

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL Y SISTEMAS**



**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL**

**“REDISEÑO DEL CONTROL DE ACCESOS BASADO EN LA  
TRANSFORMACIÓN DIGITAL PARA REDUCIR COLAS Y MEJORAR LA  
TRAZABILIDAD EN UN ALMACÉN ADUANERO”**

**PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO INDUSTRIAL**

**ELABORADO POR:**

**SANDRA GABRIELA VARGAS ALEGRIA**

**0009-0005-8847-3471**

**ASESOR:**

**DR. JUAN CARLOS SOTELO VILLENA**

**0000-0003-1449-6505**

**LIMA – PERÚ**

**2025**

---

Citar/How to cite	Vargas Alegria [1]
Referencia/Reference	[1] S. Vargas Alegria, “ <i>Rediseño del control de accesos basado en la transformación digital para reducir colas y mejorar la trazabilidad en un almacén aduanero</i> ” [Trabajo de suficiencia profesional]. Lima (Perú): Universidad Nacional de Ingeniería, 2025.
Estilo/Style: IEEE (2020)	

---



---

Citar/How to cite	(Vargas, 2025)
Referencia/Reference	Vargas, S. (2025). <i>Rediseño del control de accesos basado en la transformación digital para reducir colas y mejorar la trazabilidad en un almacén aduanero</i> . [ Trabajo de suficiencia profesional, Universidad Nacional de Ingeniería]. Repositorio institucional Cybertesis UNI.
Estilo/Style: APA (7ma ed.)	

---

## **DEDICATORIA**

*A mi hijo, Javier Leonardo, por enseñarme la magia de ser madre y llenar mis días de alegría, amor y abrazos que sanan el alma. En su sonrisa encuentro el verdadero sentido de mi mundo.*

*A mi pequeño y tan esperado bebé en mi vientre, porque aún sin conocer su rostro, me derrite con solo imaginarlo y su llegada complementa mi vida, dándome una fuerza que jamás imaginé tener.*

*Cada esfuerzo y cada paso que doy es para ser mejor madre, para construirles un mundo donde encuentren felicidad en las cosas simples y el verdadero valor de la vida, y para enseñarles, con el ejemplo, a luchar con valentía por sus sueños y metas, porque con amor y determinación, todo es posible.*

## **AGRADECIMIENTO**

*A mi amada madre, Rita Pilar Alegría Luna, porque esta meta no es solo mía, sino también suya. Un sueño pendiente que le prometí desde aquellos días en secundaria, cuando leíamos juntas sobre qué carrera elegir y en qué universidad estudiar, y que hoy, con amor y gratitud, empiezo a cumplir. Su amor y sacrificio han sido la luz que ha guiado mi camino, y ahora que soy madre, comprendo con el corazón todo aquello que antes no alcanzaba a imaginar sobre lo que realmente significa ser mamá.*

*A mi esposo, Javier Marreros, por ser mi inspiración y ejemplo en este camino y animarme a cumplir esta meta pendiente.*

*A mi asesor el Dr. Juan Sotelo, por su valiosa guía y conocimientos, cuya orientación fue clave en la realización de este trabajo, brindándome las herramientas y el apoyo necesario para alcanzar este logro.*

## RESUMEN

El presente trabajo aborda un proyecto de transformación digital de los controles de acceso que se aplican a la carga de un almacén aduanero, dicha propuesta surge debido a que se generan colas internas y externas por los transportistas de carga para ingresar y salir de las instalaciones de la empresa ya que el transportista debe pasar por varios puntos de control en los que se realizan registros manuales de sus datos y del servicio que están brindando a los clientes; adicionalmente, ante una necesidad de recupero de información, sea por una auditoría o alguna investigación del estado, toma mucho tiempo la búsqueda para demostrar el control de todos los movimientos que realizan los transportistas una vez que ingresan a las instalaciones.

Para el desarrollo del proyecto se definieron 4 etapas:

1. Modelamiento AS IS.
2. Medición y Análisis.
3. Modelamiento TO BE.
4. Implementación de la solución

La primera etapa, modelamiento AS IS, consiste en identificar el proceso y los controles establecidos por la organización; la segunda etapa, Medición y Análisis, consiste en hacer mediciones en campo, elaborar reportes estadísticos de

movimientos y tiempos para analizarlos y determinar los puntos críticos del proceso, los cuellos de botella e identificar las mejoras en el proceso; la tercera etapa consiste en elaborar una propuesta solución a las colas con la digitalización del proceso, dicha solución propuesta se evalúa mediante la simulación del escenario propuesto y finalmente, en la cuarta etapa consiste en el diseño, la construcción del sistema y la implementación en campo de la solución propuesta.

## **ABSTRACT**

This professional proficiency project outlines a digital transformation initiative for the access control systems used in the loading process at a customs warehouse. The proposal was developed in response to the internal and external queues created by freight transporters waiting to enter and exit the company's premises. This issue arises because transporters must pass through several control points where their data and the services, they provide to customers are manually recorded. Additionally, when information is needed for an audit or state investigation, it takes a considerable amount of time to track all the movements of the transporters once they enter the premises.

The project is divided into three stages:

1. AS IS Modeling
2. Measurement and Analysis
3. TO BE Modeling
4. Solution Implementation

The first stage, AS IS Modeling, involves identifying the process and the controls established by the organization. The second stage, Measurement and Analysis,

includes conducting field measurements, preparing statistical reports on movements and timings, analyzing them, and determining the critical points of the process, bottlenecks, and opportunities for improvement. The third stage involves developing a proposed solution to address bottlenecks through process digitization. This proposed solution is evaluated using a simulation of the proposed scenario. Finally, the fourth stage involves designing, building the system, and implementing the proposed solution in the field.

## TABLA DE CONTENIDO

<b>DEDICATORIA</b> .....	ii
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	iii
<b>RESUMEN</b> .....	iv
<b>ABSTRACT</b> .....	ii
<b>TABLA DE CONTENIDO</b> .....	ii
<b>LISTA DE TABLAS</b> .....	v
<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	vii
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	ix
<b>CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b> .....	1
<b>1.1 GENERALIDADES</b> .....	1
<b>1.2 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA</b> .....	1
<b>1.2.1 Problema principal</b> .....	2
<b>1.3 OBJETIVOS DEL PROYECTO</b> .....	4
<b>1.3.1 Objetivo principal</b> .....	4
<b>1.3.2 Objetivos específicos</b> .....	4
<b>CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL</b> .....	6
<b>2.1 ANTECEDENTES</b> .....	6
<b>2.2 MARCO TEÓRICO</b> .....	7
<b>2.2.1 Business process management (BPM)</b> .....	7
<b>2.2.2 Ciclo de vida BPM</b> .....	8
<b>2.2.3 Transformación Digital</b> .....	9
<b>2.2.4. Digitalización de Procesos</b> .....	10
<b>2.2.5 Control de Accesos</b> .....	12
<b>2.2.6 Trazabilidad</b> .....	12
<b>CAPÍTULO III. REDISEÑO DEL PROCESO CONTROL DE ACCESOS</b> .....	14

<b>3.1 MODELAMIENTO AS IS</b> .....	14
<b>3.1.1 Puntos de Control</b> .....	15
<b>3.1.2 Proceso de control de accesos</b> .....	18
<b>3.1.3 Registro de datos y revisión de documentos</b> .....	19
<b>3.1.4. Método de Registro</b> .....	22
<b>3.1.5 Diagrama de rutas</b> .....	24
<b>3.2 MEDICIÓN Y ANÁLISIS</b> .....	25
<b>3.2.1 Reportes de movimientos por línea de negocio y servicio</b> .....	25
<b>3.2.2 Toma de muestras en CCTV y campo</b> .....	28
<b>3.2.3 Resultados de las mediciones de tiempos</b> .....	30
<b>3.2.4 Resultados de las mediciones de registros</b> .....	31
<b>3.2.5 Simulación AS IS</b> .....	33
<b>3.2.6 Resultados de Simulación</b> .....	36
<b>3.2.7 Análisis de resultados de medición y simulación</b> .....	40
<b>3.3 MODELAMIENTO TO BE</b> .....	41
<b>3.3.1 Medición de beneficios mediante la Simulación</b> .....	42
<b>3.3.2 Puertas de Ingreso y Salida</b> .....	45
<b>3.3.2 Optimización de la distribución de los Puntos de Control</b> .....	45
<b>3.3.3 Redistribución y reasignación de tareas de los Agentes de Seguridad</b> 48	
<b>3.3.5 Alternativas solución</b> .....	50
<b>3.4 IMPLEMENTACIÓN DE LA SOLUCIÓN</b> .....	63
<b>3.4.1 Metodología de implementación</b> .....	63
<b>3.4.1 Entregables del proyecto</b> .....	65
<b>3.4.1.1 Spring 1: Sistema de Registro de Ingreso/Salida Vehicular</b> .....	66
<b>3.4.1.2 Spring 2: Solicitudes del Servicio y generación de tickets</b> .....	73
<b>CAPÍTULO IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS</b> .....	75
<b>4.1 IMPACTO DE LA TRANSFORMACIÓN DIGITAL</b> .....	75
<b>4.1.1 Dimensiones de la transformación digital alcanzada</b> .....	75
<b>4.2 MEDICIÓN DE BENEFICIOS</b> .....	76
<b>4.2.1 Reducción de tiempos en el control de accesos</b> .....	76
<b>4.2.2 Optimización de recursos humanos y puntos de control</b> .....	77
<b>4.2.3 Mejora en la calidad y trazabilidad de la información</b> .....	77
<b>4.2.4 Aumento de la capacidad operativa</b> .....	77

<b>4.2.5 Análisis costo-beneficio</b> .....	78
<b>4.2.6 Beneficios cualitativos</b> .....	78
<b>CONCLUSIONES</b> .....	79
<b>RECOMENDACIONES</b> .....	80
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	82

## LISTA DE TABLAS

<b>TABLA 1:</b> Puertas de Ingreso y salida por tipo de Servicio .....	15
<b>TABLA 2:</b> Relación de criterios y servicios.....	20
<b>TABLA 3:</b> Documentos solicitados al ingreso por tipo de servicio y línea de negocio .....	20
<b>TABLA 4:</b> Documentos solicitados a la salida por tipo de servicio y línea de negocio.....	21
<b>TABLA 5:</b> Registros al ingreso por tipo de servicio y línea de negocio .....	22
<b>TABLA 6:</b> Registros a la salida por tipo de servicio y línea de negocio .....	22
<b>TABLA 7:</b> Movimientos por línea de negocio por día.....	26
<b>TABLA 8:</b> Tabla resumen de datos estadísticos de los movimientos por servicio .	27
<b>TABLA 9:</b> Tabla resumen de datos estadísticos y tamaño de muestra mínima.....	29
<b>TABLA 10:</b> Tiempo promedio por punto de control.....	30
<b>TABLA 11:</b> Registro errados o incompletos .....	31
<b>TABLA 12:</b> Indicadores de registro errados o incompletos.....	32
<b>TABLA 13:</b> Locaciones definidas en simulación .....	33
<b>TABLA 14:</b> Uso de los recursos por punto de Control .....	37
<b>TABLA 15:</b> Uso de los recursos por Agente de Seguridad.....	38
<b>TABLA 16:</b> Puertas de Ingreso y salida por tipo de Servicio .....	45
<b>TABLA 17:</b> Resumen de comparativa de alternativas solución.....	57

<b>TABLA 18:</b> Puntajes por criterio de evaluación.....	59
<b>TABLA 19:</b> Resumen de puntajes por criterio de valuación .....	60
<b>TABLA 20:</b> Costo de Implementación por puntaje asignado .....	60
<b>TABLA 21:</b> Costo de Mantenimiento por puntaje asignado .....	60
<b>TABLA 22:</b> Comparativo de alternativas .....	61
<b>TABLA 23:</b> Cronograma Spring 1 Registro de Ingreso/Salida Vehicular .....	66
<b>TABLA 24:</b> Cronograma Spring 2 Solicitudes del Servicio y generación de tickets .....	73

## LISTA DE FIGURAS

<b>FIGURA 1:</b> Puntos de control para el ingreso y salida .....	16
<b>FIGURA 2:</b> Puntos de Control y los Agentes de Seguridad .....	17
<b>FIGURA 3:</b> Flujograma del proceso control de accesos de transportistas .....	18
<b>FIGURA 4:</b> Criterios para la identificación del tipo de servicio .....	19
<b>FIGURA 5:</b> UC-F-GG-SE-07 Entrada de vehículos, contenedores y carga suelta.	23
<b>FIGURA 6:</b> Diagrama de rutas de la situación actual .....	24
<b>FIGURA 7:</b> Movimientos por línea de negocio por mes .....	25
<b>FIGURA 8:</b> Registro errados o incompletos en ingreso .....	31
<b>FIGURA 9:</b> Registro errados o incompletos en salida .....	32
<b>FIGURA 10:</b> Indicadores de registro errados o incompletos .....	32
<b>FIGURA 11:</b> Vista del modelo en el simulador ProModel.....	35
<b>FIGURA 12:</b> Tiempo operativo VS tiempo esperando de las unidades de transporte .....	37
<b>FIGURA 13:</b> Uso de los recursos: Agente de Seguridad .....	37
<b>FIGURA 14:</b> Gráfica de uso de los recursos por Agente de Seguridad.....	38
<b>FIGURA 15:</b> Diagrama de Rutas con resultados de medición .....	39
<b>FIGURA 16:</b> Aumento en la capacidad de atención .....	43
<b>FIGURA 17:</b> Tiempo de permanencia de los Transportistas.....	43
<b>FIGURA 18:</b> Reducción del tiempo de espera de los Transportistas.....	44

<b>FIGURA 19:</b> Tiempo libre de agentes de seguridad.....	44
<b>FIGURA 20:</b> Puntos de Control de los Agentes de Seguridad.....	47
<b>FIGURA 21:</b> Propuesta de Distrib. de puntos de control de los Agentes de Seguridad.....	48
<b>FIGURA 22:</b> Diagrama de Rutas TO BE.....	49
<b>FIGURA 23:</b> Comparativo de alternativas.....	62
<b>FIGURA 24:</b> Puntaje obtenido por alternativa.....	62
<b>FIGURA 25:</b> <i>Sprints del proyecto</i> .....	65
<b>FIGURA 26</b> Cronograma por sprints.....	65
<b>FIGURA 27:</b> Sprint 1 - Registro de Ingreso/Salida vehicular.....	66
<b>FIGURA 28:</b> Diagrama de Relación.....	68
<b>FIGURA 29:</b> Diagrama de relación y objetivo de las tablas.....	69
<b>FIGURA 30:</b> Flujo de Pantallas de Ingreso.....	70
<b>FIGURA 31:</b> Flujo de Pantallas de Salida.....	71
<b>FIGURA 32:</b> Spring 2 - Solicitudes del Servicio y generación de tickets.....	73

## INTRODUCCIÓN

En el marco del comercio internacional de carga, existen diversas entidades a cargo de los procesos que componen la cadena de valor, una de estas entidades es el almacén aduanero, cuya principal responsabilidad es garantizar la integridad de la carga almacenada, ya sea para importación o exportación, hasta que la SUNAT (Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria) otorgue las autorizaciones necesarias para que la mercancía continúe su tránsito hacia su destino, este rol es fundamental para asegurar el cumplimiento normativo y la eficiencia en el movimiento de bienes en el comercio internacional.

Por otro lado, el hecho de garantizar la integridad de la carga por el almacén aduanero no sólo requiere contar con la infraestructura adecuada, sino también procesos de control y de supervisión eficaces. Igualmente, es importante que exista un alto nivel de transparencia en la información que se genera durante esos controles, por lo que se garantiza que todo lo que se hizo en el almacén es posible de ser rastreado.

Pero ¿qué pasaría si los controles o los procesos de control en los almacenes aduaneros son muy complejos y largos y se generen colas en el interior y el exterior de los almacenes? Además, cuando se necesita hacer investigación sobre la información generada por los controles, ya sea durante la entrada o durante la salida,

o en el interior del almacén. Los datos no son tales y tener acceso a tales registros puede llevar horas o incluso días y, en la mayoría de los casos, no están completos o son incorrectos y, en resumen, esta situación no sólo reduce la eficiencia operativa, sino que también dificulta el cumplimiento de principios tan importantes como la transparencia y la seguridad en la gestión de cargas.

Esta es la problemática detectada en la empresa trabajada, lo que ha llevado a la propuesta de un proyecto de transformación digital enfocado en optimizar el proceso de control de accesos. Mediante la implementación de tecnología, se busca agilizar estos procesos, reducir las demoras y mejorar la precisión y disponibilidad de la información generada, garantizando así una operación más eficiente, transparente y segura.

# **CAPÍTULO I**

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **1.1 GENERALIDADES**

Cada vez más empresas del Perú y el mundo transforman los procesos de sus negocios a procesos automatizados y/o digitales, ya que no solo mejora su productividad, sino que garantiza su éxito al incrementar su competitividad en el mercado.

Según un estudio realizado por la consultora IDC, en el 2020 el 40% de las principales empresas de Latinoamérica, dependerán de mejorar sus productos y servicios digitalmente; en el sector logístico ya se han implementado muchas tecnologías de gran impacto que ayudan a mantener en un gran porcentaje la información de la carga.

En la cadena logística internacional del Perú, son los clientes y el gobierno quienes impulsan a que los principales actores del sector logístico inviertan en tecnología y transformen sus procesos para garantizar la seguridad y trazabilidad de la información de la carga o de las unidades de carga; como ejemplo mencionaremos que la SUNAT, las instalaciones Portuarias, los almacenes aduaneros, las líneas navieras y un gran número de Clientes, ya han implementado en sus sistemas de

información el Intercambio Electrónico de Datos (EDI), permitiendo minimizar la impresión de documentos, la digitación de datos, el tiempo operativo por el registro.

Adicionalmente, los clientes de los depósitos exigen de forma explícita o implícita, no solo el contar con sistemas EDI, sino también incorporar en los movimientos de las cargas, los movimientos de las unidades de carga y en la ejecución de las operaciones de los servicios que contraten, su comunicación en tiempo real y que no existan retrasos.

En el contexto de la empresa en cuestión, la digitalización de los procesos en este sector se ha convertido en una obligación que los impulsa a mejorar, pues no solo responde a exigencias legales sino a las necesidades de los clientes para mantenerse en el mercado.

## **1.2 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA**

La empresa en estudio opera en la cadena logística internacional como almacén aduanero y entre los principales servicios que brinda se encuentra el depósito aduanero, depósito temporal de exportación o importación, depósito de vacíos, depósito simple y centros de distribución.

Es controlada y fiscalizada por la Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria (SUNAT) quien ha establecido leyes para implementar la digitalización y normas que exigen la transmisión de información en tiempo real de los movimientos que se realiza a la carga, siendo esto último un problema no solo operativo sino también una necesidad de mejora tecnológica en los almacenes aduaneros para que se mantengan en el negocio y puedan seguir operando como almacén aduanero.

La empresa se encuentra ubicada en un punto estratégico cerca de las instalaciones portuarias del Callao (DP Word y APM Terminal), en el cruce de la Av. Gambeta y Av. Faucett y en ambas avenidas hay alto tránsito vehicular.

Debido a la ubicación y a la alta demanda de ingreso y salida de carga en la empresa, se generan colas externas en la Av. Gambeta para ingreso de los transportistas que trasladan la carga y colas internas dentro la empresa para la salida de los transportistas debido a que se ejecutan actividades de revisión documentaria e inspecciones de seguridad y la ejecución de estas actividades toma un tiempo considerable debido a que estas actividades se realizan de forma manual en varios puntos de las instalaciones (ingresos y salidas), por ello estas demoras originan colas internas y externas.

Por último, se han detectado casos en el que los transportistas deben pasar estas colas, solo para que se hagan registros repetidos durante su ruta interna en la empresa.

### **1.2.1 Problema principal**

¿Cómo reducir las colas y mejorar la trazabilidad a través del rediseño del control de accesos basado en la transformación digital en el control de accesos de un almacén aduanero?

### **1.2.2 Problemas específicos**

**Desde un enfoque en el impacto del negocio:**

1. ¿Cómo incrementar la capacidad operativa del almacén aduanero a través del rediseño del control de accesos basado en la transformación digital?

2. ¿Cómo reducir el tiempo de atención de los transportistas dentro de las instalaciones de la empresa a través del rediseño del control de accesos basado en la transformación digital?
3. ¿Cómo reducir tiempo de espera en colas dentro del almacén aduanero a través rediseño del control de accesos basado en la transformación digital?
4. ¿Cómo reducir recursos operativos en el almacén aduanero a través el rediseño del control de accesos basado en la transformación digital?
5. ¿Cómo reducir los errores en el registro de ingreso y salida de vehículos de transporte a través del rediseño del control de accesos basado en la transformación digital?

**Desde un enfoque técnico:**

1. ¿Cuáles son los puntos críticos del proceso de control de accesos que generan mayores tiempos de espera y están relacionados con la trazabilidad?
2. ¿Qué alternativas de solución son viables para reducir los tiempos de espera y mejorar la trazabilidad del proceso control de accesos de un almacén aduanero y cuál conviene implementar?
3. ¿Qué debe considerar cada componente de la solución y cómo deben estar integrados para garantizar su adopción a fin de lograr reducir las colas y mejorar la trazabilidad?
4. ¿Cómo validar la efectividad de la solución desarrollada para reducir las colas y mejorar la trazabilidad del proceso de control de accesos?

## **1.3 OBJETIVOS DEL PROYECTO**

### **1.3.1 Objetivo principal**

Reducir colas y mejorar la trazabilidad a través del rediseño del control de accesos basado en la transformación digital de un almacén aduanero.

### **1.3.2 Objetivos específicos**

**Desde un enfoque en el impacto del negocio:**

1. Incrementar la capacidad operativa del almacén aduanero a través del rediseño del control de accesos basado en la transformación digital.
2. Reducir el tiempo de atención de los transportistas dentro de las instalaciones de la empresa a través del rediseño del control de accesos basado en la transformación digital.
3. Reducir tiempo de espera en colas dentro del almacén aduanero a través rediseño del control de accesos basado en la transformación digital.
4. Reducir recursos operativos en el almacén aduanero a través el rediseño del control de accesos basado en la transformación digital.
5. Reducir los errores en el registro de ingreso y salida de vehículos de transporte a través del rediseño del control de accesos basado en la transformación digital.

**Desde un enfoque técnico:**

1. Identificar los puntos críticos del proceso de control de accesos para reducir las colas y mejorar la trazabilidad en un almacén aduanero.

2. Proponer soluciones viables para reducir las colas y mejorar la trazabilidad y seleccionar la más conveniente para la empresa
3. Diseñar e implementar una solución tecnológica para garantizar su adopción y la transformación digital del proceso control de accesos en un almacén aduanero sea eficaz.
4. Implementar la solución desarrollada para medir su efectividad en términos de reducción de las colas y mejora de la trazabilidad en el proceso de control de accesos.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL**

#### **2.1 ANTECEDENTES**

En el contexto de los almacenes aduaneros, la digitalización de los procesos de control de accesos y trazabilidad ha cobrado relevancia debido a la necesidad de optimizar las operaciones y garantizar el cumplimiento normativo. La literatura especializada destaca diversas experiencias y estudios previos que ilustran la aplicación de tecnologías para abordar problemas similares al planteado en esta investigación. A continuación, se detallan algunos antecedentes relevantes:

#### **Digitalización en procesos logísticos**

De la Peña, J., y Cabezas, M. (2015). La gran oportunidad: Claves para liderar la transformación digital en las empresas y en la economía. Este autor sostiene que, con el avance de la tecnología, las empresas pueden actualizar su funcionamiento al incorporar herramientas que modernizan y hacen más eficaces sus procesos. Este texto pone de relieve la necesidad de un cambio radical en los procesos para que las empresas logren aprovechar integralmente los beneficios que trae la transformación digital.

## **Control de accesos en entornos aduaneros**

El Puerto de Bilbao ha incorporado el Agile Read Recognition Software (ARS) de AllRead, junto a su software de acceso rodante y ferroviario desde 2020, que se especializa en visión artificial. Con esta tecnología, el puerto ha podido automatizar diez de sus orillas, permitiendo la lectura de códigos bajo condiciones adversas y mejorando el tiempo de espera al eliminar procesos de carga y lectura manual. Mediante la integración de AllRead con Zutabeport, la seguridad y la administración de recursos han sido optimizados. Por este motivo, es importante para el Puerto de Bilbao continuar implementando estas tecnologías para poder consolidarse más como líder del sector portuario y al mismo tiempo cumplir con sus objetivos de mantener un puerto innovador y sostenible.

## **Trazabilidad en la Cadena Logística**

Flórez-Oviedo, J., & López-Hincapié, J. (2023). Cambios tecnológicos en logística: una revisión del impacto de las tecnologías de la información en la aceptación de la Industria 4.0 y el desarrollo web. *Imaginario Social*. Esta investigación busca entender el impacto de la digitalización en la transparencia empresarial. El departamento de compras puede incrementar la eficiencia organizacional, reconocer los cuellos de botella existentes y mejorar la toma de decisiones.

## **2.2 MARCO TEÓRICO**

### **2.2.1 Business process management (BPM)**

BPM (Gestión de Procesos Empresariales), como su nombre indica, es una disciplina de gestión empresarial que analiza, modela, optimiza y automatiza los procesos de negocio con el objetivo de mejorar la eficiencia y efectividad organizacional en general.

Según Hitpass et al. (2017, p. 35), BPM es un marco sistematizado que permite a las organizaciones diseñar, ejecutar, monitorear y mejorar continuamente los procesos con el fin de aumentar la productividad, reducir costos y mejorar la calidad del servicio.

Escritores como Dumas et al. (2018, p. 12) han señalado que BPM no debería considerarse simplemente como la automatización de procesos basada en tecnología, sino más bien como una disciplina de gestión estratégica que abarca la mejora continua, la transformación digital y la competitividad.

BPM se apoya en herramientas como BPMN (Modelado y Notación de Procesos de Negocio) que representan gráficamente los procesos para una optimización más fácil. Su ciclo de vida incluye fases como el modelo AS IS (estado actual), modelo TO BE (estado futuro), implementación, monitoreo y mejora continua.

### **2.2.2 Ciclo de vida BPM**

El Ciclo de Vida de BPM (Gestión de Procesos Empresariales) es un enfoque sistemático de la gestión y mejora permanente de los procesos empresariales. Para Hitpass et al. (2017, p. 42) en su libro BPMN: Manual de Referencia y Guía Práctica (5ª Edición), el ciclo de BPM incluye las siguientes fases:

#### **a. Levantamiento y documentación del proceso (AS IS)**

Esta buena práctica se basa en el diseño de un sistema sobre diagramas de flujo, entrevistas a los actores, observaciones, que en su colección son procesos modelados en BPMN, cuyos informes incluyen sus flujos de trabajo, estructura y otros aspectos de su punto crítico.

#### **b. Análisis del proceso**

Esta fase se considera crítica, porque las decisiones que se tomen se basan en el análisis de medidas de desempeño y, posteriormente, en la evaluación

de problemas operacionales tales como cumplir con los cuellos de botella. Se causa y se analiza el efecto de todo el problema y se comienza a plantear qué cambios se deben realizar.

**c. Diseño del proceso deseado (TO BE)**

En esta etapa se presentan las asignaciones y el control de las construcciones en el nuevo modelo, TO BE, analizan en profundidad la posterior evaluación por existentes, así como efectuar un cambio en el monitoreo genuino para la simulación efectiva y modelado de los impactos que atender a estos cambios va a tener.

**d. Implementación del proceso**

Después de la validación del diseño TO BE, la siguiente fase es ejecutarlo. Algunas de estas actividades pueden abarcar cambios organizacionales, modificaciones a las funciones y responsabilidades, y la introducción de nuevos procesos que implican digitalización y automatización del proceso.

**e. Monitoreo y Control**

Después de la implementación, hay instrumentos de medición que se establecen para evaluar el desempeño del proceso mejorado. Se emplean indicadores clave de Desempeño (KPI) y otras herramientas de monitoreo para detectar posibles desviaciones.

**f. Mejora Continua**

BPM no es un proceso secuencial único, sino más bien uno iterativo. Los resultados del monitoreo proporcionan nuevas perspectivas para seguir mejorando los procesos, lo que reinicia el ciclo de mejora de procesos.

### **2.2.3 Transformación Digital**

La digitalización es un proceso de transformación que permite a las empresas integrarse en la tecnología moderna y cumplir con los requisitos de un mercado

globalizado lleno de innovación y competencia. Por lo tanto, Cabezas y De la Peña (2015) sostienen que este proceso permite a una empresa adoptar nuevas tecnologías que aumentan la competitividad y la eficiencia. Esta visión es crucial en el contexto de los almacenes aduaneros, donde Huichalaf (2016) señaló que la digitalización de los procesos empresariales no solo mejora la eficiencia operativa de una empresa, sino también la igualdad dentro de la cadena logística.

García & Martínez (2019) destacan diversos aspectos o factores que dificultan por ejemplo a los países en vías de desarrollo, el conseguir que la transformación digital sea efectiva y lo más compleja que se resalta es la cobertura e infraestructura. Sin embargo, Ramírez (2021) y más otras investigaciones realizadas han mostrado que la buena planificación y orden de la transformación digital es clave para el éxito.

Los estudios en el campo han utilizado varios enfoques como el IMD – Indicador de Madurez Digital que proporciona un mecanismo para medir y clasificar el alcance de los logros de las organizaciones en su transformación digital. Los hallazgos de estos estudios demuestran de manera consistente que un aumento en el nivel de madurez digital resulta en una disminución sustancial de los tiempos operativos, mejora en la precisión de los datos y un aumento notable en la satisfacción del cliente.

#### **2.2.4. Digitalización de Procesos**

La digitalización de procesos es un cambio muy relevante en el proceso de modernización de las organizaciones. Robledo (2017) vuelve a señalar que esta transformación no significa solo la digitalización de documentos en papel, sino que requiere un rediseño completo de los procesos y normas de operación. Con respecto a los depósitos aduaneros, esta transformación también ha asumido una importancia bien definida como consecuencia del incremento en la complejidad de las operaciones y de las legislaciones que regulan estas actividades.

Según lo que han documentado Sánchez & López (2021) la digitalización de procesos tiene un impacto tanto positivo en la eficiencia operativa de las organizaciones logísticas. Su investigación muestra que la automatización de procesos repetitivos no solo elimina errores humanos, sino que también proporciona recursos que son constantemente demandados para procesos que requieren un mayor nivel de análisis y más toma de decisiones. Este tipo de transformación se ha mostrado de manera espectacular en cuanto a las tareas de control de accesos y gestión de documentos, que requieren una gran cantidad de razonamiento, rapidez y precisión.

Las observaciones de Martínez (2022) ahondan en los temas técnicos de la digitalización y en la necesidad de que exista una buena arquitectura de sistemas que facilite la interconexión adecuada entre diversas herramientas y plataformas. Los hallazgos sugieren que la eficacia en la digitalización de procesos está supeditada a la posibilidad de lograr el dominio de la consistencia de datos, por interacciones múltiples, para que la comunicación de la información se realice sin fricciones entre las distintas áreas de la organización.

La experiencia práctica en el sector logístico que documentan Rivera & Chen (2023) indica que puede haber un proceso significativo de mejora de los indicadores clave de rendimiento relacionados con los mismos: por ejemplo, reducción de tiempos de procesamiento de hasta un 60%, reducción del error en la actividad de registro en un 80% así como incrementos en la capacidad para procesar operaciones de forma diaria. Estos beneficios son aún más fuertes cuando la digitalización es parte de la transformación digital de la empresa.

### **2.2.5 Control de Accesos**

López y Ramírez (2020) han afirmado que el control de acceso es una de las áreas que se ha visto más potencializada gracias a la digitalización en el sector de la logística. Y citando lo anterior, dicha transformación adquiriría un matiz especial en los almacenamientos aduaneros donde los requerimientos tanto de seguridad como de norma son más severos. Adicionalmente estos autores mencionan que la implantación de sistemas de control de acceso debe centrarse en diversas variables: tiempo de respuesta, exactitud de la verificación, usabilidad, y confidencialidad de la información.

Torres (2022) hace hincapié en los tipos de retos que plantea esta digitalización al mejorar la eficiencia operativa, la necesidad en algunos casos de que estos aspectos se mantengan en niveles altos. Sus investigaciones han demostrado que asegurar el cumplimiento normativo con la integración a los sistemas existentes se puede lograr de forma eficaz si la transformación digital se realiza de forma ordenada.

La implementación de sistemas digitales de control de acceso correctamente resulta en mejores cuantificables en materia de campo de estudio: se logran hasta un 75% de disminución en los tiempos de procesamiento, aumenta considerablemente el preciso delito en cuanto a registro y la atención en cuanto a la capacidad.

### **2.2.6 Trazabilidad**

La trazabilidad, para los estudios de Ertransit (2018), consiste en la posibilidad de seguir la historia, el paradero y el movimiento de un producto o un servicio a lo largo del ciclo operativo. Relacionado a la logística y a la gestión de aduanas, este concepto adquiere un interés particular en esta área de actividades porque permite un control minucioso de la carga desde el punto de origen hasta el punto de destino sin ambigüedad y control en cada una de las fases.

Morales & Rodríguez (2020) estudian los aspectos esenciales de la trazabilidad en detalle y encuentran tres dimensiones más que son: la trazabilidad hacia atrás que permite determinar el lugar y las características de la carga llegada, la trazabilidad hacia adelante que permite determinar dónde la carga fue dirigida, y la trazabilidad de proceso que se encarga de todo, la retención de elementos acerca de las diferentes operaciones y cambios realizados al elemento en almacenamiento.

Las investigaciones de González (2021) resaltan que una de las tareas del involucrado active a un sistema de trazabilidad es lograr un cumplimiento a parámetros regulatorios, no es el caso en que no se genere valor en la operación positiva o negativa. La posibilidad de restablecer el historial completo de movimientos y acciones relacionadas con la carga facilita la identificación de aquellos puntos donde los procesos son diferentes.

Vega (2022) señala que, en el área de los depósitos aduaneros, la trazabilidad se ha convertido en un elemento indispensable para la seguridad y el control operativos. Su estudio demuestra que un sistema de trazabilidad eficiente y robusto no solo puede cumplir con los requisitos aduaneros, sino que también puede mejorar significativamente la eficiencia operativa al ofrecer una visibilidad completa sobre el movimiento de la carga y las actividades relacionadas con su manejo y almacenamiento.

## **CAPÍTULO III**

### **REDISEÑO DEL PROCESO CONTROL DE ACCESOS**

La empresa en estudio opera en la cadena logística de importación y exportación como almacén aduanero, esto significa que toda carga que ingrese o salga de las instalaciones son controladas por la SUNAT por lo que debe cumplir lineamientos específicos de control de accesos y permanencia y adicionalmente la transmisión de información a la SUNAT, siendo esto último un problema no solo operativo (por la generación de colas por los controles de acceso) sino también una necesidad de mejora tecnológica en los depósitos para que se mantengan en el negocio y puedan seguir operando.

#### **3.1 MODELAMIENTO AS IS**

Para que una carga ingrese o salga de la empresa se deben ejecutar actividades de revisión, verificación que consiste en lo siguiente:

- ✓ La identificación del transportista, la carga y del vehículo de transporte.
- ✓ La verificación de lista de documentos que sean requisitos para la gestión del servicio por el cuál solicitan ingresar o salir de las instalaciones de la empresa.
- ✓ La verificación de lista de los documentos generados dentro de la empresa para garantizar la trazabilidad de la carga antes de la salida.
- ✓ Registros fotográficos y de datos.

- ✓ Ejecutar inspecciones a todas las unidades de transporte para asegurarse que no ingrese ningún objeto prohibido ni personas adicionales al ingresar o retiren carga no autorizada.
- ✓ Ejecutar inspecciones especiales (nivel BASC) a las unidades de transporte de carga, seleccionadas aleatoriamente.

### 3.1.1 Puntos de Control

Como se muestra en la tabla 1 y figura 1, actualmente contamos con tres puertas para el ingreso y salida de unidades de transporte; sin embargo, según las necesidades operativas se brinda o niega el acceso a los transportistas según el servicio y/o tipo de carga que ingrese y/o retire de las instalaciones.

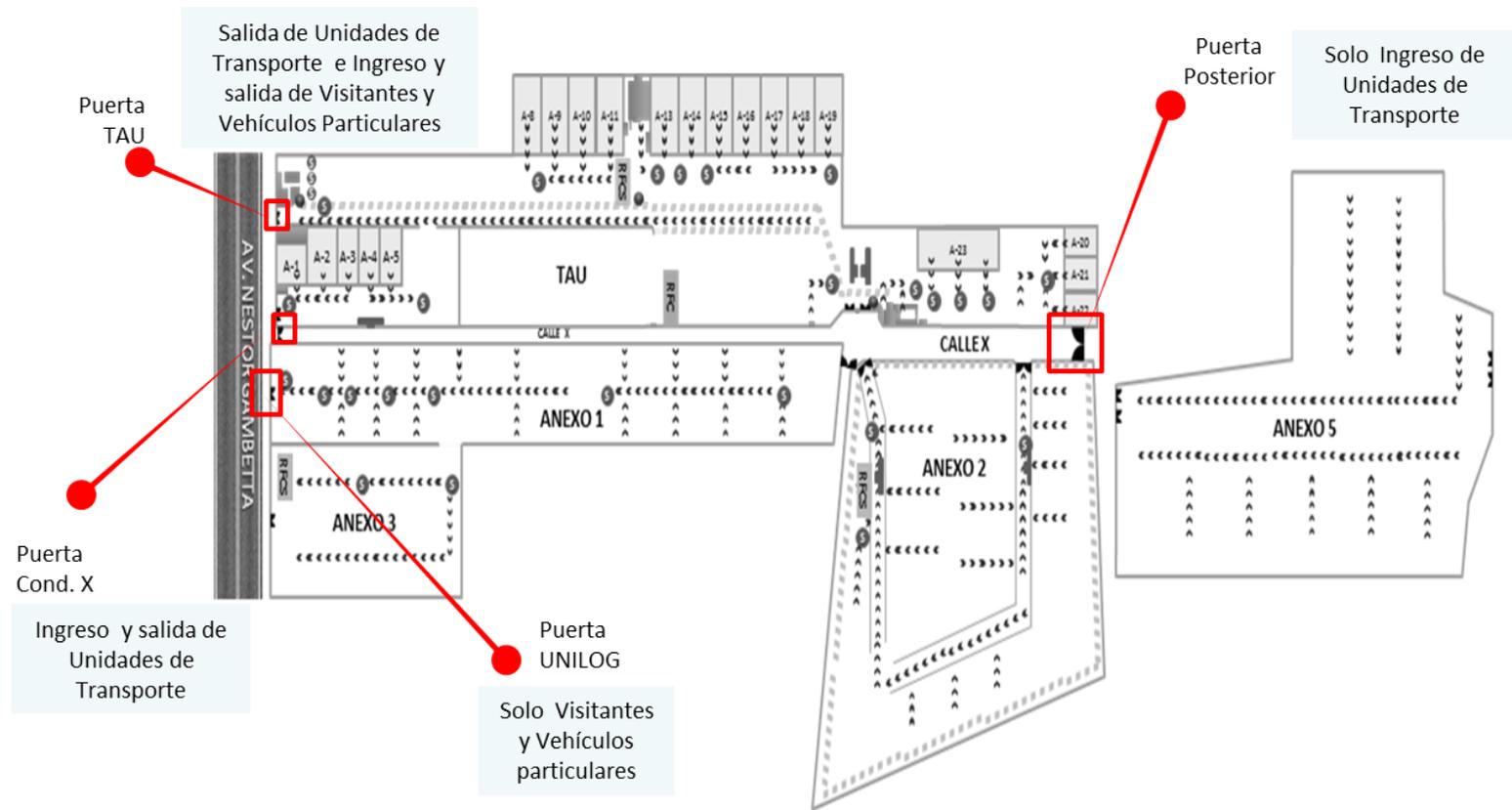
**TABLA 1**  
*Puertas de Ingreso y salida por tipo de Servicio*

Servicio	Proceso	Puerta de Ingreso			Puerta de Salida	
		Cond. X	Posterior	Anexo 5	TA U	Cond. X
Vacíos	Retiro		X			X
	Devolución	X			X	
	Embarque	X	X		X	X
Exportaciones	Descarga	X			X	
	Recepción	X	X		X	
Importaciones	Embarque	X	X		X	
	Recepción	X			X	
Depósito aduanero	Retiro		X		X	
	Recepción	X			X	
Depósito simple	Despacho	X			X	
	Recepción	X			X	
Centros de Distribución	Despacho	X			X	
	Recepción	X	X		X	

*Fuente: Proceso interno de la empresa, elaboración propia.*

**FIGURA 1**

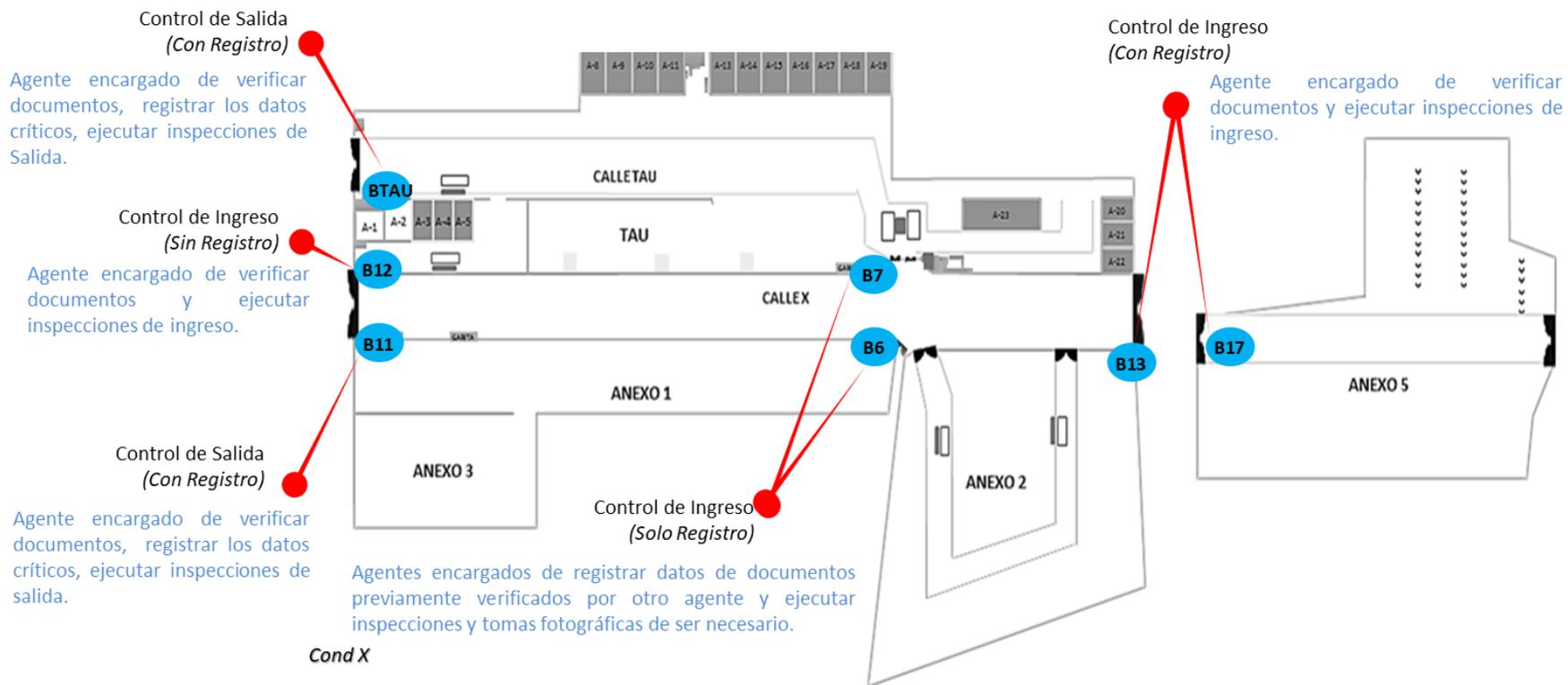
*Puntos de control para el ingreso y salida*



*Fuente: Proceso interno de la empresa, elaboración propia.*

Como podemos observar en la figura 2, en cada punto de control se asigna un agente de seguridad que verifica documentos, registra datos, inspecciona o captura fotos dependiendo el punto en el que se ubiquen.

**FIGURA 2**  
*Puntos de Control y los Agentes de Seguridad*



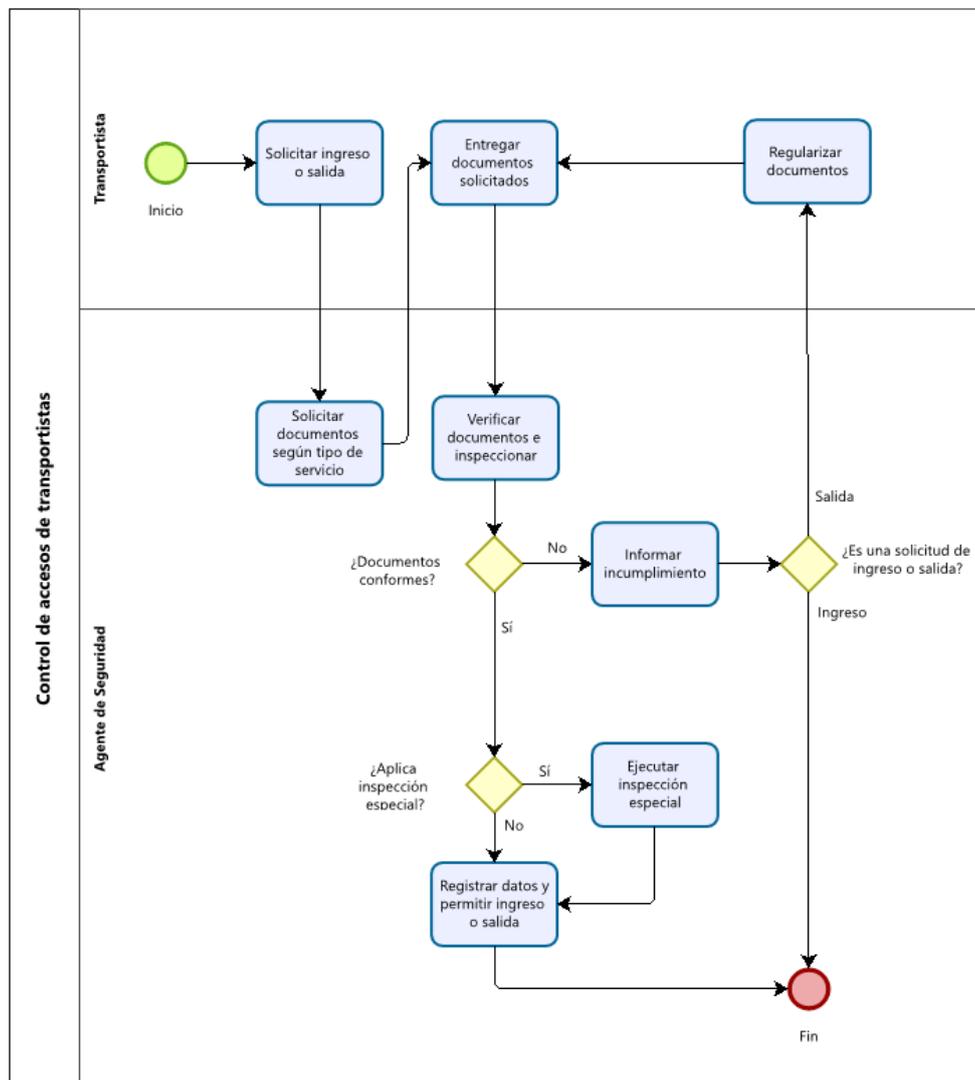
Fuente: Proceso interno de la empresa, elaboración propia.

### 3.1.2 Proceso de control de accesos

En los puntos de control observados de las figuras 1 y 2, para el ingreso y salida de las unidades de transporte, el control de acceso se aplica en 3 de 4 puntos de control y consiste en hacer una verificación de la identidad del transportista y la verificación de documentos legales y documentos para la ejecución del servicio; el siguiente flujograma muestra las actividades ejecutadas:

**FIGURA 3**

*Flujograma del proceso control de accesos de transportistas*



Fuente: Proceso interno de la empresa, elaboración propia.

### 3.1.3 Registro de datos y revisión de documentos

Los agentes de seguridad ejecutan las actividades de verificación y registro según el tipo servicio; sin embargo, solicitan 4 documentos básicos para el ingreso de las unidades de transporte:

- ✓ Documento de Identidad (DNI, Pasaporte, Carné de extranjería)
- ✓ Brevete
- ✓ Tarjeta de Propiedad del tracto y/o carreta

Según el tipo de servicio, los **agentes de seguridad** solicitan los documentos operativos para el servicio, en caso el **transportista** no conozca el tipo de servicio se han establecido 3 criterios que ayudan a determinar el tipo de servicio.

Criterios:

- ✓ Tipo de Transporte
- ✓ Transporta o no un Contenedor
- ✓ Transporta Carga
- ✓ Origen de la Carga: ¿Una ubicación local o lo traslada desde el puerto?

#### FIGURA 4

*Criterios para la identificación del tipo de servicio*

<u>Tipo de Transporte</u>	<u>¿Transporta un Contenedor?</u>	<u>¿Transporta Carga?</u>	<u>¿Origen?</u>
Camión	Con Contenedor	Con Carga	Cliente
Furgón	Sin Contenedor	Sin Carga	Puerto

*Fuente: Proceso interno de la empresa, elaboración propia.*

En la tabla 2 se muestra en base a los criterios mostrados en la figura 4, los posibles servicios que podrían estar ejecutando:

**TABLA 2**  
*Relación de criterios y servicios*

Tipo de Transporte	Origen de la Mercadería	Transporta o no un Contenedor	Transporta o no carga o mercadería	Servicio	Proceso
Camión	Cliente	Sin contenedor	Con carga	CENTRO DE DISTRIBUCIÓN	Recepción
Camión	Cliente	Con contenedor	Con carga	DEPÓSITO ADUANERO	Recepción
Camión	Cliente	Con contenedor	Con carga	DEPÓSITO SIMPLE	Recepción
Camión	Cliente	Con contenedor	Con carga	EXPORTACIÓN	Recepción
Camión	Cliente	Con contenedor	Sin carga	VACÍOS	Devolución
Camión	Cliente	Sin contenedor	Sin carga	VACÍOS	Retiro
Camión	NA	Sin contenedor	Sin carga	CENTRO DE DISTRIBUCIÓN	Despacho
Camión	NA	Sin contenedor	Sin carga	DEPÓSITO ADUANERO	Despacho
Camión	NA	Sin contenedor	Sin carga	DEPÓSITO SIMPLE	Despacho
Camión	NA	Sin contenedor	Sin carga	EXPORTACIÓN	Embarque
Camión	NA	Sin contenedor	Sin carga	IMPORTACIÓN	Retiro
Camión	NA	Sin contenedor	Sin carga	VACÍOS	Embarque
Camión	Puerto	Con contenedor	Con carga	IMPORTACIÓN	Descarga
Camión	Puerto	Con contenedor	Sin carga	VACÍOS	Descarga
Furgón	Cliente	Sin contenedor	Con carga	CENTRO DE DISTRIBUCIÓN	Recepción
Furgón	Cliente	Sin contenedor	Con carga	DEPÓSITO ADUANERO	Recepción
Furgón	Cliente	Sin contenedor	Con carga	DEPÓSITO SIMPLE	Recepción
Furgón	NA	Sin contenedor	Sin carga	CENTRO DE DISTRIBUCIÓN	Despacho
Furgón	NA	Sin contenedor	Sin carga	DEPÓSITO ADUANERO	Despacho
Furgón	NA	Sin contenedor	Sin carga	DEPÓSITO SIMPLE	Despacho

Fuente: Proceso interno de la empresa, elaboración propia.

Las tablas 3 y 4 se muestra los documentos solicitados para la verificación en el control de ingreso y salida de unidades de transporte:

**TABLA 3**  
*Documentos solicitados al ingreso por tipo de servicio y línea de negocio*

Servicio	Proceso	Guía de transportista	Guía de cliente	Ticket de balanza puerto	Memo de devolución	Booking	Detalle de mercancía	Autorización de retiro/ Código QR
IMPORTACIÓN	Descarga			X				
	Retiro	X	X					X
EXPORTACIÓN	Recepción	X	X			X		
	Embarque							

DEPÓSITO ADUANERO	Recepción	X	X			X	
	Despacho					X	X
DEPÓSITO SIMPLE	Recepción	X	X			X	
	Despacho		X				
CENTRO DE DISTRIBUCIÓN VACÍOS	Recepción	X	X				
	Despacho						
	Retiro					X	X
	Devolución				X		
	Embarque						
	Descarga			X			

Fuente: Proceso interno de la empresa, elaboración propia.

#### TABLA 4

Documentos solicitados a la salida por tipo de servicio y línea de negocio

Servicio	Proceso	Guía de Remisión UNIMAR	Guía de cliente	Ticket de balanza UNIMAR	Autorización de Retiro/ Lista de entrega	EIR	Detalle de mercancía
IMPORTACIÓN	Descarga			X		X	
	Retiro			X	X	X	
EXPORTACIÓN	Recepción		X	X		X	
	Embarque	X		X		X	
DEPÓSITO ADUANERO	Recepción			X			
	Despacho			X	X		
DEPÓSITO SIMPLE	Recepción		X	X			
	Despacho		X	X	X		
CENTRO DE DISTRIBUCIÓN VACÍOS	Recepción		X				
	Despacho		X		X		
	Retiro					X	
	Devolución					X	
	Embarque	X				X	
	Descarga						

Fuente: Proceso interno de la empresa, elaboración propia.

En las tablas 5 y 6 se muestra los datos registrados de los documentos solicitados para verificación en el Control de Ingreso o Salida de Unidades de Transporte:

Registro de datos al ingreso y salida de las Unidades de Transporte respectivamente:

**TABLA 5***Registros al ingreso por tipo de servicio y línea de negocio*

Servicio	Proceso	N° Guía de cliente	N° Guía de Transportista	N° Ticket de balanza puerto	N° Autorización de retiro - Código	N° Contenedor	N° Precinto	N° Modo de devolución	N° Booking	N° Detalle de Mercancía	Registro Digital QR	Hora de Ingreso
IMPORTACIÓN	Descarga			X		X	X					X
	Retiro	X				X	X					X
EXPORTACIÓN	Recepción	X	X			X	X		X			X
	Embarque											X
DEPÓSITO ADUANERO	Recepción	X	X							X		X
DEPÓSITO SIMPLE	Despacho				X					X		X
	Recepción	X	X									X
CENTRO DE DISTRIBUCIÓN VACÍOS	Recepción	X	X									X
	Despacho											X
CENTRO DE DISTRIBUCIÓN VACÍOS	Retiro								X		X	X
	Devolución							X				X
	Embarque											X
	Descarga			X		X	X					X

*Fuente: Proceso interno de la empresa, elaboración propia.***TABLA 6***Registros a la salida por tipo de servicio y línea de negocio*

Servicio	Proceso	N° Guía de remisión	N° Guía de remisión cliente	N° Ticket de balanza	N° Precintos	N° Autorización de retiro/ Lista de entrega	N° EIR	N° Contenedor	N° Precinto	Hora de salida
IMPORTACIÓN	Descarga			X						X
	Retiro			X			X	X	X	X
EXPORTACIÓN	Recepción		X	X			X	X		X
	Embarque	X		X	X					X
EPÓSITO ADUANERO	Recepción			X						X
DEPÓSITO SIMPLE	Despacho			X		X				X
	Recepción		X	X						X
CENTRO DE DISTRIBUCIÓN VACÍOS	Recepción		X							X
	Despacho		X			X				X
CENTRO DE DISTRIBUCIÓN VACÍOS	Retiro						X	X	X	X
	Devolución						X			X
	Embarque	X					X	X	X	X
	Descarga									X

*Fuente: Proceso interno de la empresa, elaboración propia.*

### 3.1.4. Método de Registro

El método para el registro de los datos detallados en las tablas 5 y 6, es manual a través de formatos impresos que se entrega al agente de seguridad.

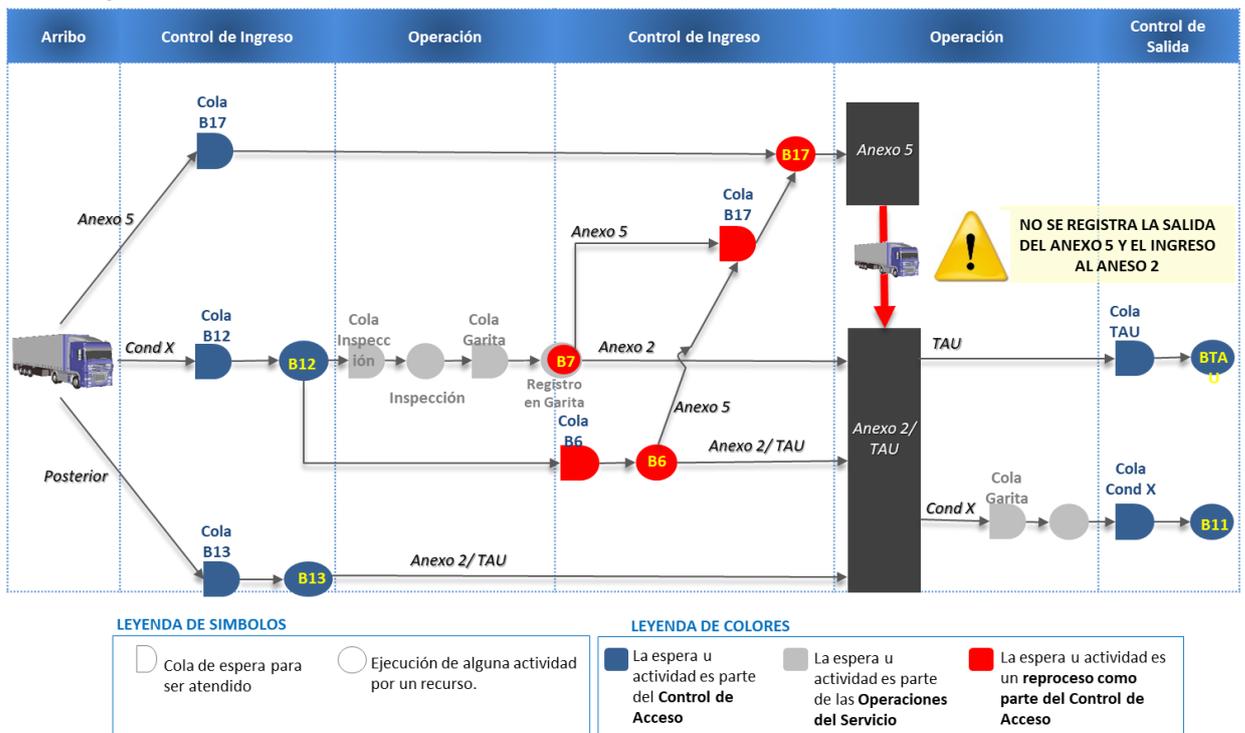
El formato establecido para el registro es el mostrado en la figura 5.



### 3.1.5 Diagrama de rutas

En el diagrama de rutas de la figura 6, se muestra la lógica del movimiento de las unidades de transporte por cada punto del proceso Control de Accesos, representando las esperas asociadas para la atención de alguna actividad. Se debe considerar que las unidades de transporte que ingresan por el condominio X, deben pasar el control de ingreso en 2 puntos, uno en la puerta de entrada del condominio X (verificación de documentos) y otro en el B6 o B7 (verificación y registro de datos); adicionalmente, entre estos puntos de control se ejecutan actividades operativas para algunos servicios como servicios de Devoluciones y Descargas de contenedores vacíos.

**FIGURA 6**  
Diagrama de rutas de la situación actual



Fuente: Proceso interno de la empresa, elaboración propia.

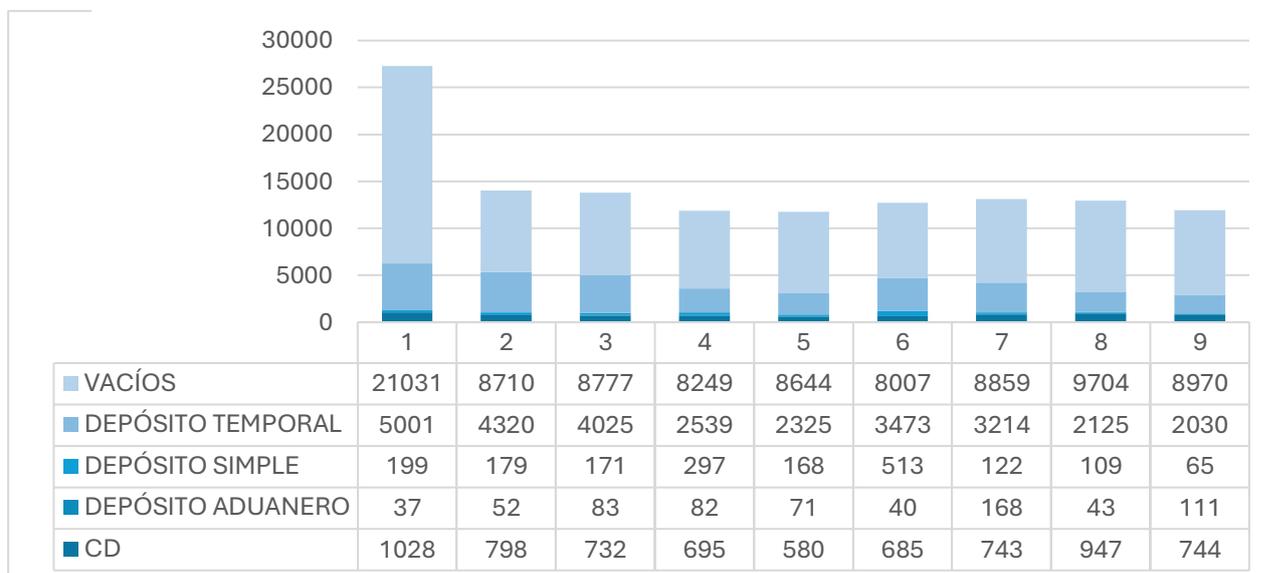
## 3.2 MEDICIÓN Y ANÁLISIS

### 3.2.1 Reportes de movimientos por línea de negocio y servicio

Con el objetivo de medir los tiempos de ejecución para la verificación y el registro en los puntos de control, las demoras en las colas y el impacto que estos tiempos puedan generar en las colas que se generen en las instalaciones de la empresa, se elabora la gráfica mostrada en la figura 7 en el que se puede observar la cantidad de servicios que se han realizado en el periodo de enero a setiembre del 2019.

**FIGURA 7**

*Movimientos por línea de negocio por mes*



*Fuente: Proceso interno de la empresa, elaboración propia.*

En base a estos reportes se seleccionan los meses tipo y se calculan la media, desviación, máximo y mínimo de movimientos por días, tal como se muestra en las tablas 7 y 8.

**TABLA 7***Movimientos por línea de negocio por día*

SERVICIO	PROCESO	MESES TIPO	DATOS DE MOVIMIENTOS								
			D-L-M-M	D	L	M	M	J-V-S	J	V	S
VACÍOS	DESCARGA	De febrero a Mayo	<b>1586</b>	251	42	577	716	<b>629</b>	144	141	344
	DEVOLUCIONES	De junio a Septiembre	<b>8536</b>	2	2488	2724	3321	<b>7962</b>	3354	2934	1674
	EMBARQUE	De junio a Septiembre	<b>3174</b>	1688	1227	189	70	<b>2788</b>	304	905	1580
	RETIRO	De mayo a Agosto	<b>6042</b>	224	1746	1930	2143	<b>5319</b>	2226	1802	1291
DEPÓSITO TEMPORAL	IMPO-DESCARGA	De junio a Septiembre	<b>917</b>	123	383	250	161	<b>1275</b>	292	301	682
	IMPO-RETIRO	De mayo a julio	<b>923</b>	0	251	342	330	<b>715</b>	365	271	79
	EXPO-RECEPCIÓN	De junio a Septiembre	<b>1843</b>	231	636	551	425	<b>1648</b>	613	573	462
	EXPO-EMBARQUE	De mayo a julio	<b>672</b>	288	164	123	97	<b>1889</b>	242	713	934
DEPÓSITO SIMPLE	RECEPCIÓN	De marzo a mayo	<b>338</b>	62	178	98	<b>72</b>	30	24	18	
	DESPACHO	De mayo a agosto	<b>227</b>	2	82	77	66	<b>163</b>	77	49	37
DEPÓSITO ADUANERO	RECEPCIÓN	De marzo a mayo	<b>90</b>	0	20	47	23	<b>45</b>	4	28	13
	DESPACHO	De mayo a agosto	<b>96</b>	26	27	43	<b>83</b>	28	39	16	
CENTRO DE DISTRIBUCIÓN	RECEPCIÓN	De junio a Septiembre	<b>94</b>	33	0	15	46	<b>606</b>	185	170	251
	DESPACHO	De mayo a julio	<b>804</b>	0	311	207	286	<b>818</b>	333	346	139

*Fuente: Proceso interno de la empresa, elaboración propia.*

**TABLA 8***Tabla resumen de datos estadísticos de los movimientos por servicio*

Servicio	Proceso	Meses Muestra	DATOS DE MOVIMIENTOS					
			%	Movimientos	Media por día	Desviación	Máximo	Mínimo
VACÍOS	DESCARGA	De febrero a Mayo	7%	2215	<b>37</b>	26	138	1
	DEVOLUCIONES	De junio a Septiembre	29%	16498	<b>159</b>	39	257	1
	EMBARQUE	De junio a Septiembre	14%	5962	<b>79</b>	51	224	2
	RETIRO	De mayo a Agosto	17%	11361	<b>93</b>	39	182	1
DEPÓSITO TEMPORAL	IMPO-DESCARGA	De junio a Septiembre	3%	2192	<b>19</b>	11	101	1
	IMPO-RETIRO	De mayo a julio	4%	1638	<b>22</b>	8	64	2
	EXPO-RECEPCIÓN	De junio a Septiembre	6%	3491	<b>32</b>	20	120	1
	EXPO-EMBARQUE	De mayo a julio	6%	2561	<b>31</b>	28	152	1
DEPÓSITO SIMPLE	RECEPCIÓN	De marzo a mayo	1%	410	<b>7</b>	8	154	1
	DESPACHO	De mayo a agosto	1%	390	<b>4</b>	3	23	1
DEPÓSITO ADUANERO	RECEPCIÓN	De marzo a mayo	1%	135	<b>7</b>	5	20	1
	DESPACHO	De mayo a agosto	1%	179	<b>3</b>	1	10	1
CENTRO DE DISTRIBUCIÓN	RECEPCIÓN	De junio a Septiembre	4%	700	<b>22</b>	8	51	1
	DESPACHO	De mayo a julio	6%	1622	<b>34</b>	11	56	1

*Fuente: Proceso interno de la empresa, elaboración propia.*

### 3.2.2 Toma de muestras en CCTV y campo

En base al número de movimientos por día, obtenida de la selección de los meses tipo, **se calcula el tamaño de muestra**, la fórmula utilizada para la definición del tamaño de muestra es la siguiente:

$$n = \frac{N * Z_{\alpha}^2 * P * (1-P)}{((N-1) * e^2 + Z_{\alpha}^2 * P * (1-P))}$$

En dónde:

N: Tamaño de la población

$Z_{\alpha}$ : Nivel de Confianza

$\sigma$ : Desviación estándar

e: error aceptable de la muestra

P: Probabilidad de ocurrencia

Para la determinación del nivel de confianza, se utilizó el siguiente criterio:

- Para  $N < 1000$ ,  $\alpha = 80\%$
- Para  $1000 < N < 3000$ ,  $\alpha = 90\%$
- Para  $3000 < N$ ,  $\alpha = 95\%$

Resultados de cálculo de tamaño de muestra en la tabla 9.

Con la determinación del tamaño de muestra y los datos de los reportes de movimientos, se seleccionaron servicios ejecutados que se tomarían como muestra, las mediciones se realizarían utilizando las grabaciones de CCTV y para completar el número de muestras que no se podían visualizar en las grabaciones se hicieron mediciones en campo.

**TABLA 9***Tabla resumen de datos estadísticos y tamaño de muestra mínima*

Servicio	Proceso	DATOS DE MOVIMIENTOS						Tamaño de Muestra mínima
		%	Movimientos	Media por día	Desviación	Máximo	Mínimo	
VACÍOS	DESCARGA	7%	2215	37	26	138	1	6
	DEVOLUCIONES	29%	16498	159	39	257	1	15
	EMBARQUE	14%	5962	79	51	224	2	11
	RETIRO	17%	11361	93	39	182	1	15
DEPÓSITO TEMPORAL	IMPO-DESCARGA	3%	2192	19	11	101	1	6
	IMPO-RETIRO	4%	1638	22	8	64	2	6
	EXPO-RECEPCIÓN	6%	3491	32	20	120	1	6
	EXPO-EMBARQUE	6%	2561	31	28	152	1	6
DEPÓSITO SIMPLE	RECEPCIÓN	1%	410	7	8	154	1	6
	DESPACHO	1%	390	4	3	23	1	4
DEPÓSITO ADUANERO	RECEPCIÓN	1%	135	7	5	20	1	6
	DESPACHO	1%	179	3	1	10	1	3
CENTRO DE DISTRIBUCIÓN	RECEPCIÓN	4%	700	22	8	51	1	6
	DESPACHO	6%	1622	34	11	56	1	6

*Fuente: Proceso interno de la empresa, elaboración propia.*

### 3.2.3 Resultados de las mediciones de tiempos

Mediante las mediciones observadas en CCTV y en campo se obtuvo el tiempo promedio por punto de control y las colas asociadas a cada punto de control, tal como se puede observar en la tabla 10.

**TABLA 10**  
*Tiempo promedio por punto de control*

Zona	Tipo de Locación	Locación	Tiempo promedio (En minutos)	Desviación Estándar (En minutos)	Máximo (En minutos)	Mínimo (En minutos)
Condominio X	Puerta de control de ingreso	B12	00:01:54	00:01:39	00:08:52	00:00:27
	Cola	Cola de Inspección	00:14:01	00:06:16	00:23:37	00:06:23
	Operación	Inspección	00:04:29	00:00:49	00:07:07	00:03:31
	Cola	Cola de Garita	00:03:36	00:02:09	00:08:26	00:00:41
	Operación	Registro de Garita de Ingreso	00:02:21	00:00:45	00:04:06	00:01:17
	Registro control de ingreso	B7	00:01:01	00:00:23	00:01:38	00:00:02
	Cola	Cola de B6	00:00:44	00:02:26	00:11:54	00:00:00
	Registro control de ingreso	B6	00:01:54	00:00:49	00:04:22	00:00:40
	Cola	Cola de Garita de Salida	00:03:05	00:02:16	00:08:12	00:00:39
	Operación	Garita de Salida	00:04:16	00:01:59	00:11:16	00:03:16
Posterior	Cola	Cola de B11	00:03:16	00:04:30	00:15:21	00:00:00
	Puerta de control de salida	B11	00:03:01	00:02:10	00:08:58	00:01:31
	Cola	Cola de B13	00:01:26	00:03:12	00:15:34	00:00:00
	Puerta de control de Ingreso	B13	00:01:33	00:00:50	00:03:55	00:00:16
Anexo 5	Cola	Cola de B17	00:01:26	00:03:12	00:15:34	00:00:00
	Puerta de control	B17	00:01:33	00:00:50	00:03:55	00:00:16
TAU	Cola Salida	Cola de TAU	00:01:41	00:03:47	00:19:25	00:00:05
	Puerta de control de salida	TAU	00:01:09	00:01:37	00:13:39	00:00:08

Fuente: Proceso interno de la empresa, elaboración propia.

### 3.2.4 Resultados de las mediciones de registros

Se seleccionaron intervalos en las que se contabilizaron la cantidad de registros y el número de errores o falta de información que se realizaron a los transportistas en el control de ingreso y salida obteniéndose los siguientes resultados mostrados en las tablas 11 y 12 y las gráficas de las figuras 8,9 y 10:

**TABLA 11**

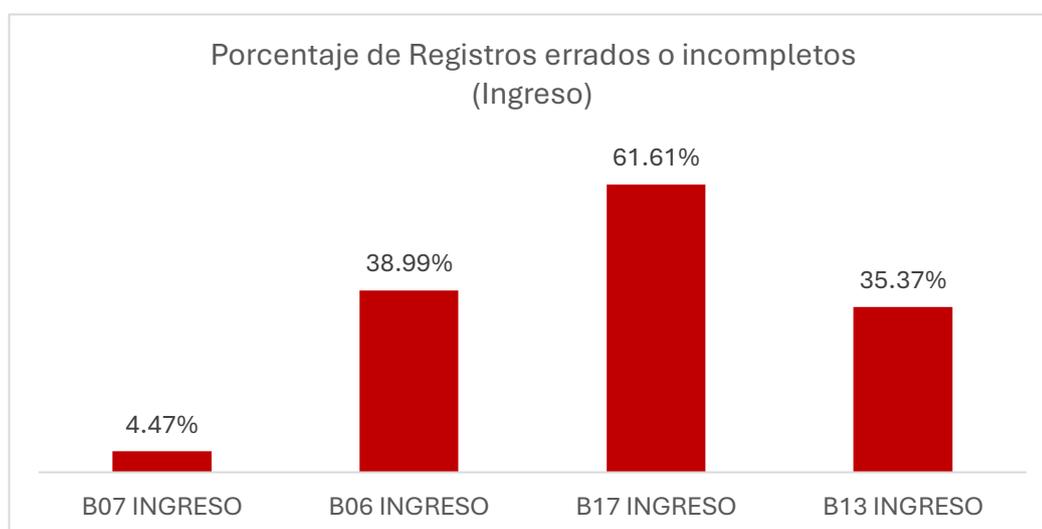
*Registro errados o incompletos*

Punto de Control	Fechas de Muestra	Total Registros	Registros errados o incompletos	% Registros errados o incompletos
B11 SALIDA	13/12/19 - 29/12/19	2261	46	2.03%
TAU SALIDA	01/10/19 - 30/11/19	9106	3261	35.81%
B07 INGRESO	14/12/19 - 28/12/19	1654	74	4.47%
B06 INGRESO	14/12/19 - 28/12/19	1444	563	38.99%
B17 INGRESO	16/12/19 - 30/12/19	857	528	61.61%
B13 INGRESO	14/12/19 - 29/12/19	2095	741	35.37%

*Fuente: Proceso interno de la empresa, elaboración propia.*

**FIGURA 8**

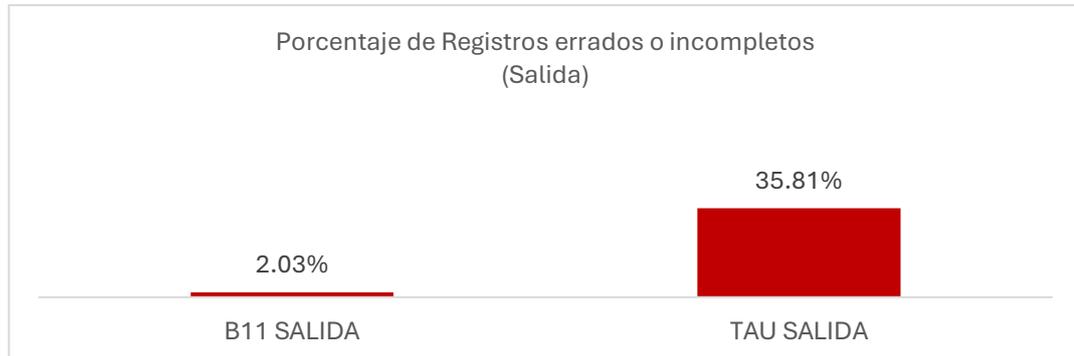
*Registro errados o incompletos en ingreso*



*Fuente: Proceso interno de la empresa, elaboración propia.*

**FIGURA 9**

*Registro errados o incompletos en salida*



Fuente: Proceso interno de la empresa, elaboración propia.

**TABLA 12**

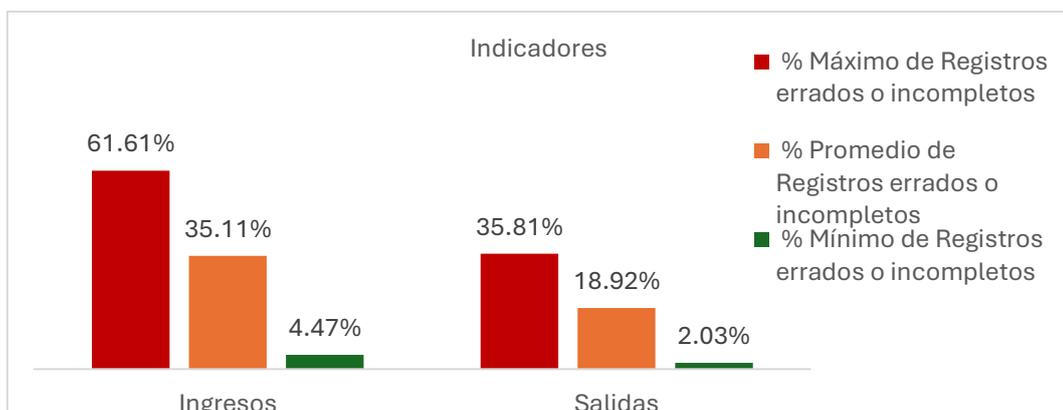
*Indicadores de registro errados o incompletos*

Indicadores	Ingresos	Salidas
% Promedio de Registros errados o incompletos	35.11%	18.92%
% Mínimo de Registros errados o incompletos	4.47%	2.03%
% Máximo de Registros errados o incompletos	61.61%	35.81%

Fuente: Proceso interno de la empresa, elaboración propia.

**FIGURA 10**

*Indicadores de registro errados o incompletos*



Fuente: Proceso interno de la empresa, elaboración propia.

### 3.2.5 Simulación AS IS

Con el objetivo de medir el % tiempo en promedio que una unidad de transporte espera para ser atendido por los puntos de control, el impacto de estas esperas en la capacidad de atención y medir el uso de los recursos en los puntos de control, se ingresaron los datos de las mediciones a un software de simulación.

La herramienta utilizada para la simulación es el ProModel, el cual nos permite visualizar el recorrido de los transportistas y obtener estadísticas del uso de los recursos, movimientos simulados y tiempos de atención en cada locación modelada, los siguientes puntos detallan lo que se requiere definir en el software para crear el modelo:

✓ **Locaciones:** Son los puntos de control o lugares en el modelamiento dónde se ejecutan las actividades, en el modelo simulado adicionalmente se ha considerado 2 puntos operativos de ingreso debido a que ocurren durante el control de acceso (verificación y registro) de seguridad.

**TABLA 13**  
*Locaciones definidas en simulación*

<b>Locaciones definidas</b>	<b>Cantidad</b>
Cola de Ingreso al Condominio X	1
Cola de Ingreso por Puerta Posterior	1
Control de Ingreso/Salida del Condominio X (Solo verifica documentos)	1
Control de Ingreso por Puerta Posterior (Verifica y registra)	1
Control de Ingreso por Anexo 5 (Verifica y registra)	1
Cola para Inspección de Contenedores	1
Inspección de Contenedores	1
Cola para registro de Ingreso del Condominio X (Solo registro)	2
Registro de Ingreso del Condominio X	2
Cola de Salida PARA Ingreso a Anexo 5	1
Área Operativa TAU	1

Área Operativa Anexo 2	1
Área Operativa Anexo 5	1
Cola de registro de salida de Garita Condominio X	1
Cola de Salida al Condominio X	1
Cola de Salida por TAU	1
Control de salida por Puerta TAU (Verifica y registra)	1

*Fuente: Elaboración propia.*

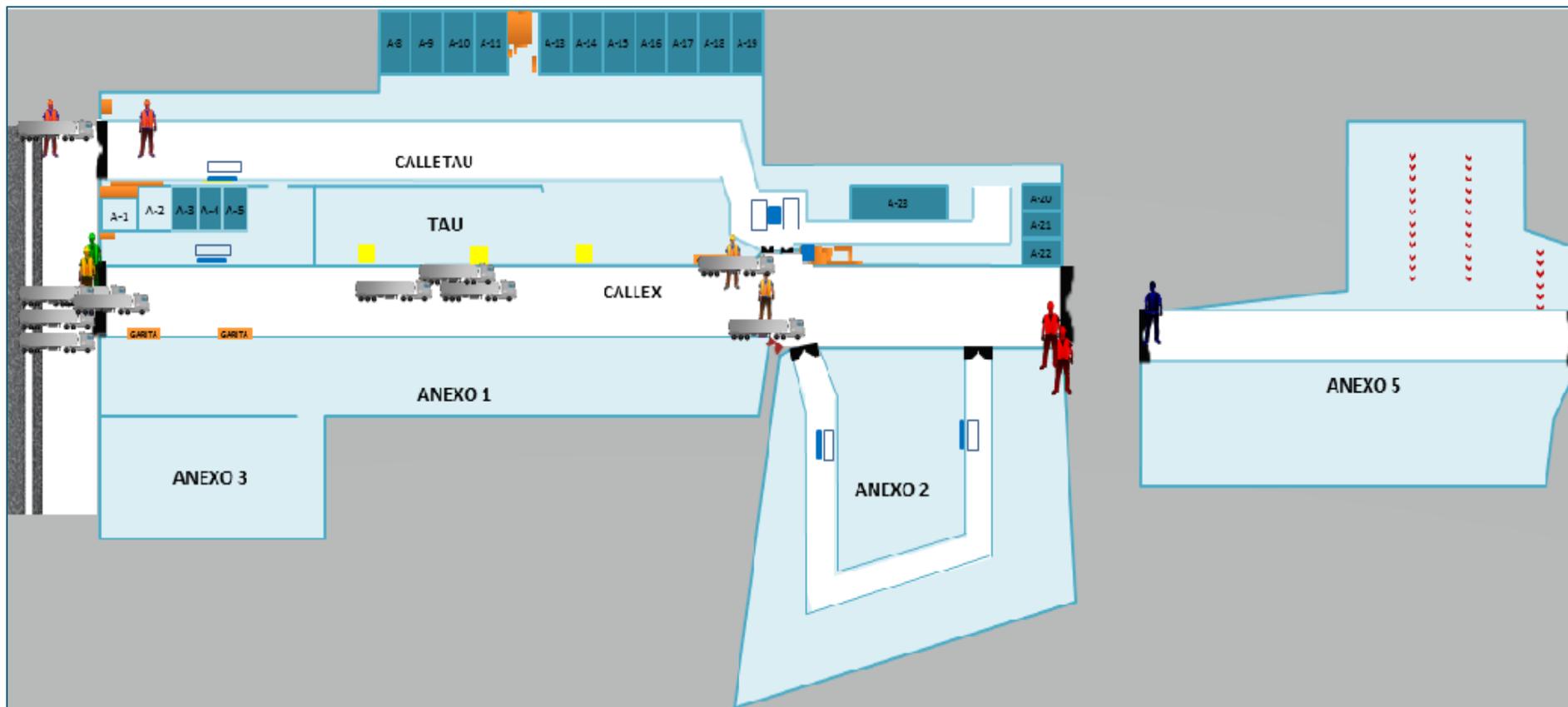
✓ **Entidades:** Son los objetos que fluyen o se mueven a través de las locaciones, en nuestro caso las **Unidades de Transporte** serán las entidades que arriban en las puertas de ingreso.

✓ **Recursos:** Son los que ejecutan las actividades en las locaciones o puntos de control, los Agentes de Seguridad, siendo un total de 10 agentes destinados al proceso Control de accesos.

✓ **Procesamiento:** Describe los flujos por las entidades (unidades de transporte) que se mueven a través del modelo simulado, para ello se debe incluir la lógica del movimiento: origen, destino, entidad, los tiempos de demora o ejecución en cada locación, el uso de los recursos (Agentes de Seguridad) y la probabilidad de ocurrencia de los movimientos.

**FIGURA 11**

*Vista del modelo en el simulador ProModel*



*Fuente: Proceso interno de la empresa, elaboración propia*

### 3.2.6 Resultados de Simulación

Sobre el modelo representado, tal como se muestra en la figura 12, se ingresaron los resultados de las mediciones en el simulador y se obtuvo los siguientes resultados:

➤ **Capacidad:**

Para medir la Capacidad de atención se ha considerado los siguientes datos:

Tiempo operativo en

- TAU: 60 min
- Anexo 2: 60 min
- Anexo 5: 30 min

Capacidad de atención al mismo tiempo:

- TAU: 30 unidades
- Anexo 2: 20 unidades
- Anexo 5: 10 unidades

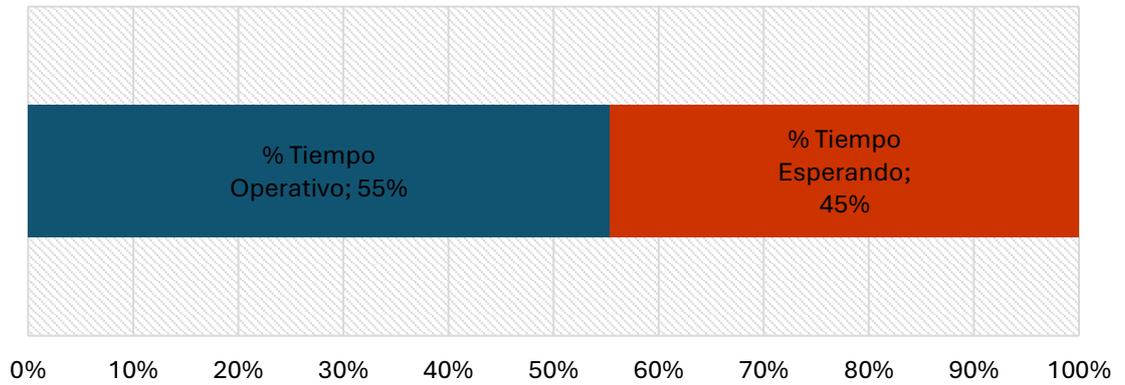
Como resultado de la capacidad y los tiempos en las colas y los controles señalados se obtuvo **724 movimientos**.

➤ **Tiempo de Permanencia:**

El tiempo de permanencia de los Transportistas en promedio, debido a los puntos de control de Seguridad señalados en los diagramas de Rutas es de **116 minutos**.

**FIGURA 12**

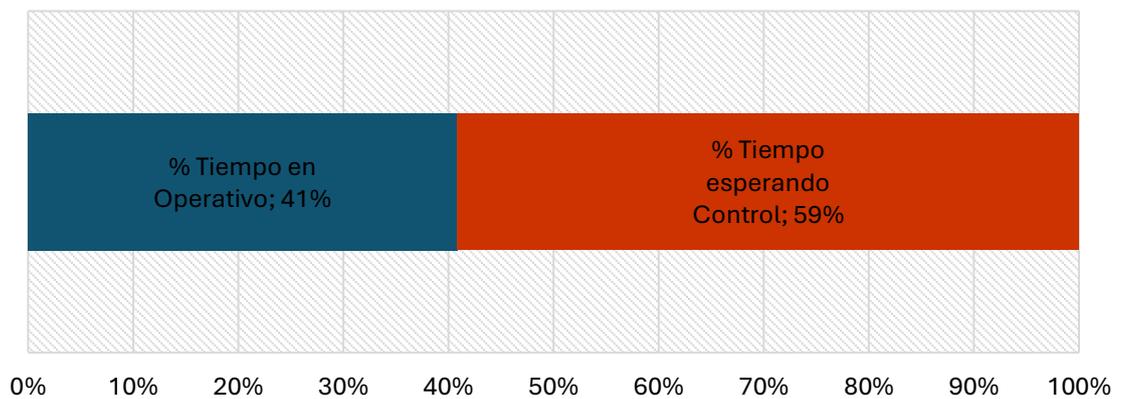
*Tiempo operativo VS tiempo esperando de las unidades de transporte*



Fuente: Elaboración propia.

**FIGURA 13**

*Uso de los recursos: Agente de Seguridad*



Fuente: Elaboración propia.

**TABLA 14**

*Uso de los recursos por punto de Control*

Nombre	Cantidad de Agentes	% Operativo	% Libre
<b>Agente B11 ING</b>	1	54.8%	45%
<b>Agentes B13</b>	2	40.9%	59%

	<b>Agentes TAU</b>	2	25.7%	74%
<i>Fuente:</i>	<b>Agentes AN5</b>	2	37.0%	63%
	<b>Agentes B11 SAL</b>	1	70.3%	30%
	<b>Agentes Tranquera</b>	2	38.2%	62%

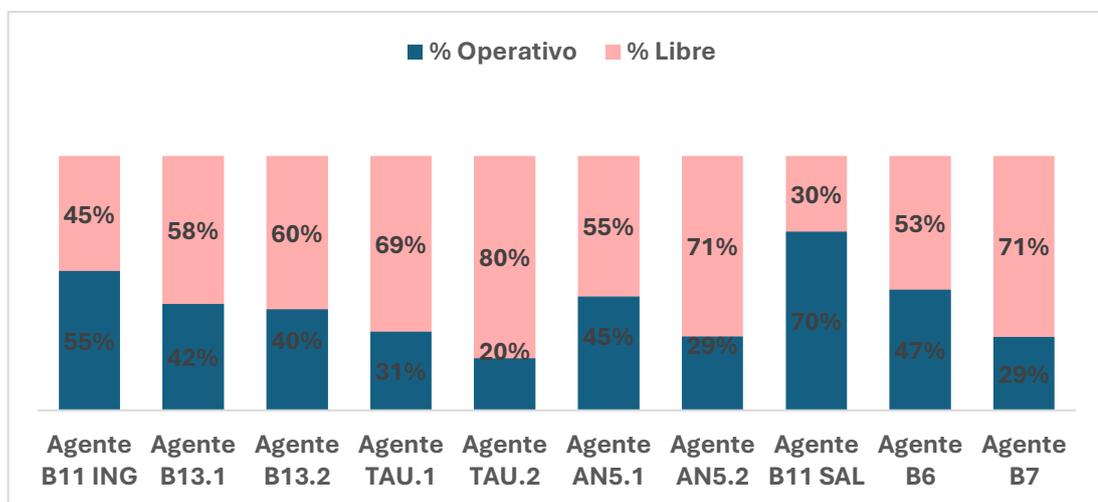
*Elaboración propia.*

**TABLA 15**  
*Uso de los recursos por Agente de Seguridad*

Nombre	% Utilización	% Libre
Agente B11 ING	55%	45%
Agente B13.1	42%	58%
Agente B13.2	40%	60%
Agente TAU.1	31%	69%
Agente TAU.2	20%	80%
Agente AN5.1	45%	55%
Agente AN5.2	29%	71%
Agente B11 SAL	70%	30%
Agente B6	47%	53%
Agente B7	29%	71%

*Fuente: Elaboración propia.*

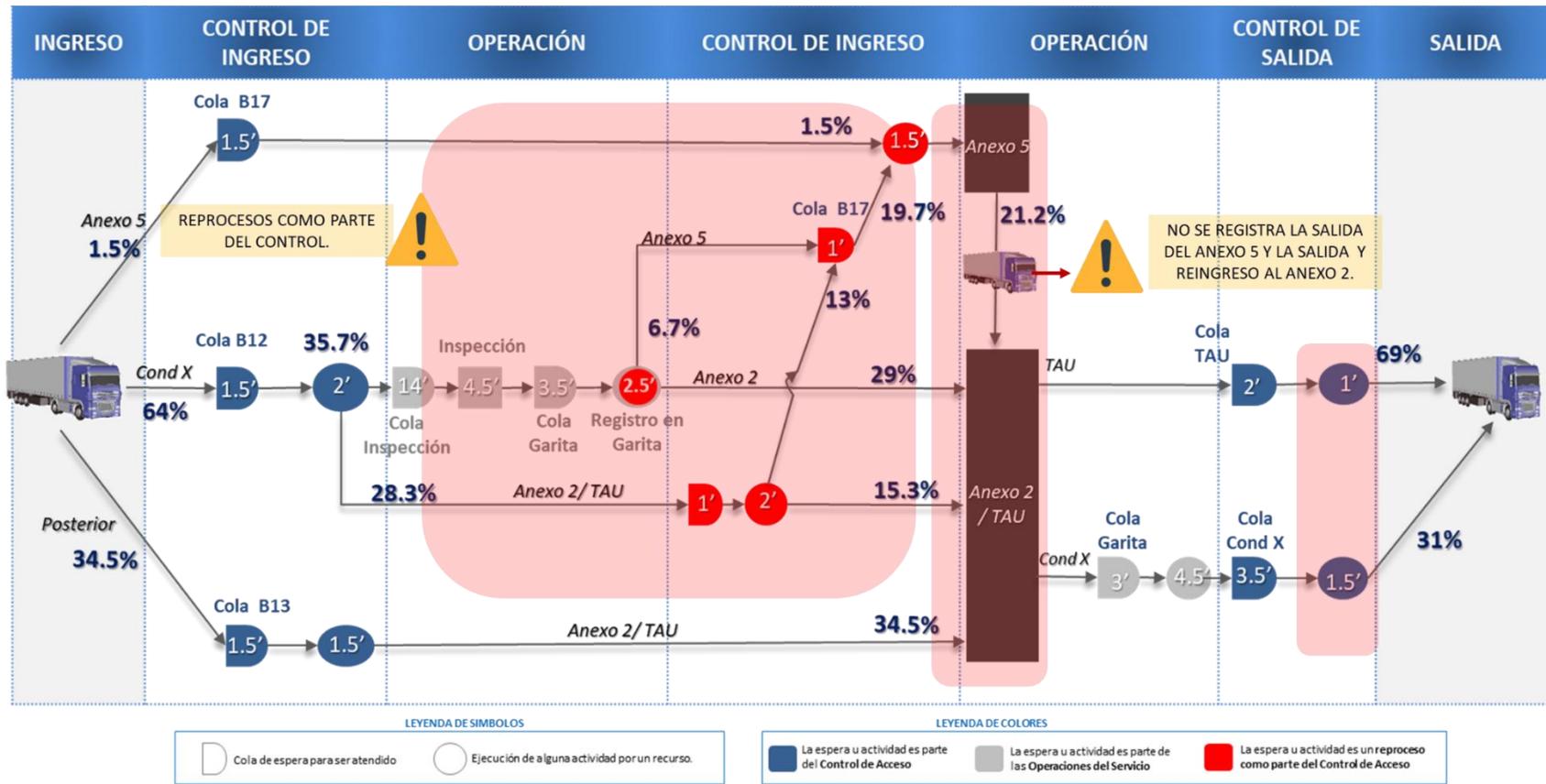
**FIGURA 14**  
*Gráfica de uso de los recursos por Agente de Seguridad*



*Fuente: Elaboración propia.*

**FIGURA 15**

*Diagrama de Rutas con resultados de medición*



Fuente: Proceso interno de la empresa, elaboración propia.

### 3.2.7 Análisis de resultados de medición y simulación

- **Puerta con más ingresos**

El Condominio X es la puerta con más ingresos, con un **64%** de todos los movimientos, seguido de la puerta Posterior con un **34.5%** de los movimientos.

- **Reprocesos-verificación y registros de seguridad**

Los ingresos que se hacen al Anexo 5 con un total del **21.2%** de los movimientos, el **19.7%** ingresa primero por el Condominio X, de los cuales el **13% no pasaron ninguna actividad operativa**, es decir solo utilizaron el pasaje del condominio como una vía por lo que deben repetir colas y controles de seguridad en los puntos:

- ✓ 1<sup>ER</sup> control en el B12 (Cola de ingreso y verificación de documentos)
- ✓ 2<sup>DO</sup> control en el B6 (Cola y registro)
- ✓ 3<sup>ER</sup> control en el B17 (Cola de salida y registro)

- **Puerta con más salidas**

El **68.7%** de las salidas se realizan por el TAU y para el registro de estas salidas se utiliza el PDT.

- **Inspección de ingreso a contenedores y registro de seguridad**

Todas las unidades de transportes que pasan por el proceso de inspección del contenedor deben pasar por un proceso de registro en la garita y en paralelo el Agente de Seguridad registra los documentos que se controlan para el ingreso.

- **Ingresos y salidas del anexo 5**

Todos los ingresos al Anexo 5 (**21.2%** de los movimientos), después de ejecutar su actividad operativa en el anexo 5 deben trasladarse al Anexo 2 para finalmente salir por el condominio X o por el TAU.

Todos los movimientos que se realizan del anexo 5 (salida) al anexo 2 (ingreso), representando **21.5%** de los movimientos, no pasan por un proceso de control por

parte de los Agentes de Seguridad, por consiguiente, no se realizan registros de estos movimientos.

- **Distribución del Tiempo:**

El **37%** del tiempo, el Transportista se encuentra esperando en cola para que lo atiendan, y el 7% está bloqueado por otros transportes, es decir no puede trasladarse al siguiente punto de control, después de ser atendido.

En conclusión, más del **45%** del tiempo dedicado a los puntos de control durante permanencia dentro de las instalaciones, el Transportista **está esperando**.

### **3.3 MODELAMIENTO TO BE**

Según las necesidades operativas por el tipo de servicio y/o tipo de carga que ingrese o se retire de las instalaciones, se propone ampliar las opciones de ingreso y salida de las puertas y optimizar la distribución de los puntos de control de seguridad, eliminando puntos cuya principal actividad es el registro de los documentos verificados en la puerta de ingreso del Condominio X y reasignando las tareas de registro en otros puntos de control.

Para lograr optimizar la distribución de los puntos de control de seguridad, es necesario reducir el tiempo que toma un agente de seguridad para registrar un ingreso o salida; para alcanzar dicho objetivo se propone el desarrollo de un nuevo aplicativo interactivo que permita:

- ✓ Orientar al Agente de Seguridad para realizar la verificación de los documentos según el tipo de servicio y proceso.

- ✓ Reducir la cantidad de registros que se realicen, eliminando la repetición de registros y autocompletando información desde los maestros de datos o servicios precargados, mediante la lectura de códigos.

### **3.3.1 Medición de beneficios mediante la Simulación**

Con el objetivo de medir el impacto de los cambios propuestos en la capacidad de atención, los tiempos de demora de las locaciones y el uso de recursos; se ingresan los nuevos datos según el diagrama TO BE se obtienen los siguientes resultados:

➤ **Capacidad:**

Se consideran los mismos datos operativos simulados en el modelo AS IS que son los siguientes:

Tiempo operativo en

- TAU: 60 min
- Anexo 2: 60 min
- Anexo 5: 30 min

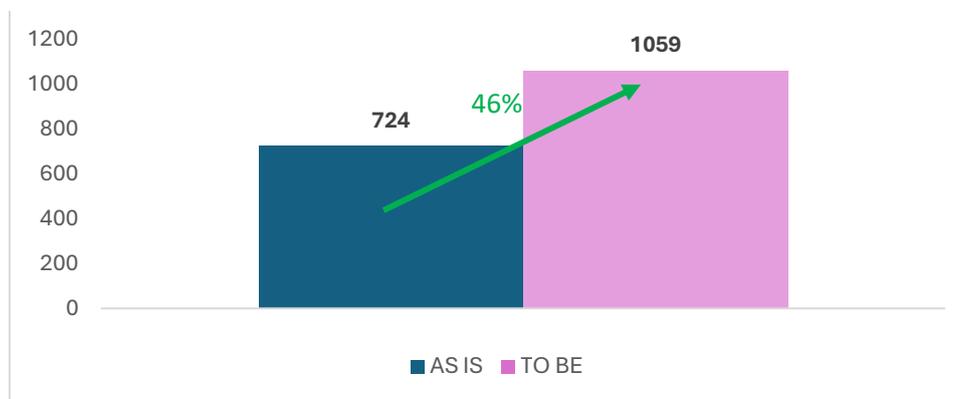
Capacidad de atención al mismo tiempo:

- TAU: 30 unidades
- Anexo 2: 20 unidades
- Anexo 5: 10 unidades

Como resultado de la capacidad y los tiempos en las colas y los controles señalados se obtuvo **1059 movimientos**, incrementando la capacidad de

### FIGURA 16

*Aumento en la capacidad de atención*



atención en un 46%.

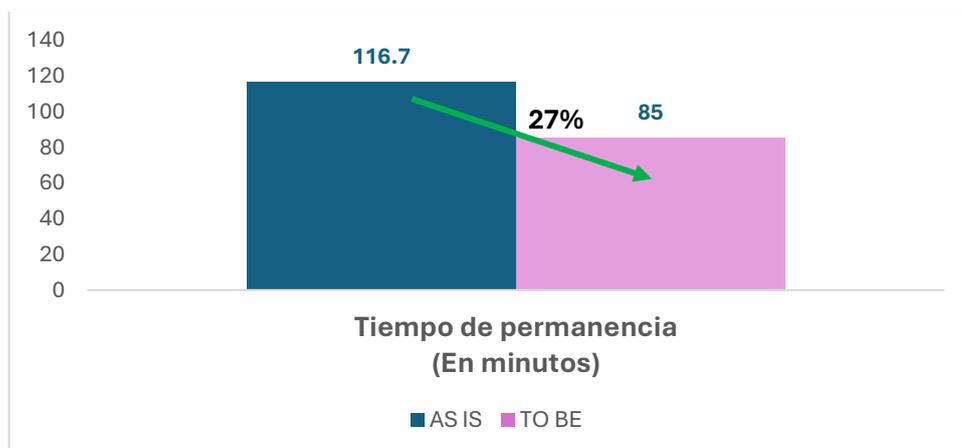
*Fuente: Elaboración propia.*

### ➤ Tiempo de Permanencia:

El tiempo de permanencia de los transportistas en promedio se puede reducir hasta en 14%:

### FIGURA 17

*Tiempo de permanencia de los Transportistas*



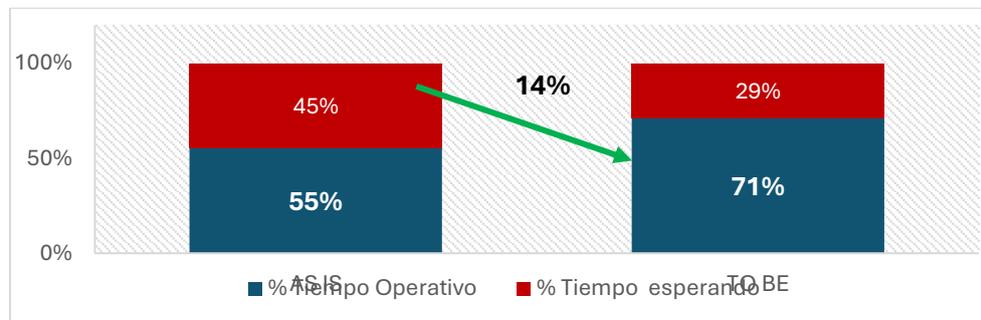
*Fuente: Elaboración propia.*

➤ **Reducción del Tiempo de espera:**

El impacto en el tiempo de espera de los transportistas es una reducción de hasta el 14%.

**FIGURA 18**

*Reducción del tiempo de espera de los Transportistas*



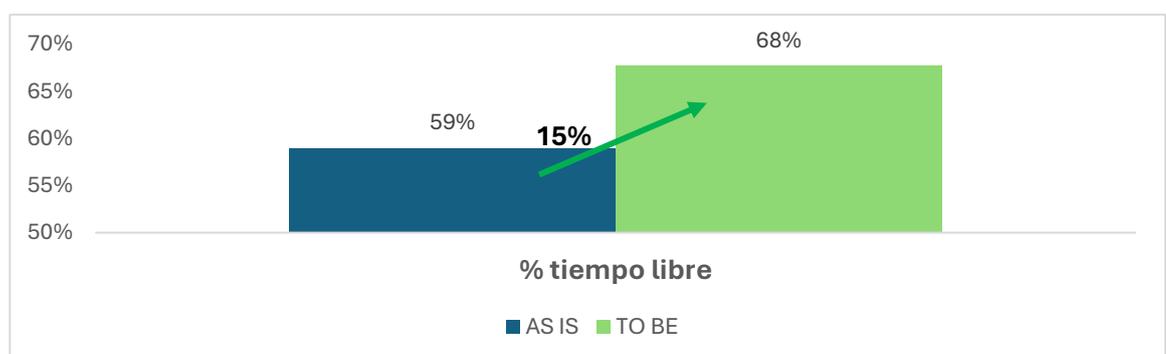
Fuente: Elaboración propia.

➤ **Impacto en tiempo disponible de recursos por reducción de Agentes para el control de accesos:**

A pesar de que se reduce el número de agentes, el tiempo libre de los agentes aumenta, esto quiere decir que el implementar una tablet o celular para los registros en todas las puertas aumenta la disponibilidad del agente hasta en un 15%.

**FIGURA 19**

*Tiempo libre de agentes de seguridad*



Fuente: Elaboración propia.

### 3.3.2 Puertas de Ingreso y Salida

En la siguiente tabla se detalla por tipo de servicio y proceso el aumento de opciones de ingreso y salida por otras puertas.

**TABLA 16**  
*Puertas de Ingreso y salida por tipo de Servicio*

Servicio	Proceso	Puerta de Ingreso			Puerta de Salida		
		Cond. X	Posterior	Anexo 5	TAU	Anexo 5	Cond. X
Vacíos	Retiro (Asignación)		X				X
	Devolución	X			X	X	
	Embarque		X		X		X
	Descarga	X			X	X	
Exportaciones	Recepción	X	X		X		
	Embarque	X	X		X		
Importaciones	Recepción	X			X		
	Retiro		X		X		
Depósito aduanero	Recepción	X			X		
	Despacho	X			X		
Depósito simple	Recepción	X		X	X	X	
	Despacho	X			X		
Centros de Distribución	Recepción	X	X		X		
	Despacho	X			X		

Fuente: Elaboración propia.

### 3.3.2 Optimización de la distribución de los Puntos de Control

Se propone eliminar 2 puntos de control que ejecutan actividades repetidas.

Al eliminar los puntos de registro del condominio X, no será necesario mantener los Agentes de Seguridad asignados a dichos puntos, con ello se puede **reducir los recursos en un 20%**, de 10 Agentes a 8 Agentes de Seguridad.

**AS IS**

**TO BE**

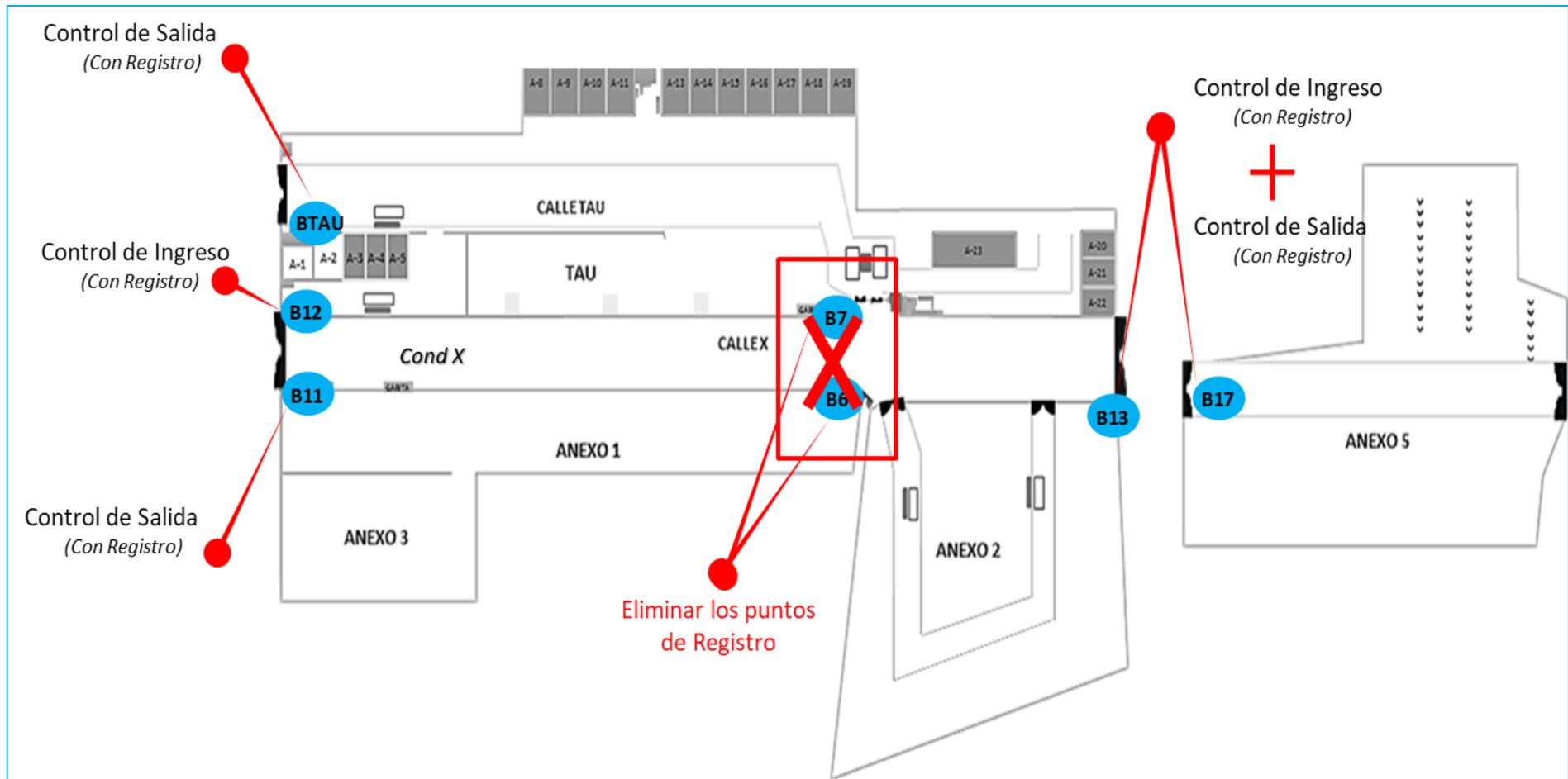
**10 Agentes de Seguridad**



**8 Agentes de Seguridad**

Adicionalmente, se propone realizar los registros de salida en la puerta B13 y b17 para mejorar el control de seguridad y garantizar la trazabilidad de los movimientos de los transportistas en las instalaciones de Unimar.

**FIGURA 20**  
*Puntos de Control de los Agentes de Seguridad*



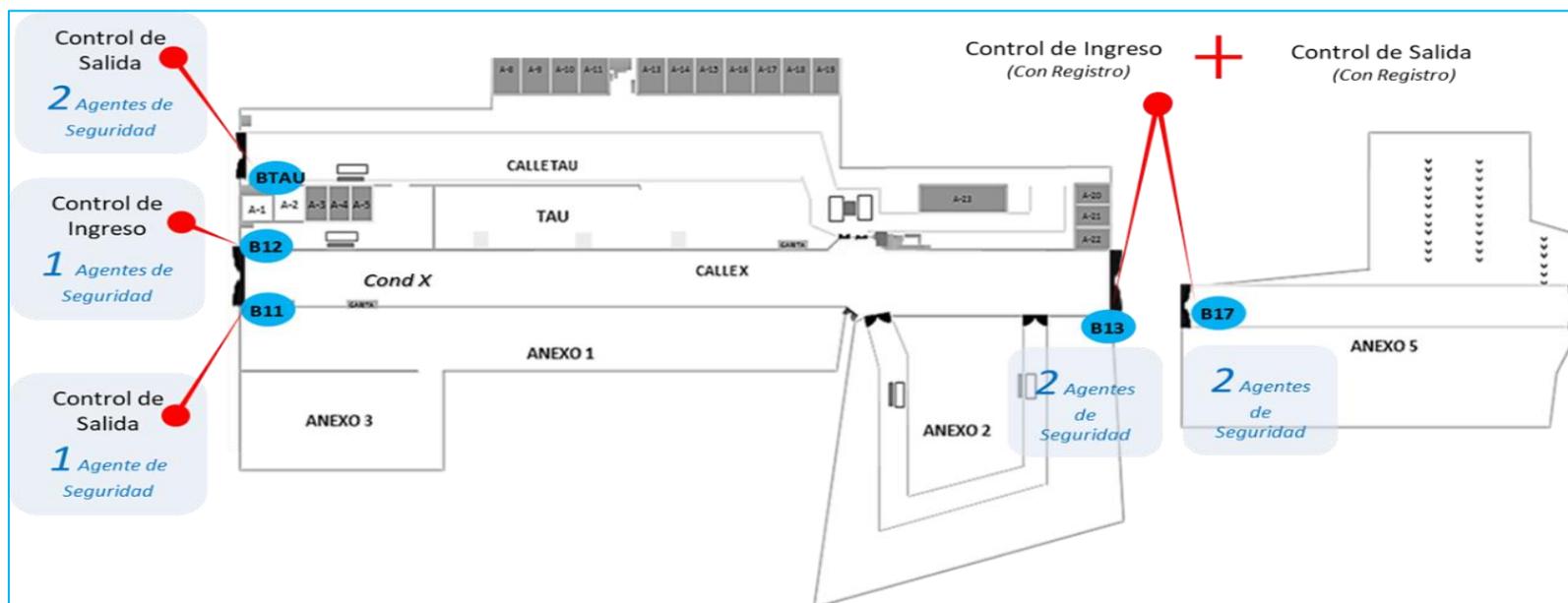
Fuente: Proceso interno de la empresa, elaboración propia.

### 3.3.3 Redistribución y reasignación de tareas de los Agentes de Seguridad

Al eliminar los puntos de registro del B6 y B7 el registro de los ingresos del condominio X se realizaría en la misma puerta de ingreso del condominio X: B11 y B12, aumentando a la verificación de documentos que ya realiza en Agente de Seguridad, el registro mencionado.

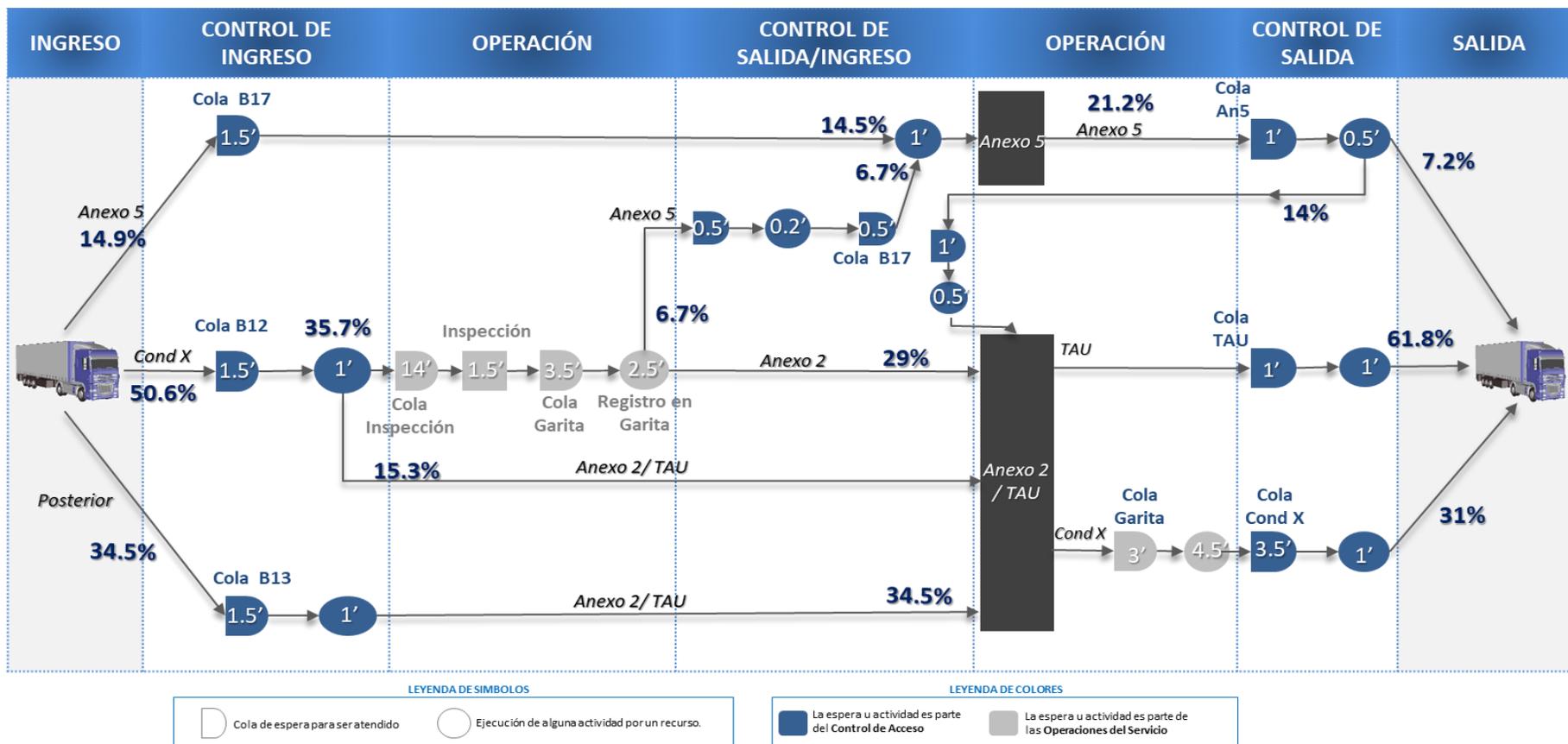
**FIGURA 21**

*Propuesta de Distrib. de puntos de control de los Agentes de Seguridad*



Fuente: Proceso interno de la empresa, elaboración propia.

**FIGURA 22**  
*Diagrama de Rutas TO BE*



Fuente: Proceso interno de la empresa, elaboración propia.

### **3.3.5 Alternativas solución**

Evaluamos varias alternativas tecnológicas que pueden ser utilizadas para digitalizar y optimizar el control de los procesos de acceso. Las soluciones consideradas incluyen la creación de una aplicación para la captura y lectura de códigos QR, la instalación de terminales POS que controlen el acceso e imprima boletos, y el uso de tecnología OCR para el Reconocimiento Automático de matrículas de vehículos.

Cada una de estas soluciones tiene ventajas específicas, así como desafíos particulares en cuanto a costos, facilidad de implementación e integración con los sistemas existentes en la empresa. Esto incluye el detallado de las características técnicas y operativas de cada opción, así como un análisis de árbol lógico que busca determinar cuál de ellas cumple mejor con los requisitos dentro del entorno logístico con el fin de recomendar una solución oportuna y sostenible para la transformación digital de los procesos de control de acceso.

#### **Alternativa 1: Desarrollo de aplicativo para registro con lector de QR**

La aplicación propuesta se destaca como una solución innovadora y rápida para ayudar a controlar el acceso en las entradas y salidas de los puntos de control de los transportistas. El sistema está diseñado para funcionar en dispositivos móviles como smartphones o tablets para escaneos rápidos del código QR generado para el transportista. Con solo un clic, los operativos pueden corroborar y certificar en la misma tormenta la identidad y la autorización de los conductores al estar conectados a una base de datos central, evitando así la desinformación y complementando con un registro manual dependiendo de la configuración de acceso por tipo de operación prevista.

Cada acceso es capturado automáticamente, lo cual da lugar a la creación de un historial de ventanas de entrada y salida que puede ser consultado en línea. Además, la aplicación también envía alertas al personal correspondiente para acceder o no acceder sin reiniciar la máquina, con el fin de conseguir que la operativa sea más activa y segura, sin que siempre queden dudas.

### **Requisitos técnicos robustos y escalables**

La descomposición de los requisitos técnicos y de usabilidad es coherente con la naturaleza de la aplicación en sí. Se observa una multiplicidad de plataformas de desarrollo de aplicaciones. La aplicación está disponible tanto para sistemas operativos Android como iOS. Esto garantiza la usabilidad para el personal de campo. Los registros de acceso se almacenan y emiten con códigos QR de un solo uso bajo perfiles de usuario en un backend centralizado.

Para mantener la seguridad de la aplicación, los códigos QR que se utilizan están encriptados. Se aplican medidas de seguridad adicionales, incluidas la autenticación de usuarios y la encriptación de los datos, minimizando así los riesgos de falsificación y acceso no autorizado.

### **Ventajas que destacan**

Lo que distingue a este modelo de los demás es su aplicación. Innova, pero a la vez es muy práctico, ya que tiene pocos costos adicionales para su implementación, ya que puede hacer uso de teléfonos móviles que ya están en el mercado y que tienen la capacidad de escanear códigos QR. El diseño es lo suficientemente flexible para permitir la incorporación de nuevos transportistas sin requisitos adicionales de hardware, así como la actualización de los productos almacenados dentro del hardware existente. Junto con la rápida velocidad a la que se pueden escanear los

objetos y la relativa facilidad de uso del software, ya que puede funcionar desde un dispositivo móvil, se describe el sistema como fluido y rápido, haciéndolo adecuado para actividades de ritmo acelerado.

El aplicativo combina innovación y practicidad, destacándose por su bajo costo de implementación al aprovechar dispositivos móviles ya existentes con capacidad para leer códigos QR. Su escalabilidad facilita la inclusión de nuevos transportistas y la actualización de datos sin necesidad de hardware adicional. La agilidad del escaneo y la accesibilidad de la aplicación, al ser móvil, hacen del sistema una herramienta flexible y eficiente, ideal para operaciones dinámicas.

### **Desafíos y consideraciones**

El sistema tiene desafíos, entre ellos, asegurarse de que los empleados de campo cuenten con teléfonos celulares y los puntos de acceso tengan internet confiable para realizar las comprobaciones en tiempo real. Estos y otros problemas, aunque pueden resolverse con el uso de un almacenamiento local temporal que sincroniza en un segundo momento, continúan siendo de preocupación en áreas con baja conectividad. Por otra parte, a pesar de que adicionar técnicas de encriptación le da más robustez en el lado de seguridad, el sistema siempre enfrenta el problema de cómo evitar la usurpación o falsificación.

### **Alternativa 2: Implementación de sistemas POS que imprimen tickets de control**

#### **Características del Sistema POS para Control de Accesos:**

El sistema de impresión de boletos de control está destinado a convertirse en una herramienta fundamental para garantizar una gestión bien organizada y transparente de las operaciones logísticas. Cada vez que un transportista ingresa a las

instalaciones, el sistema imprime un boleto que contiene detalles importantes como el nombre del transportista, número de licencia, matrícula del vehículo, hora y propósito de entrada y salida. Este boleto físico no solo ayuda con el control en tiempo real, sino que también actúa como evidencia para cualquier auditoría o verificación futura.

El boleto se imprime cuando un transportista accede a las instalaciones en el tiempo predefinido, y la información se verifica con la base de datos automática central y se registra con precisión en ella. Además, el sistema es muy flexible y se puede enriquecer con campos propietarios como ubicación de carga, número de contrato, tipo de transporte o destino para satisfacer las necesidades operativas individuales.

El sistema de control se extiende más allá de los puntos de control previstos e interconecta la actividad de transporte de cada participante, cerrando las brechas entre los controles que cada participante del transporte puede realizar y, por lo tanto, permite una mejor logística. Esto lleva a una mayor claridad y orden en las operaciones logísticas.

### **Requisitos técnicos diseñados para optimizar el flujo de trabajo**

El sistema requiere hardware de punto de venta (POS), incluyendo impresoras que destacan en velocidad así como en bajo costo de operación – denominadas térmicas. Estos dispositivos deben estar configurados a una base de datos central para el almacenamiento seguro y monitoreo de los registros en tiempo real.

El software POS de control de acceso de enforcement está especialmente diseñado para el operador e incluye características como captura de datos y generación de tickets personalizados. Opcionalmente, se puede añadir un escáner de códigos de

barras para acelerar aún más el registro de acceso para conductores con tarjetas de acceso o códigos en sus vehículos.

### **Ventajas clave para las operaciones logísticas**

Este sistema se destaca por su facilidad de implementación porque utiliza tecnología bien conocida y fácilmente disponible en el mercado. Permite un seguimiento detallado de los movimientos al registrar no solo entradas y salidas, sino también información adicional, como el tiempo empleado.

### **Desafíos y consideraciones a largo plazo**

A pesar de estos beneficios, el sistema presenta algunos desafíos. La inversión inicial en hardware y software incurre en un gasto considerable, y con el tiempo, el mantenimiento de los terminales POS y las impresoras puede aumentar aún más los gastos.

Además, usar papel para recibos como prueba física es sencillo; sin embargo, es menos eficiente y más costoso, además de tener un impacto en la sostenibilidad. Por último, aunque el sistema es integral en la recolección de datos, no captura evidencia visual como fotografías de los camiones o conductores.

### **Alternativa 3: Tecnología OCR para el reconocimiento automático de matrículas**

El sistema de reconocimiento automático de matrículas de vehículos emerge como una solución de alta tecnología para el control de acceso de vehículos utilizando cámaras especializadas y software de Reconocimiento Óptico de Caracteres (OCR). Este sistema captura automáticamente las matrículas de los vehículos al llegar y salir sin ninguna intervención manual.

Todo el proceso es iniciado por cámaras de alta resolución que capturan imágenes claras de las matrículas; investigaciones muestran que incluso cuando la iluminación es baja y las velocidades son altas. A continuación, un software compatible con OCR toma estas imágenes y las transforma en texto utilizable, lo que significa que ahora puede ser registrado y procesado automáticamente.

Después de capturar la matrícula y validarla instantáneamente contra sus bases de datos centralizadas, si el vehículo está registrado y autorizado, se concede el acceso automáticamente. Lo contrario provocará una alerta al personal de seguridad, lo que permitirá decisiones rápidas sobre el curso de acción.

El sistema también agrega los accesos recopilados, tales como matrícula, tiempo de ingreso y salida, y nivel de autorización, a un sistema de administración de accesos. Esta funcionalidad no solo ofrece monitoreo en tiempo real, sino que también genera un registro digital que puede ser utilizado para auditorías o análisis históricos.

### **Requisitos técnicos para un funcionamiento eficaz**

Los requerimientos para el sistema contemplan cámaras de altas resoluciones que logren tomar imágenes definidas, en condiciones adversas como placas sucias o poco iluminadas. El OCR específico para lectura de matrículas debe ser capaz de interpretar caracteres de diferentes fuentes y tener una alta precisión.

Es esencial contar con una buena conexión a una base de datos centralizada para validar las placas capturadas en tiempo real y con otros sistemas de gestión como un ERP o plataformas logísticas que mejoran la operativa.

### **Ventajas clave del sistema**

Este sistema se destaca por su capacidad para automatizar el proceso de registro, minimizando la entrada manual. Esto aumenta la productividad operativa, a la vez que reduce la posibilidad de que ocurran errores humanos o falsificaciones.

La monitorización en tiempo real proporciona una gestión más fiable del acceso. Además, los archivos de registro digitales detallados permiten auditorías y análisis históricos, asegurando una trazabilidad completa.

### **Consideraciones y desafíos**

A pesar de que sus beneficios son atractivos y de amplio alcance, el inconveniente inicial de la inversión proviene del norte. Estos comprenden la cámara, el software OCR y la integración de la base de datos. Además, se busca un mantenimiento regular del equipo para mantener la precisión, particularmente cuando los marcos cambian drásticamente.

Por último, el sistema OCR puede ser percibido en términos de rendimiento si la placa o su vestimenta está demasiado sucia, hay una estructura anormal o una luz muy brillante o oscura.

**TABLA 17**

*Resumen de comparativa de alternativas solución*

Opción	Características Principales	Ventajas	Desventajas	Costos Estimados en Perú	Toma Fotográfica	Flexibilidad en la Configuración
<b>1. Desarrollo de Aplicativo para Lectura de QR</b>	- Códigos QR únicos para cada transportista.	- Bajo costo operativo una vez desarrollado.	- Requiere desarrollo personalizado.	<b>Desarrollo:</b> S/ 50,000.	<b>No</b> (requiere integración adicional de cámaras).	<b>Alta</b> (se pueden realizar cambios fácilmente en la app y base de datos).
	- Escaneo y verificación en tiempo real.	- Fácil integración con base de datos.	- Dependencia de smartphones y conexión a internet.	<b>Mantenimiento:</b> S/ 500 - S/ 1,500/mes.		
	- Registro de accesos en base de datos.	- Accesible desde smartphones.	- Necesita mantenimiento regular de la app.	<b>Hardware (smartphones/tabletas):</b> S/ 500 - S/ 1,500/dispositivo.		
<b>2. POS que Imprime Tickets de Control</b>	- Sistema POS para generar tickets con datos del transportista.	- Proporciona evidencia física del acceso.	- Mayor costo en hardware (impresoras, terminales POS).	<b>Sistema POS:</b> 20000	<b>Sí, con cámaras adicionales</b> (costo de cámaras extra para fotos).	<b>Moderada</b> (algunas configuraciones de tickets y datos son fáciles de cambiar, pero puede requerir personal para ajustes).
	- Registro de accesos e impresión de recibos.	- Fácil de implementar.	- Menos automatización que el sistema OCR.			
	- Opcionalmente, permite pagos.	- Registra y archiva de manera rápida.	- Requiere suministros de papel y mantenimiento de impresoras.	<b>Mantenimiento:</b> S/ 300 - S/ 500/mes.		
<b>3. Lector de Placas por OCR</b>	- Cámaras especializadas para capturar matrículas y procesarlas mediante OCR.	- Automático y rápido.	- Alto costo inicial de cámaras OCR y software.	<b>Sistema OCR y cámaras:</b> S/ 65,000	<b>Sí, incluye captura fotográfica del vehículo.</b>	<b>Moderada</b> (la configuración de las cámaras es fija, pero pueden hacerse cambios limitados en software).
	- Verificación en tiempo real.	- Incluye toma fotográfica del vehículo.	- Necesita condiciones óptimas de luz y visibilidad para un buen rendimiento.	<b>Mantenimiento:</b> S/ 1,000 - S/ 2,000/mes.		
	- Registro de accesos en base de datos.	- Alta precisión en lectura de placas.	- Requiere personalización y mantenimiento.			

Fuente: Elaboración propia.

### 3.3.5.1 Criterios para la evaluación de alternativas

Para elegir la mejor opción que asegure un control eficiente y seguro en los procesos de gestión del acceso, es importante revisar ciertas especificaciones y requisitos técnicos. Los criterios a continuación proporcionan un mecanismo para evaluar cada alternativa de acuerdo con sus capacidades funcionales, facilidad de implementación y personalización para los requisitos de una empresa.

1. **Configuración de tipos de datos:** La capacidad de personalizar los campos y formatos de los datos que se registran en el sistema, permitiendo una gestión más flexible y acorde a las necesidades específicas.
2. **Lector QR:** La integración de tecnología para escanear códigos QR, facilitando el registro rápido y automatizado de información.
3. **Opción de registro manual de datos:** La posibilidad de ingresar datos manualmente como respaldo para situaciones en las que la automatización no esté disponible o sea insuficiente.
4. **Integración a la BD de la empresa:** La conexión del sistema con la base de datos centralizada para garantizar la sincronización y el acceso en tiempo real a la información.
5. **Costo de implementación:** La inversión inicial necesaria para la adquisición de hardware, software y otros recursos relacionados.
6. **Costo de mantenimiento:** Los recursos requeridos para mantener en óptimo estado los equipos, software y servicios asociados al sistema.

7. **Flexibilidad de cambios en la configuración:** La facilidad con la que el sistema permite realizar ajustes o adaptaciones en su configuración según las necesidades cambiantes.
8. **Toma fotográfica:** La capacidad de capturar imágenes de los vehículos o transportistas como registro visual complementario.
9. **Alertas y verificación en tiempo real:** La generación de notificaciones automáticas y la validación instantánea de datos para reforzar la seguridad y eficiencia operativa.

### 3.3.5.2 Asignación de puntajes:

Para la asignación de puntaje se considera una ponderación de los criterios fundamentales anteriormente expuestos, tras lo cual la siguiente matriz es elaborada para la consignación del puntaje. Cada uno de los parámetros o criterios se encuentran claramente definidos con un peso específico que determina su importancia en total y esta es más o menos la forma de aplicar una puntuación a las diferentes sugerencias o planes. El objetivo es facilitar la toma de decisiones de manera objetiva considerando en primer lugar la importancia de los criterios y en segundo lugar la utilización efectiva de los recursos del proyecto.

**TABLA 18**  
*Puntajes por criterio de evaluación*

	Configuración de tipos de datos	Lector QR	Opción de registro manual de datos	Integración a la BD de la empresa	Costo de implementación	Costo de mantenimiento	Flexibilidad de cambios en la configuración	Toma fotográfica	Alertas y verificación en tiempo real	Suma	% Sobre total	Puntaje Máximo asignado
Configuración de tipos de datos	0	0	0	0	1	0	1	1	1	4	11%	11
Lector QR	1	0	1	0	1	1	1	1	1	7	19%	19
Opción de registro manual de datos	1	0	0	0	1	1	1	0	0	4	11%	11
Integración a la BD de la empresa	1	1	1	0	1	1	1	1	1	8	22%	22

Costo de implementación	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	3%	3
Costo de mantenimiento	1	0	0	0	1	0	1	1	0	4	11%	11
Flexibilidad de cambios en la configuración	0	0	0	0	1	0	0	1	0	2	6%	6
Toma fotográfica	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	3%	3
Alertas y verificación en tiempo real	0	0	1	0	1	1	1	1	0	5	14%	14
<b>Suma</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>7</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>3</b>	<b>36</b>	<b>100%</b>	<b>100</b>

Fuente: Elaboración propia.

**TABLA 19**

*Resumen de puntajes por criterio de valuación*

Criterio	Puntaje asignado	
	Sí cumple	No cumple
Configuración de tipos de datos	11	0
Lector QR	19	0
Opción de registro manual de datos	11	0
Integración a la BD de la empresa	22	0
Flexibilidad de cambios en la configuración	6	0
Toma fotográfica	3	0
Alertas y verificación en tiempo real	14	0

Fuente: Elaboración propia.

**TABLA 20**

*Costo de Implementación por puntaje asignado*

Criterio	Puntaje asignado		
	Hasta S/ 25000	Desde S/ 25001 a S/ 50000	Más de S/ 50000
Costo de implementación	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>0</b>

Fuente: Elaboración propia.

**TABLA 21**

*Costo de Mantenimiento por puntaje asignado*

Criterio	Puntaje asignado		
	Hasta S/ 10000	Desde S/ 10001 a S/ 20000	Más de S/ 20000
Costo de mantenimiento	<b>11</b>	<b>3</b>	<b>0</b>

Fuente: Elaboración propia.

### 3.3.5.3 Resultados de evaluación

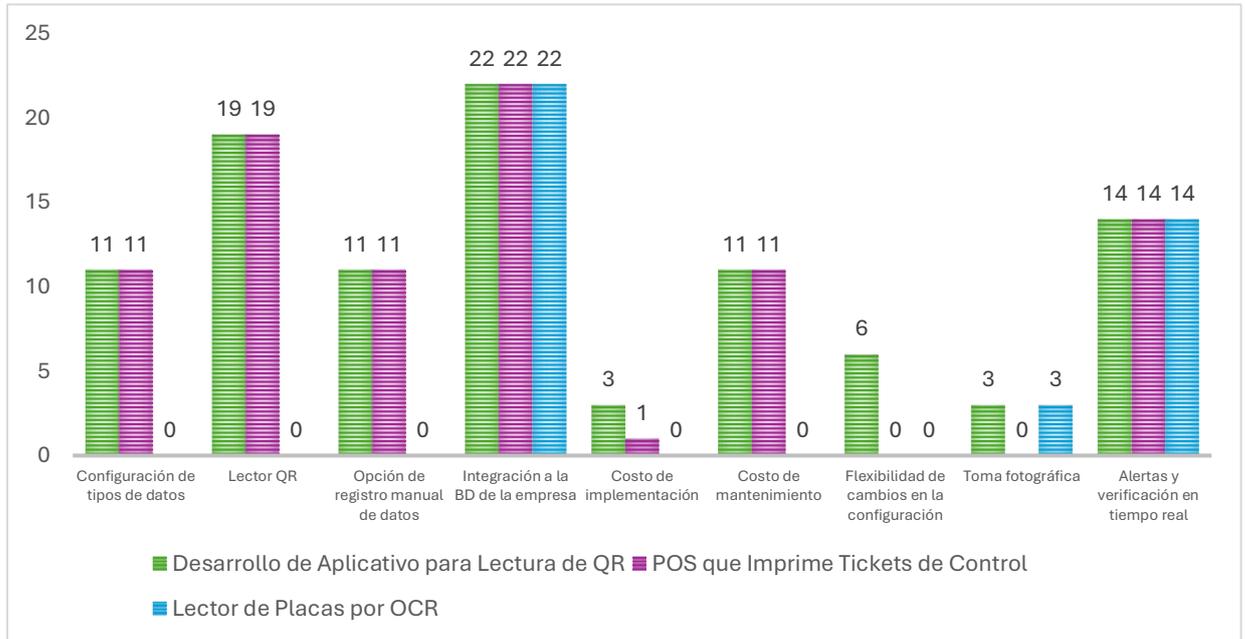
La alternativa ganadora es el **Desarrollo de Aplicativo para Lectura de QR**, obteniendo la valoración más alta en la evaluación. Esta alternativa se caracteriza por cumplir en forma integral con todos los requerimientos establecidos, ofreciendo una solución eficiente, rápida y práctica. Su metodología permite el mejoramiento de procesos centrales, asegurando una adecuada integración de los nuevos sistemas y un nivel de desempeño constante. Esto la convierte en la mejor opción a utilizar dentro del alcance del proyecto.

**TABLA 22**  
*Comparativo de alternativas*

Alternativas	Configuración de tipos de datos	Lector QR	Opción de registro manual de datos	Integración a la BD de la empresa	Costo de implementación	Costo de mantenimiento	Flexibilidad de cambios en la configuración	Toma fotográfica	Alertas y verificación en tiempo real	Puntaje obtenido
	<b>Desarrollo de Aplicativo para Lectura de QR</b>	11	19	11	22	3	11	6	3	
<b>POS que Imprime Tickets de Control</b>	11	19	11	22	1	11	0	0	14	89
<b>Lector de Placas por OCR</b>	0	0	0	22	0	0	0	3	14	39

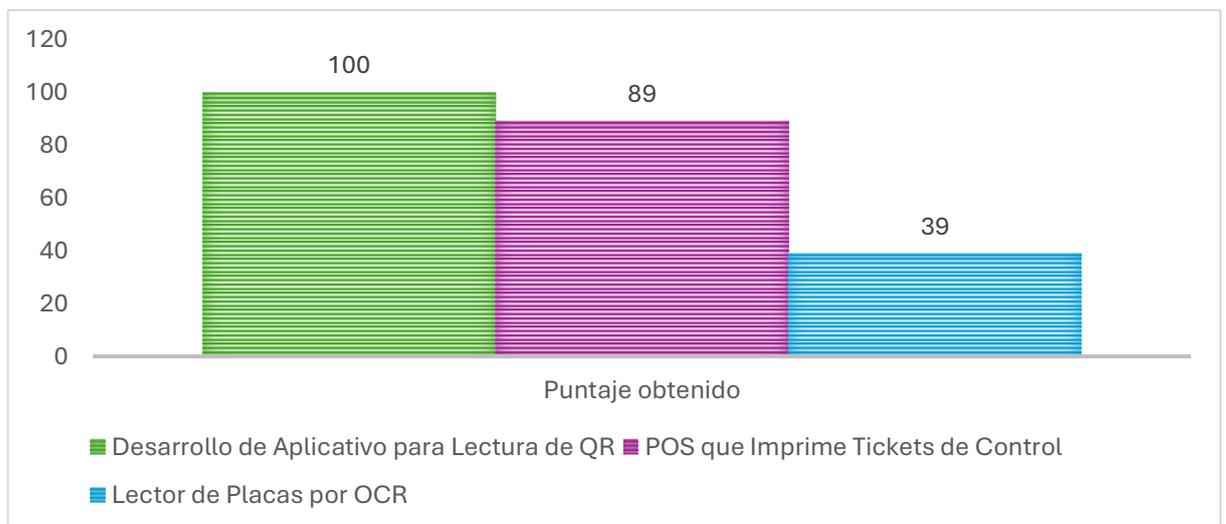
Fuente: *Elaboración propia.*

**FIGURA 23**  
Comparativo de alternativas



Fuente: Elaboración propia.

**FIGURA 24**  
Puntaje obtenido por alternativa



Fuente: Elaboración propia.

### **3.4 IMPLEMENTACIÓN DE LA SOLUCIÓN**

Después de evaluar diversas alternativas tecnológicas para mejorar el acceso y la interacción con la información digital, se concluyó que el desarrollo de un aplicativo móvil para la lectura de códigos QR es la solución más adecuada.

La aplicación seleccionada permitirá a los usuarios escanear códigos QR de manera rápida y segura, lo que permitirá a los usuarios acceder a información, servicios o contenido multimedia en diversas situaciones; pero también tendrá la capacidad de realizar el registro de escaneo sin código QR para emergencias y asegurará que algunos servicios no utilicen códigos QR en sus procesos de atención al cliente para generar el código.

La determinación de enfrentar la limitación mediante el desarrollo de tal solución está motivada no solo por el deseo de abordar un problema específico, sino también por el objetivo de facilitar la integración de nuevas tecnologías en las tareas cotidianas. El proyecto incluye el desarrollo de interfaces personalizadas y fáciles de usar, características de seguridad de última generación y una ergonomía de aplicación.

#### **3.4.1 Metodología de implementación**

El proyecto implementó un enfoque metodológico híbrido, combinando la estructura organizativa del modelo Waterfall con entregas iterativas mediante Sprints. Esta adaptación permitió mantener una planificación y seguimiento estructurado del proyecto, mientras se facilitaba la entrega incremental de funcionalidades.

### **Estructura General del Proyecto**

- Fases principales claramente definidas (Planificación, Diseño, Desarrollo, Pruebas, Preparación Final)
- Objetivos y entregables específicos para cada fase
- Documentación formal en puntos clave del proyecto
- Proceso de validación y aprobación entre fases principales

### **Gestión Ágil del Desarrollo**

- División del trabajo en Sprints dentro de la fase de desarrollo
- Entregas incrementales de funcionalidades
- Sprints de 2-3 semanas con objetivos específicos
- Daily meetings para seguimiento del progreso
- Sprint reviews y retrospectivas
- Adaptación continua basada en feedback

### **Gestión de Proyecto**

- Planificación inicial de alto nivel para todo el proyecto
- Planificación detallada por Sprint para la fase de desarrollo
- Reuniones de seguimiento diarias y retrospectivas de Sprint
- Proceso formal de control de cambios
- Tablero Kanban para seguimiento de tareas
- Burndown charts para monitoreo del progreso

### **Aseguramiento de Calidad**

- Pruebas unitarias y de integración continuas
- QA integrado en cada Sprint
- Pruebas de usuario al final de cada fase principal
- Documentación actualizada de manera incremental

### 3.4.1 Entregables del proyecto

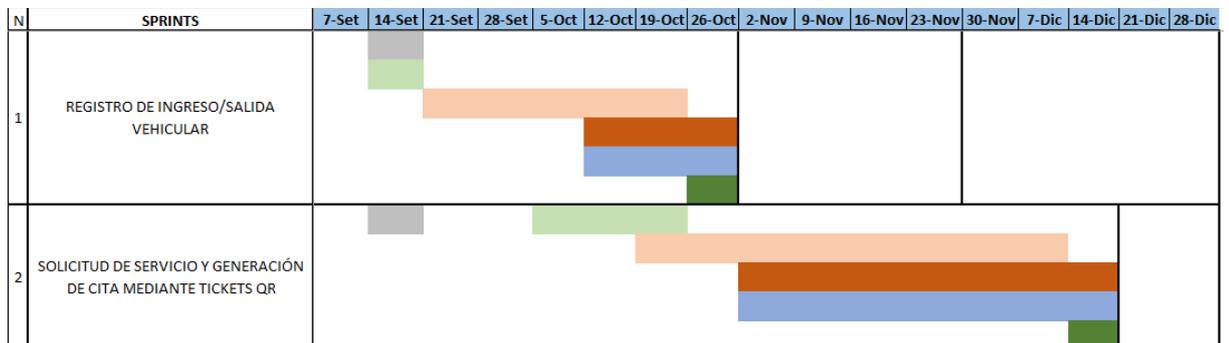
El presente proyecto se desarrollará en dos Spring principales, cada una enfocada en funcionalidades específicas que en conjunto formarán un sistema integral de gestión basado en tecnología QR.

**FIGURA 25**  
Sprints del proyecto



Fuente: Proceso interno de la empresa, elaboración propia.

**FIGURA 26**  
Cronograma por sprints



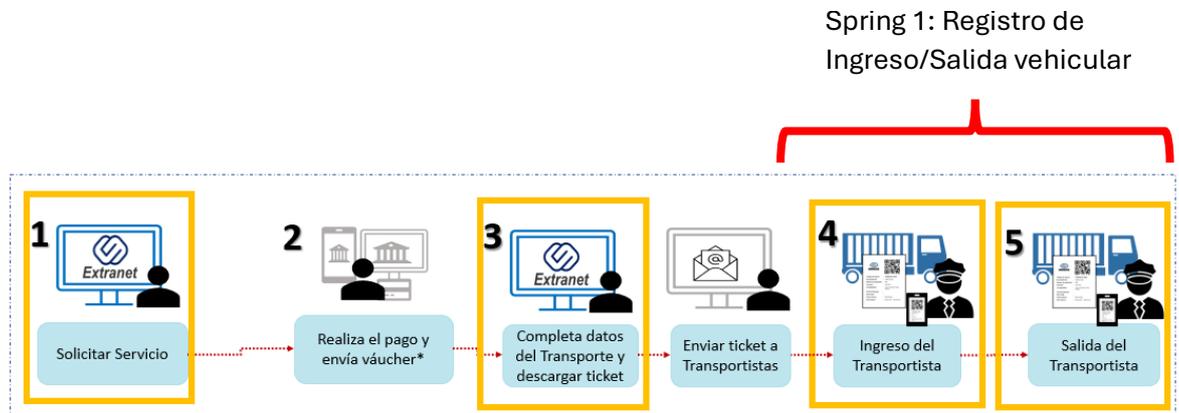
Analisis	
Diseño	
Desarrollo	
Pruebas	
Preparación Final	
Operación	

Fuente: Proceso interno de la empresa, elaboración propia.

### 3.4.1.1 Spring 1: Sistema de Registro de Ingreso/Salida Vehicular

**FIGURA 27**

*Sprint 1 - Registro de Ingreso/Salida vehicular*



*Fuente: Proceso interno de la empresa, elaboración propia.*

**TABLA 23**

*Cronograma Spring 1 Registro de Ingreso/Salida Vehicular*

Fase de Proyecto	Actividades	fecha inicio	fecha fin
<b>Planificación</b>	Elaboración de cronograma	9/12/2019	16/09/2020
	Reunión de inicio	1/05/2020	1/05/2020
<b>Diseño</b>	Diseñar la propuesta de solución	1/05/2020	18/09/2020
	Definir prototipo de solución (Experiencia de Usuario).	1/05/2020	18/09/2020
<b>Desarrollo</b>	Realizar Especificación Funcional/Técnica	21/09/2020	1/10/2020
	Desarrollar solución	2/10/2020	23/10/2020
	Documentar Pruebas	2/10/2020	23/10/2020
<b>Pruebas</b>	Ejecutar Plan de Pruebas/ Procesos	12/10/2020	23/10/2020
	Ejecutar Plan de Pruebas/ Usuarios	26/10/2020	27/10/2020
<b>Preparación Final</b>	CutOver	12/10/2020	23/10/2020
	Capacitación	28/10/2020	28/10/2020
<b>Go Live</b>	Cierre de Proyecto	29/10/2020	29/10/2020

*Fuente: Proceso interno de la empresa, elaboración propia.*

## 1. Planificación

Durante esta fase inicial se establecen las bases del proyecto mediante:

- Elaboración detallada del cronograma de actividades y asignación de recursos

- Reunión de kick-off para alineamiento de objetivos y expectativas
- Definición de roles y responsabilidades del equipo
- Establecimiento de los canales de comunicación y reportes

## **2. Diseño**

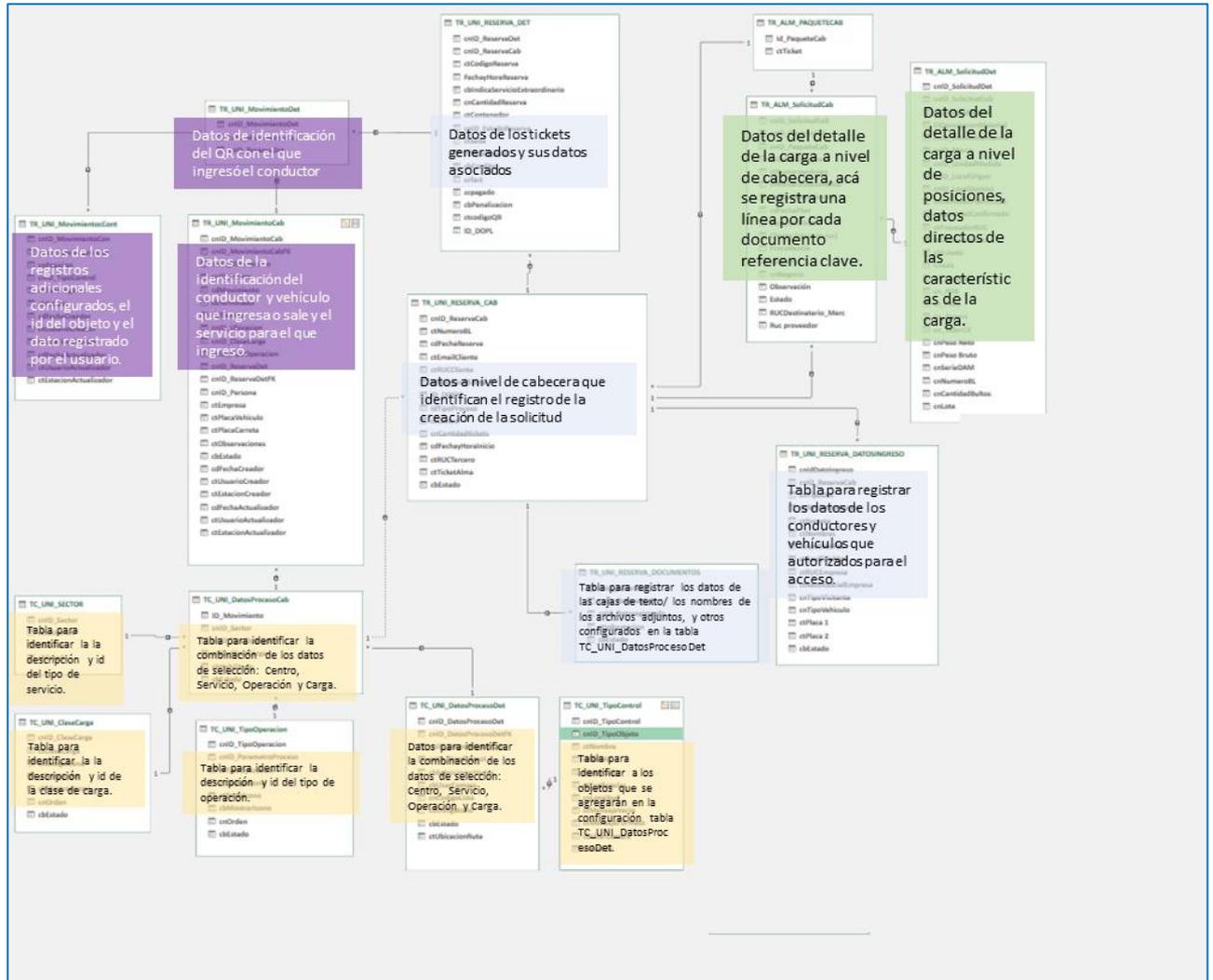
Para el desarrollo del diseño del aplicativo se consideran las necesidades de verificación y registro de los controles aplicados a los Transportistas, detallados en el punto 4.3 y el proceso de diseño se enfocó en 2 puntos clave:

1. Desarrollo de la propuesta de solución técnica considerando:
  - Arquitectura del sistema
  - Diseño de la base de datos
  - Selección de tecnologías
2. Creación de prototipos centrados en la experiencia del usuario (UX) que incluyen:
  - Interfaces de registro vehicular
  - Sistema de generación de códigos QR
  - Proceso de escaneo y validación



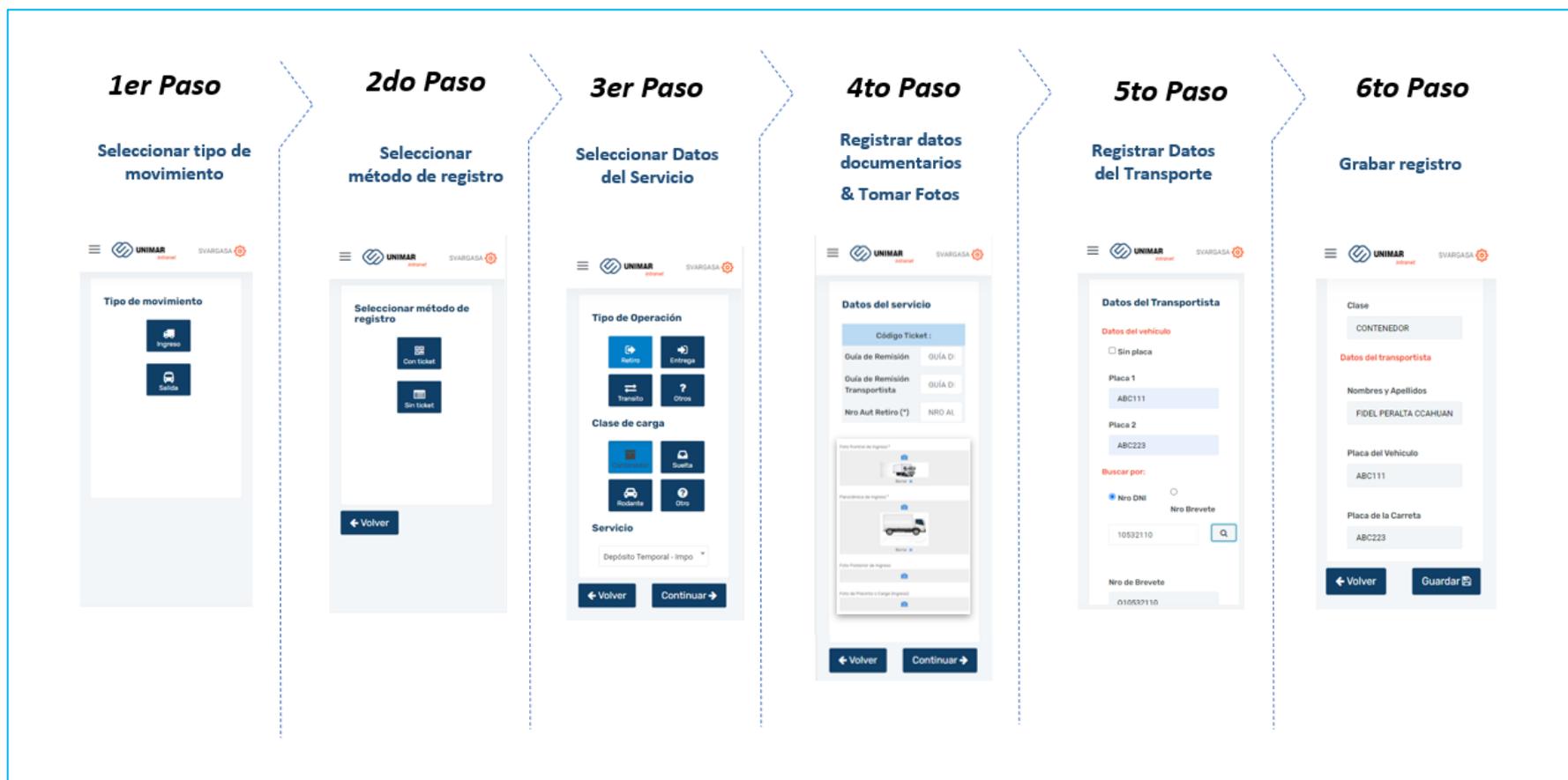
**FIGURA 29**

*Diagrama de relación y objetivo de las tablas*



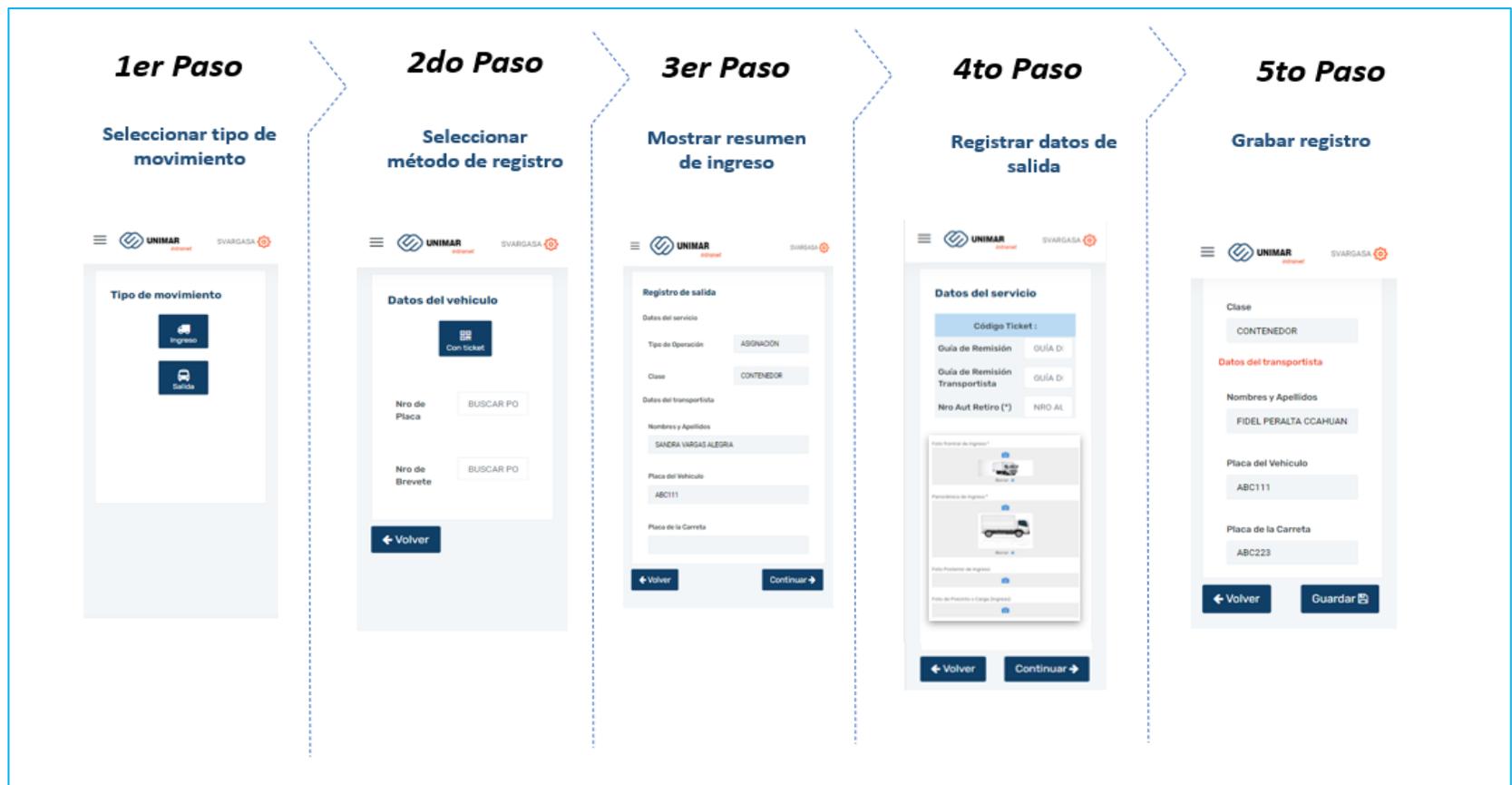
Fuente: Proceso interno de la empresa, elaboración propia.

**FIGURA 30**  
*Flujo de Pantallas de Ingreso*



Fuente: Proceso interno de la empresa, elaboración propia.

**FIGURA 31**  
*Flujo de Pantallas de Salida*



Fuente: Proceso interno de la empresa, elaboración propia.

### **3. Desarrollo** (Septiembre 2020 - Octubre 2020)

Esta etapa se dividirá en tres actividades principales:

- Elaboración de la especificación funcional y técnica detallada
- Desarrollo de la solución, incluyendo:
  - Implementación del sistema de generación QR
  - Desarrollo del módulo de lectura QR
  - Creación de la interfaz de usuario
  - Integración con base de datos
- Documentación continua de las pruebas realizadas

### **4. Pruebas** (Octubre 2020)

Se ejecuta dos niveles de pruebas:

- Pruebas de procesos para verificar la funcionalidad técnica
- Pruebas de usuario para validar la experiencia y usabilidad

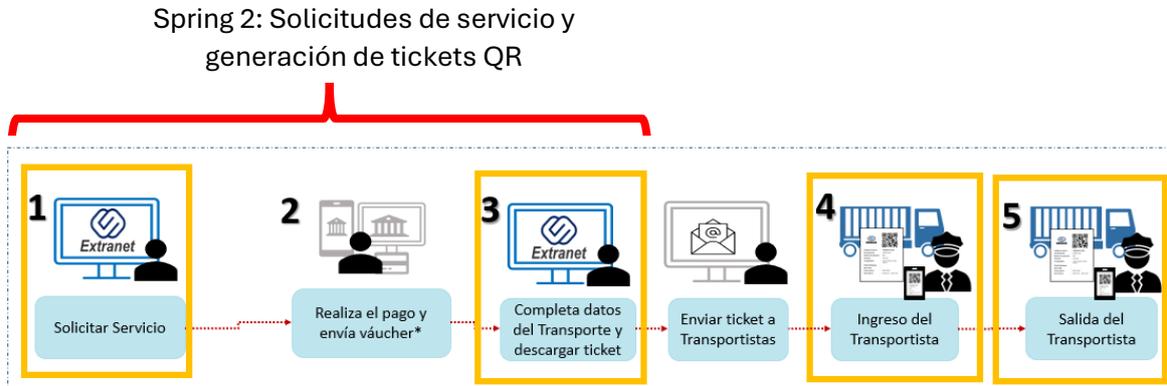
### **5. Preparación Final y Lanzamiento** (Octubre 2020)

- Implementación del CutOver (transición al nuevo sistema)
- Capacitación a usuarios finales
- Cierre formal del proyecto y documentación final

### 3.4.1.2 Spring 2: Solicitudes del Servicio y generación de tickets

**FIGURA 32**

*Spring 2 - Solicitudes del Servicio y generación de tickets*



*Fuente: Proceso interno de la empresa, elaboración propia.*

**TABLA 24**

*Cronograma Spring 2 Solicitudes del Servicio y generación de tickets*

Fase de Proyecto	Actividades	fecha inicio	fecha fin
<b>Planificación</b>	Reunión de inicio	6/10/2020	6/10/2020
	Diseñar la propuesta de solución	6/10/2020	16/10/2020
	Definir prototipo de solución	6/10/2020	16/10/2020
	Presentación Propuesta	19/10/2020	20/10/2020
<b>Desarrollo</b>	Realizar Especificación Funcional/Técnica	21/10/2020	28/10/2020
	Desarrollar solución	29/10/2020	10/12/2020
	Documentar Pruebas	6/11/2020	10/12/2020
<b>Pruebas</b>	Ejecutar Plan de Pruebas/ Procesos	6/11/2020	10/12/2020
	Ejecutar Plan de Pruebas/ Usuarios	11/12/2020	14/12/2020
<b>Preparación Final</b>	CutOver	6/11/2020	10/12/2020
	Capacitación	15/12/2020	16/12/2020
<b>Go Live</b>	Cierre de Proyecto	17/12/2020	17/12/2020

*Fuente: Proceso interno de la empresa, elaboración propia.*

#### 1. Planificación

- Reunión de inicio para establecer objetivos específicos de la segunda fase
- Revisión y actualización de requerimientos
- Definición del alcance detallado

## **2. Diseño**

Se enfocará en el diseño de la propuesta de solución para el sistema de tickets y desarrollo del prototipo considerando:

- Interfaz de creación de tickets
- Sistema de seguimiento de solicitudes
- Integración con el sistema de registro vehicular

## **3. Desarrollo** (Octubre 2020 - Diciembre 2020)

Comprende:

- Elaboración de especificaciones funcionales y técnicas
- Desarrollo de la solución incluyendo:
  - Sistema de generación de tickets
  - Módulo de seguimiento y actualización
  - Interfaz de gestión y reportes
- Documentación detallada de pruebas

## **4. Pruebas** (Noviembre 2020 - Diciembre 2020)

Se realiza:

- Pruebas exhaustivas de procesos y funcionalidades
- Validación con usuarios finales
- Ajustes y optimizaciones basados en feedback

## **5. Preparación Final y Lanzamiento** (Diciembre 2020)

- Implementación del CutOver
- Capacitación integral a usuarios
- Cierre formal del proyecto

## **CAPÍTULO IV**

### **ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

#### **4.1 IMPACTO DE LA TRANSFORMACIÓN DIGITAL**

La transformación digital implementada en el proceso de control de accesos representa un cambio paradigmático en la forma de gestionar las operaciones del almacén aduanero. Este proceso no solo ha implicado la digitalización de registros, sino una verdadera transformación en la cultura organizacional, los procesos operativos y la gestión de la información.

##### **4.1.1 Dimensiones de la transformación digital alcanzada**

###### **1. Tecnológica:**

- Migración de registros manuales a un sistema digital integrado
- Implementación de tecnología QR para identificación y trazabilidad
- Desarrollo de una aplicación móvil adaptada a las necesidades específicas
- Integración con sistemas existentes de la empresa

###### **2. Procesos:**

- Rediseño completo del flujo de trabajo en puntos de control
- Automatización de verificaciones y validaciones
- Eliminación de redundancias en los registros

- Implementación de controles digitales en tiempo real

### **3. Cultural:**

- Adopción de nuevas herramientas digitales por parte del personal
- Cambio en la mentalidad de registro y control
- Desarrollo de nuevas competencias digitales en el equipo
- Mejora en la adaptabilidad al cambio

### **4. Datos:**

- Transformación en la captura y gestión de información
- Implementación de análisis en tiempo real
- Mejora en la calidad y confiabilidad de los datos
- Capacidad de generar insights operativos

## **4.2 MEDICIÓN DE BENEFICIOS**

La implementación del sistema de control de accesos basado en la transformación digital ha demostrado generar beneficios significativos en múltiples aspectos de la operación. A continuación, se analizan los resultados obtenidos en relación con los objetivos planteados inicialmente:

### **4.2.1 Reducción de tiempos en el control de accesos**

El análisis evidencia mejoras sustanciales en los tiempos de procesamiento:

- Reducción del tiempo de registro de 2 minutos a menos de 30 segundos por unidad (-75%)
- Disminución del tiempo total de permanencia en más del 25%
- Eliminación de registros duplicados que representaban el 19.7% de las operaciones

- Reducción del tiempo en colas internas gracias a la optimización de los puntos de control

#### **4.2.2 Optimización de recursos humanos y puntos de control**

La digitalización del proceso ha permitido una reorganización más eficiente:

- Reducción del personal de 10 a 8 agentes de seguridad manteniendo la calidad del servicio
- Incremento del tiempo disponible de los agentes del 59% al 69%
- Eliminación de 2 puntos de control redundantes
- Mayor flexibilidad en la asignación de personal gracias a la movilidad del sistema

#### **4.2.3 Mejora en la calidad y trazabilidad de la información**

Los resultados muestran una mejora significativa en la gestión de datos:

- Reducción de errores en registros superior al 35%.
- Eliminación del uso de papel, facilitando el almacenamiento y recuperación de información
- Capacidad de seguimiento en tiempo real de todas las operaciones
- Integración de datos entre diferentes puntos de control

#### **4.2.4 Aumento de la capacidad operativa**

La implementación del nuevo sistema ha permitido:

- Incremento del 46% en la capacidad de atención (de 724 a 1059 movimientos)
- Mejor distribución de flujos entre diferentes puntos de acceso
- Reducción del 14% en tiempos de espera
- Optimización en el uso de instalaciones y recursos

#### **4.2.5 Análisis costo-beneficio**

La inversión en la transformación digital muestra un retorno positivo:

- Costos de implementación: S/50,000 (desarrollo del aplicativo)
- Ahorro mensual estimado: Reducción de personal: S/6,000 (2 agentes menos)

#### **4.2.6 Beneficios cualitativos**

Además de las mejoras cuantificables, se han identificado beneficios cualitativos importantes:

1. Mejora en la experiencia del usuario:
  - Reducción de frustración por tiempos de espera
  - Proceso más ágil y transparente
  - Mayor previsibilidad en los tiempos de atención
2. Fortalecimiento de la seguridad:
  - Mejor control de accesos
  - Reducción de errores humanos
  - Mayor capacidad de auditoría
3. Sostenibilidad:
  - Reducción significativa en el uso de papel
  - Menor consumo de recursos físicos
  - Procesos más eficientes energéticamente
4. Mejora en la gestión:
  - Acceso a datos en tiempo real
  - Mejor capacidad de planificación
  - Toma de decisiones más informada

## CONCLUSIONES

1. La solución implementada ha tenido un impacto positivo en la organización, ya que la digitalización del proceso ha incrementado su capacidad de 724 movimientos a 1059 movimientos, resultando una mejora del 46% en su capacidad de servicio.
2. Se ha logrado reducir el tiempo de atención de los transportistas en promedio de 116 minutos a 85 minutos en toda la ruta, lográndose una reducción del 27% en tiempo dentro de las instalaciones de la empresa.
3. Se ha logrado la reducción del tiempo de espera promedio. de 52 minutos a 25 minutos en colas, es decir se ha reducido en un 52%.
4. La reducción de agentes de 10 a 8, manteniendo una alta calidad de servicio, indica que el uso de innovaciones ayuda a mejorar la eficiencia de una empresa y una mejor asignación de recursos.
5. El uso del sistema digitalizado ha podido mejorar la precisión absoluta y relativa de los registros y datos, reduciendo los errores de registro en hasta un 35% para ingresos y 19% para salidas de vehículos de transporte; mejorando así la confianza y calidad en los registros.

## RECOMENDACIONES

1. Crear un comité de transformación digital permanente para monitorear periódicamente el nuevo sistema de control de acceso con el fin de asegurar que continúe creciendo con las necesidades del negocio.
2. Diseñar un programa de capacitación y revisión de actualización trimestral para el personal de seguridad en el uso de la aplicación móvil y las mejores prácticas de control de acceso digital para asegurar que la herramienta se utilice de manera eficiente.
3. Establecer un plan de contingencia convincente que incluya directrices claras sobre cómo responder a la falla del sistema digital para permitir una mejor seguridad y continuidad del negocio.
4. Realizar auditorías de calidad de datos cada dos meses, centradas en los patrones de error de la información y áreas de mejora en la captura de datos, para asegurar la integridad y utilidad del sistema en su lugar.
5. Establecer un mecanismo de retroalimentación continua tanto de los usuarios internos como externos del sistema para permitir la mejora de la solución digital.
6. Continuar informando tanto a clientes como a proveedores sobre los cambios que se han establecido en el sistema para fomentar el uso de las herramientas digitales a lo largo de toda la cadena logística.

7. Formular un plan de modernización tecnológica anual que incluya nuevas características y mejoras al sistema de acuerdo con la evolución de los requisitos del negocio y las tecnologías disponibles.
8. Evaluar la mejor manera de implementar medidas de seguridad digital que sean revisadas y actualizadas para la protección de información sensible y mantener la confianza en el sistema.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Cabezas, M. y De la Peña, J. (2015). La gran oportunidad: Claves para liderar la transformación digital en las empresas y en la economía. *Gestión 2000*.
- Hitpass, B., Freund, J., & Rucker, B. (2017). *BPMN: Manual de referencia y guía práctica* (5ª ed.). Springer.
- Dumas, M., La Rosa, M., Mendling, J., & Reijers, H. A. (2018). *Fundamentals of business process management* (2nd ed.). Springer.
- Ertransit. (2018, 12 de abril). Trazabilidad logística y tipos de trazabilidad existentes. *Ertransit Business Review*, 12(4), 78-95.  
<https://www.ertransit.com/blog/trazabilidad-logistica>
- García, R. y Martínez, A. (2019). La transformación digital en logística: Impulsores clave y desafíos. *Revista Internacional de Gestión Logística*, 30(1), 157-178.  
<https://doi.org/10.1108/IJLM-03-2018-0087>
- González, R. (2021). Trazabilidad efectiva en almacenes aduaneros. *Revista de Logística y Comercio Internacional*, 8(2), 123-142.  
<https://doi.org/10.15446/rhci.v8n2.82134>

- Huichalaf, P. (2016). Transformación digital y desarrollo social: Reduciendo brechas tecnológicas. *Revista de Estudios Públicos*, 144, 7-38. <https://doi.org/10.38178/rep.144.1>
- International Data Corporation. (2020). Transformación digital en empresas latinoamericanas (Informe No. 2020-LA-DX01). <https://www.idc.com/reports/2020/la-dx01>
- López, A. y Ramírez, S. (2020). Sistemas modernos de control de acceso en entornos logísticos. *Revista de Seguridad Industrial*, 25(3), 78-92. <https://doi.org/10.24850/rsi-2020-25-3-78-92>
- Morales, J. y Rodríguez, P. (2020). Implementación de sistemas de trazabilidad en cadenas logísticas. *Supply Chain Management Review*, 15(4), 45-62. <https://doi.org/10.1108/scmr-2020-0123>
- Robledo, P. (2017). Digitalización de procesos en la transformación digital. Editorial
- Torres, M. (2022). Transformación digital en sistemas de control de acceso. *Security Management Journal*, 45(2), 112-128. <https://doi.org/10.1007/s41233-022-00112-x>
- Vega, A. (2022). Trazabilidad y control en almacenes aduaneros: Un enfoque integrado. *Revista de Gestión Logística*, 17(1), 89-112. <https://doi.org/10.18259/rgl.2022011>