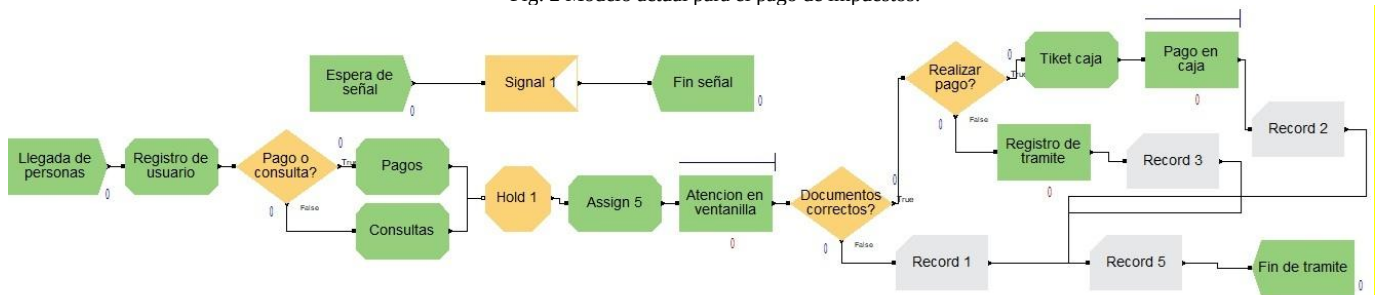


Fig. 3 Modelo de simulación mejorado para el pago de impuestos.

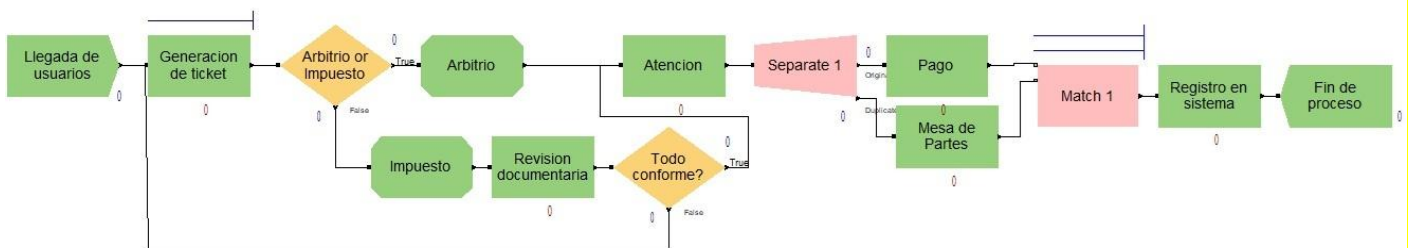


Fig. 4 Modelo actual para el pago de papeletas.



Fig. 5 Modelo de simulación mejorado para el pago de papeletas.

B. Validación del escenario

La implementación de las herramientas aplicadas se dio en dos fases. En la primera fase, se realizó una simulación en el software Arena; luego de ello en una segunda fase se realizó una prueba piloto durante 25 días. La aplicación de ambos

métodos fue de manera aislada e independiente a los nuevos procedimientos para la atención de los usuarios.

La elección del software de simulación se basó en la dinámica de los procesos de atención, por lo que la mejor opción para este proceso estocástico fue el software Arena en

versión 16. Primeramente, se definió el alcance del problema, categorizando los procesos en pago de papeletas y pago de impuestos municipales los cuales finalizaban con la atención del usuario y el ordenado procesamiento documentario. Se incluye la documentación para que los expedientes puedan finalizar en esta atención y continuar su camino hacia los registros contables del municipio.

Seguidamente, se establecieron las variables de entrada, los recursos del sistema y las entidades que ingresaban. Se usó la fórmula para calcular el tamaño de muestra en la cual se definió el error en 15% con un nivel de confianza de 90%. Se contaba con 325 observaciones para el proceso de pago de papeletas y 208 para el pago de impuestos municipales. Aplicando la fórmula se determinó el tamaño de muestra estimado en 106 y 34 muestras para cada proceso.

$$n = \frac{N\sigma^2 Z^2}{(N-1) * e^2 + \sigma^2 Z^2}$$

$$n1 = \frac{325 * 0.9145^2 * 1.641^2}{(325 - 1) * 0.12^2 + 0.9145^2 * 1.641^2} \approx 105.8 = 106$$

$$n2 = \frac{208 * 0.465^2 * 1.641^2}{(208 - 1) * 0.12^2 + 0.465^2 * 1.641^2} \approx 33.99 = 34$$

Seguidamente, se realizó el modelo de simulación para los procesos de pago de impuestos y papeletas mostrando la situación inicial y comparándolo con las mejoras de los modelos luego de implementar las mejoras.

C. Aplicación del modelo propuesto

Aplicación de Poka Yoke

Se implementó para que los usuarios puedan identificar sus datos y trámites al ingresar al sistema mediante el uso del formulario. El formulario fue diseñado para guiar a los usuarios en los procesos de pago correspondiente. Se accederá por medio de un código QR para especificar el trámite y los documentos que necesita para la atención, con este registro se reduce significativamente los tiempos de atención y espera en cola. Para el llenado del formulario, se consideró incluir campos desplegable para evitar el registro de valores incorrectos, de esta manera reducimos los errores y agilizamos el proceso de registro inicial. El registro se presenta en la Fig. 6 y la pantalla de inicio del formulario se presenta en la Fig. 7.

Fig. 6 Datos de registro del formulario propuesto.

Fig. 7 Pantalla de inicio del formulario propuesto.

Implementación del trabajo estandarizado

Para la aplicación de esta herramienta, se identificaron dos puestos de trabajo que interactúan durante ambos procesos de pagos. Con ello, se definió y priorizó las actividades primordiales para establecer una secuencia definida en la que la documentación y los pagos que realizan los usuarios puedan tener un flujo constante y uniforme.

Se estandarizó el tiempo de atención al inicio del proceso actualizando el manual de funciones del Recibidor, en este procedimiento el registro documentario se enlazaba directamente con el documento de pago, esta vinculación permitía a los usuarios manejar de manera adecuada la documentación y registro de sus trámites. En la Fig. 8 se muestra el manual de funciones actualizado para el puesto de Recibidor.

MANUAL DE ORGANIZACIÓN Y FUNCIONES -MOF- GERENCIA DE ADMINISTRACIÓN TRIBUTARIA		ESPECIFICACIONES DEL CARGO	
		CORRELATIVO N°:	19
		ESTRUCTURAL:	RECAUDADOR - PERIFERICO I
		CLASIFICADO:	SERVIDOR PÚBLICO DE APOYO
		NOMINATIVO:	RECBIDOR PAGO TRIBUTOS
		N° CAP:	868/873
		TOTAL CARGOS:	06
DESCRIPCIÓN:			
UNIDAD ORGANICA:	ORGANO DE LINEA MUNICIPAL		
GERENCIA:	ADMINISTRACION TRIBUTARIA		
SUB GERENCIA:	CONTROL Y RECAUDACION TRIBUTARIA		
DPTO y/o AREA:			
DEPENDE DE:			
ORGANICA Y/O ADMINISTRATIVAMENTE		NORMATIVA Y/O FUNCIONALMENTE	
SUB GERENTE DE CONTROL Y RECAUDACION TRIBUTARIA		SUB GERENTE DE CONTROL Y RECAUDACION TRIBUTARIA	
AUTORIDAD y/o SUPERVISIÓN SOBRE:			
TOTAL: Ningun Cargo			
OBJETIVO Y/O RESPONSABILIDAD DEL CARGO			
- Ejecución de actividades relacionadas con la cobranza de tributos y rentas Municipales. - Es responsable por el cumplimiento de los objetivos y metas establecidos en el POI que expresamente le sean asignados; y atender en los plazos previstos los procesos que le sean encargados; así como del uso y conservación de los bienes a su cargo.			
REQUISITOS MÍNIMOS DEL CARGO			
- Instrucción Superior Técnica relacionada con el cargo. - Capacitación de 2 años, 30 hrs en la especialidad.		Experiencia mínima de 03 años en labores de cobranza o cargos similares.	

Fig. 8 Manual de funciones actualizado para Recibidor.

El otro puesto identificado es el de Recaudador, en la cual se estandarizo los procesos para el registro y pago de los usuarios según los documentos requeridos. Este registro permitió al recaudador generar y procesar los pagos de manera fluida. Esta nueva secuencia permitía que el registro documental sucediera en simultaneo con el registro de pago de los usuarios. En la Fig. 9 se muestra el manual de funciones actualizado para el puesto de Recaudador.

MANUAL DE ORGANIZACIÓN Y FUNCIONES -MOF- GERENCIA DE ADMINISTRACIÓN TRIBUTARIA		ESPECIFICACIONES DEL CARGO	
		CORRELATIVO N°: 18	
		ESTRUCTURAL:	RECAUDADOR - VENTANILLA II
		CLASIFICADO:	SERVIDOR PUBLICO DE APOYO
		NOMINATIVO:	RECAUDADOR Y COBRO DE TRIBUTOS
		N° CAP:	864/867
		TOTAL CARGOS:	04
DESCRIPCIÓN:			
UNIDAD ORGANICA:	ORGANO DE LINEA MUNICIPAL		
GERENCIA:	ADMINISTRACION TRIBUTARIA		
SUB GERENCIA:	CONTROL Y RECAUDACION TRIBUTARIA		
DPTO y/o AREA:			
DEPENDE DE:			
ORGANICA Y/O ADMINISTRATIVAMENTE		NORMATIVA Y/O FUNCIONALMENTE	
SUB GERENTE DE CONTROL Y RECAUDACIÓN TRIBUTARIA		SUB GERENTE DE CONTROL Y RECAUDACIÓN TRIBUTARIA	
AUTORIDAD y/o SUPERVISIÓN SOBRE:			
TOTAL Ningun Cargo			
OBJETIVO Y/O RESPONSABILIDAD DEL CARGO			
- Ejecución de actividades de recepción, cobro de tributos y otros que constituyen rentas de la Municipalidad. - Es responsable por el cumplimiento de los objetivos y metas establecidas en el POI que expresamente le sean asignados, así como del uso y conservación de los bienes a su cargo.			
REQUISITOS MÍNIMOS DEL CARGO			
- Instrucción Superior Técnica relacionada con el cargo. - Experiencia en labores de recaudación		- Conocimientos en computación. - Capacitación en los últimos 2 años, no menor de 30 hrs.	

Fig. 9 Manual de funciones actualizado para Recaudador.

Resultados de la aplicación del modelo propuesto

Luego de la aplicación de las herramientas desarrolladas, se presentan los resultados en la tabla II.

TABLA II
COMPARACIÓN DE INDICADORES SITUACIÓN INICIAL Y FINAL

Indicador	Situación Inicial	Situación Final	Diferencia (%)
Tiempo de atención	21.4 min	12.5 min	41.6%
Tiempo de espera	18.2 min	12.1 min	33.5%
Porcentaje de utilización	35.4%	52.2%	16.8%
Net promote score (NPS)	10.2%	22.4%	12.2%

V. DISCUSIÓN

A. Comparación del escenario inicial y final

Fase 1: Diagnostico y organización de la información

Durante el levantamiento de información, se calculó los tiempos actuales de espera y los tiempos de atención en

sistema verificando la elevada tasa de ambos indicadores para cada proceso. Anteriormente los usuarios realizaban un registro único para ambos procesos lo que generaba una baja de especialización en la atención causando un gran número de errores y mal registro documental.

La separación de procesos en pago de impuesto y pago de papeletas se generó como una alternativa viable para los usuarios durante la prueba piloto. Las estaciones de atención mejoraron en el registro y los tiempos de atención, disminuyendo los tiempos de espera en cola. Al contrastar estos tiempos de espera y atención con la bibliografía, se tiene valores similares en una municipalidad distrital donde aplico estudio del trabajo estandarizado para reducir los tiempos de atención y espera en un 44.4% [27].

La tabla III muestra los tiempos de atención y espera antes y después de la implementación realizada.

TABLA III
COMPARACIÓN DE INDICADORES DE TIEMPO DE ATENCIÓN Y ESPERA

Proceso	Indicador	Unidad	Situación Inicial	Situación Final	Diferencia
Pago de Impuestos	Tiempo de atención	Minutos	22.5	14.3	8.2
	Tiempo de espera	Minutos	19.8	13.7	6.1
Pago de papeletas	Tiempo de atención	Minutos	20.3	10.7	9.6
	Tiempo de espera	Minutos	16.6	10.5	6.1

Fase 2: Aplicación de herramientas Lean

La aplicación de Poka yoke y trabajo estandarizado permitió que las estaciones de trabajo puedan enfocar su trabajo de manera estratégica hacia los procesos de atención específico de los usuarios. El indicador de utilización para los procesos de pago de impuesto y pago de papeletas incremento al tener mayor fluidez en el trabajo realizado. Los resultados para cada proceso figuran en la tabla IV.

TABLA IV
COMPARACIÓN DE INDICADORES DE UTILIZACIÓN

Proceso	Indicador	Situación Inicial	Situación Final	Diferencia (%)
Pago de Impuestos	% de utilización	33.6%	55.3%	21.7%
Pago de papeletas	% de utilización	37.2%	49.1%	11.9%
Promedio general		35.4%	52.2%	16.8%

Luego de aplicar las herramientas desarrolladas en la investigación se logró un incremento de la utilización llegando a un 52.2%, comparable con el 64% obtenido con la implementación de gestión de procesos en una empresa de servicios [28].

Fase 3: Implementación del modelo de simulación

El análisis mediante la simulación nos permite comprender el desarrollo de los procesos de atención, además

de proponer indicadores medibles para la comparación de diversos escenarios lo que nos permitirá validar el modelo. La implementación del trabajo estandarizado genera un mejor desempeño entre los trabajadores para incrementar los niveles de atención al público. El indicador de satisfacción alcanza el 22.4%, comparable con la bibliografía que alcanza el 30% implementando una gestión de procesos y productividad [28]. Los resultados y comparación para cada proceso se presentan en la tabla V.

TABLA V
COMPARACIÓN DE INDICADORES NPS

Proceso	Indicador	Situación Inicial	Situación Final	Diferencia (%)
Pago de Impuestos	% NPS	8.20%	21.50%	13.30%
Pago de papeletas	% NPS	12.20%	23.30%	11.10%
Promedio general		10.20%	22.40%	12.20%

B. Trabajos futuros

En muchas ocasiones, la atención en entidades públicas no es relacionada con indicadores de productividad o mejoras de procesos. Mediante la aplicación de herramientas de ingeniería se abre nuevos espacios de investigación orientados, no solo a la atención al público; sino también al ordenamiento interno y eficiencia en procesos repetitivos y documentarios, con la finalidad de optimizar recursos económicos y administrativos.

Para futuras investigaciones, se recomienda analizar la integración de procesos documentarios con recursos tecnológicos adecuados para la información continua a operarios y usuarios, además del análisis de datos para la gestión pública que puedan mejorar las herramientas para la toma de decisiones. Estos futuros esfuerzos pretender impulsar la gestión pública hacia un enfoque en la excelencia y la satisfacción del ciudadano. Adicionalmente, se podría incorporar variables adicionales, como el uso de tecnologías digitales, analítica de datos o sistemas de atención virtual, con el objetivo de integrar el enfoque Lean con procesos de transformación digital en el sector público, ampliando así el alcance del modelo propuesto.

En relación con la aplicabilidad del modelo propuesto, futuras investigaciones podrían explorar su implementación en diferentes contextos del sector público, tales como instituciones regionales, entidades del sector salud, educación y organismos administrativos con alta demanda de atención al usuario.

VI. CONCLUSIONES

El estudio de casos con la implementación de técnicas Lean Manufacturing ha demostrado que puede mejorar los tiempos de atención y espera en la atención de los usuarios para una entidad del gobierno ubicada en Arequipa. Las técnicas seleccionadas, como Poka Yoke y trabajo estandarizado, fueron adecuadas para abordar los problemas identificados en la entidad de gobierno. Cabe resaltar la escasa literatura enfocada a mejorar los procesos de atención en

entidades del gobierno, principalmente los estudios se enfocan en el ordenamiento documentario y la gestión de procesos. Luego de la aplicación del modelo propuesto, se obtuvieron resultados tangibles en los indicadores propuestos, se tuvo el aumento del Net Promoter Score (NPS) de 10.2% a 22.4% lo que se relaciona con el menor tiempo de atención y menor tiempo de espera en cola que tuvieron los usuarios. Estos resultados se relacionan principalmente a la identificación y separación de los procesos de pago de impuestos y pago de papeletas. Además, con esta separación, se observó una sincronización en la atención, pagos y registros documentarios.

Debemos destacar que los resultados se limitan a una sola entidad pública cuya atención se centra en dos procesos, esto podría limitar la generalización y aplicación a otras áreas de atención documentaria. Por ello, se recomienda ampliar futuras investigaciones a otras áreas de atención documentaria similares en otras entidades públicas para enriquecer la aplicabilidad y validación de los resultados al optar por la selección de estas herramientas en el sector público.

REFERENCIAS

- [1] E. Drotz, "Lean in the Public Sector: Possibilities and Limitations," *Lean in the Public Sector: Possibilities and Limitations*, Sep. 2014, doi: 10.3384/LIC.DIVA-110660.
- [2] J. S. Arlbjörn, P. V. Freytag, and H. de Haas, "Service supply Chain management: A survey of lean application in the municipal sector," *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*, vol. 41, no. 3, pp. 277–295, Apr. 2011, doi: 10.1108/09600031111123796/FULL/XML.
- [3] G. Andersson, M. P. J. Lynch, F. R. Johansen, M. J. Fineide, and D. Martin, "Exploring perceptions of Lean in the public sector," *Public Money and Management*, vol. 43, no. 1, pp. 64–72, 2023, doi: 10.1080/09540962.2020.1847454.
- [4] B. Rodgers and J. Antony, "Lean and Six Sigma practices in the public sector: a review," *International Journal of Quality and Reliability Management*, vol. 36, no. 3, pp. 437–455, Mar. 2019, doi: 10.1108/IJQRM-02-2018-0057/FULL/XML.
- [5] N. Bateman, S. Lethbridge, and A. Esain, "Pillar or platform—a taxonomy for process improvement activities in public services," *Public Money & Management*, vol. 38, no. 1, pp. 5–12, Jan. 2018, doi: 10.1080/09540962.2018.1389487.
- [6] P. Hines, M. Holwe, and N. Rich, "Learning to evolve: A review of contemporary lean thinking," *International Journal of Operations and Production Management*, vol. 24, no. 10, pp. 994–1011, 2004, doi: 10.1108/01443570410558049.
- [7] G. Andersson, M. P. J. Lynch, F. R. Johansen, M. J. Fineide, and D. Martin, "Exploring perceptions of Lean in the public sector," *Public Money and Management*, vol. 43, no. 1, pp. 64–72, 2023, doi: 10.1080/09540962.2020.1847454.
- [8] L. E. Castillo, "Índice de Calidad de Gestión Pública de Municipalidades en Perú," 2023. [Online]. Available: www.bcrp.gob.pe/publicaciones/revista-estudios-economicos.html
- [9] Quality of public administration: a toolbox for practitioners: abridged version. Publications Office, 2015.
- [10] "Compendios - Presidencia del Consejo de Ministros - Plataforma del Estado Peruano." Accessed: Oct. 27, 2025. [Online]. Available: <https://www.gob.pe/institucion/pcm/coleccion/12394-encuesta-de-satisfaccion-ciudadana>
- [11] "Encuesta nacional de satisfacción ciudadana," 2023.
- [12] "Satisfacción del ciudadano".
- [13] A. Cutipa, J. Torrealba, G. Viacava, and L. Cardenas, "Reduction of the rate of claims in a financial company in Peru applying an integrated

- PDCA model,” in Proceedings of the LACCEI international Multi-conference for Engineering, Education and Technology, Latin American and Caribbean Consortium of Engineering Institutions, 2022. doi: 10.18687/LACCEI2022.1.1.782.
- [14] F. Caballos, J. P. Betancur Villegas, and J. D. Betancur Villegas, “Simulación Discreta Aplicada a los Modelos de Atención en Salud,” *Investigación e Innovación en Ingenierías*, vol. 2, no. 2, Jul. 2014, doi: 10.17081/INVINNO.2.2.2045.
- [15] D. G. Kendall, “Stochastic Processes Occurring in the Theory of Queues and their Analysis by the Method of the Imbedded Markov Chain,” *The Annals of Mathematical Statistics*, vol. 24, no. 3, pp. 338–354, Sep. 1953, doi: 10.1214/AOMS/1177728975.
- [16] E. Haapatalo, E. Reponen, and P. Torkki, “Sustainability of performance improvements after 26 Kaizen events in a large academic hospital system: a mixed methods study,” *BMJ Open*, vol. 13, no. 8, p. e071743, Aug. 2023, doi: 10.1136/BMJOPEN-2023-071743.
- [17] J. R. D. Reza, J. L. García Alcaraz, C. S. Ramírez, J. A. G. López, A. R. Vargas, and J. L. Rodríguez Álvarez, “Achieving strategic goals by continuous improvement and lean manufacturing implementation: A structural equation model -system dynamics approach,” *Sustainable Futures*, vol. 9, p. 100551, Jun. 2025, doi: 10.1016/J.SFTR.2025.100551.
- [18] F. E. Achibat, A. Lebkiri, E. mahjoub Aouane, H. Lougraimzi, N. Berrid, and A. Maqboul, “ANALYSIS OF THE IMPACT OF SIX SIGMA AND LEAN MANUFACTURING ON THE PERFORMANCE OF COMPANIES,” *Management Systems in Production Engineering*, vol. 31, no. 2, pp. 191–196, Jun. 2023, doi: 10.2478/MSPE-2023-0020.
- [19] P. F. Lee et al., “Lean implementation in service sector: a case study of waste elimination in Malaysian customs administration,” *International Journal of Lean Six Sigma*, vol. 16, no. 5, pp. 1200–1221, Sep. 2025, doi: 10.1108/IJLSS-12-2023-0227.
- [20] R. Tanwar and P. K. Agarwal, “Analysis of the determinants of service quality in the multimodal public transport system of Bhopal city using structural equation modelling (SEM) and factor analysis,” *Expert Syst. Appl.*, vol. 256, p. 124931, Dec. 2024, doi: 10.1016/J.ESWA.2024.124931.
- [21] L. Zhang and Q. Zhou, “SIMULATION MODEL OF CONTAINER TERMINAL LOGISTICS SYSTEM BASED ON MULTI-SCALE INFORMATION THEORY,” *International Journal of Industrial Engineering: Theory Applications and Practice*, vol. 32, no. 5, pp. 1236–1253, Oct. 2025, doi: 10.23055/ijietap.2025.32.5.10737.
- [22] M. Elhattab, M. Khabbaz, N. Al-Dahabreh, R. Atallah, and C. Assi, “Leveraging Real-World Data Sets for QoE Enhancement in Public Electric Vehicles Charging Networks,” *IEEE Transactions on Network and Service Management*, vol. 21, no. 1, pp. 217–231, Feb. 2024, doi: 10.1109/TNSM.2023.3293460.
- [23] C. A. Silva, L. E. B. Santos, M. N. Oliveira, J. L. F. Barbosa, W. P. Calixto, and D. F. A. Silva, “Simulation and minimization of waiting time in rows of elevators of public buildings,” *2017 CHILEAN Conference on Electrical, Electronics Engineering, Information and Communication Technologies, CHILECON 2017 - Proceedings*, vol. 2017-January, pp. 1–6, Dec. 2017, doi: 10.1109/CHILECON.2017.8229721.
- [24] “Reducing Waiting Time in Local Diagnostic Clinic: An Application of Queueing Theory,” *Proceedings of the IISE Annual Conference and Expo 2024*, 2024, Accessed: Jan. 11, 2026. [Online]. Available: <https://www.scopus.com/pages/publications/85206584595?origin=resultlist>
- [25] S. M. M. Seyedesfahani and T. Özcan, “Analysis and Improvement of Waiting Times Using a Simulation Modeling Approach in a University Dining Hall,” *Lecture Notes in Mechanical Engineering*, pp. 15–32, 2025, doi: 10.1007/978-3-031-83611-4_2.
- [26] K. Vaghani, V. Thakkar, S. Vaghasiya, J. Thaker, and A. Bhise, “Implementation of Queueing Theory in Emergency Departments,” *2024 IEEE International Conference on Interdisciplinary Approaches in Technology and Management for Social Innovation, IATMSI 2024*, 2024, doi: 10.1109/IATMSI60426.2024.10503130.
- [27] G. J. H. Daniel, P. G. J. Maricielo, S. H. K. Jahir, F. S. J. Gerardo, and S. G. I. Estefani, “Study of the work to reduce user service times in the document processing area of the District Municipality of Jequetepeque, 2024,” in Proceedings of the LACCEI international Multi-conference for Engineering, Education and Technology, Latin American and Caribbean Consortium of Engineering Institutions, 2024. doi: 10.18687/LEIRD2024.1.1.805.
- [28] B. L. S. Torres et al., “Improvement of organizational processes based on business process management in service companies,” in Proceedings of the LACCEI international Multi-conference for Engineering, Education and Technology, Latin American and Caribbean Consortium of Engineering Institutions, 2023. doi: 10.18687/laccei2023.1.1.260.