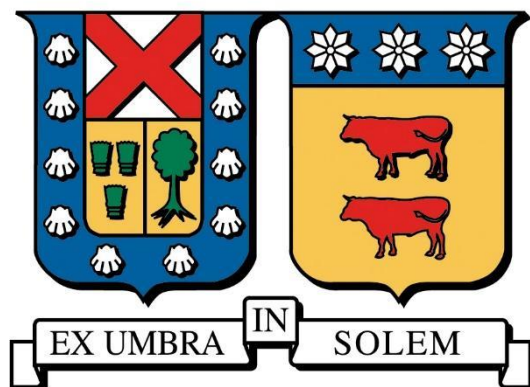


UNIVERSIDAD TECNICA FEDERICO SANTA MARIA

ACADEMIA DE CIENCIAS AERONÁUTICAS

SANTIAGO – CHILE



PROPUESTA DE SIMULACIÓN DE UN MODELO DE CHECK-IN Y
DESPACHO DE EQUIPAJE CON BIOMETRIA FACIAL EN AMB

DIEGO NELSON ROJAS SOTO

MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE
INGENIERO EN AVIACIÓN COMERCIAL

PROFESOR GUIA : SRA. ANAMARIA ARPEA

PROFESOR CORREFERENTE: SR MARTINUS POTTERS

MAYO, 2024



Resumen.

El propósito de este estudio es evaluar el impacto potencial de la implementación de la biometría facial en los procesos de check-in y despacho de equipaje en el terminal nacional del Aeropuerto de Santiago para el año 2030. Esta evaluación implica una reconfiguración de los mostradores de atención, y para ello se realizan simulaciones en Simio, un software especializado en procesos que involucran teoría de colas.

La elección de la biometría facial se fundamenta en la necesidad de las aerolíneas de mejorar la eficiencia en los procesos de registro y control de pasajeros para reducir los tiempos de espera. Este tipo de tecnología ha demostrado ser efectiva en otros aeropuertos, como lo evidencia el caso del Aeropuerto de Lyon. Además, la Asociación Internacional de Transporte Aéreo (IATA) promueve su uso a través de su programa One Id, con el objetivo de avanzar hacia un viaje sin documentos físicos, donde los pasajeros no necesiten llevar consigo documentos de identidad ni boletos de embarque dentro del aeropuerto.

Los resultados de este estudio demuestran que la incorporación de esta tecnología optimiza el proceso de registro y despacho de equipaje, lo que resulta en una experiencia más rápida y fluida para los pasajeros. Al mismo tiempo, al automatizar ciertas tareas y mejorar la eficiencia de los sistemas, se reduce la necesidad de tener una gran cantidad de máquinas y personal trabajando en los mostradores del aeropuerto.



Abstract.

The purpose of this study is to assess the potential impact of implementing facial biometrics in the check-in and baggage handling processes at Santiago Airport's national terminal by 2030. This evaluation involves reconfiguring the service counters, and simulations will be conducted using Simio, specialized software for processes involving queue theory.

The choice of facial biometrics is driven by airlines' need to enhance efficiency in passenger registration and control processes to reduce waiting times. This technology has proven effective at other airports, as evidenced by the case of Lyon Airport. Additionally, the International Air Transport Association (IATA) advocates for its use through its One Id program, aiming to progress towards paperless travel where passengers don't need to carry physical identification documents or boarding passes within the airport.

The results of this study demonstrate that integrating this technology optimizes the check-in and baggage handling processes, resulting in a quicker and smoother experience for passengers. Simultaneously, by automating certain tasks and improving system efficiency, the need for numerous machines and personnel at airport counters is reduced.



Índice

Resumen.....	2
Abstract.....	3
Índice de Gráficos.....	8
Índice de ilustraciones	9
Justificación	10
Objetivos.....	11
Objetivo general:.....	11
Objetivos específicos:	11
Metodología.....	12
Alcance	13
Antecedentes Generales.....	14
Contexto histórico del aeropuerto de Santiago	14
Datos generales del aeropuerto	15
Terminal 1	16
La biometría y sus inicios en la Aviación.....	17
Percepción de pasajeros sobre el uso de Biometría Facial.....	19
Implementación de tecnologías innovadoras en los aeropuertos: Programa One ID	21
Ventajas.....	21
Referencias de aeropuertos que utilizan biometría facial	23
Aeropuerto de Narita.....	23
Aeropuerto de Lyon-Saint Exupéry	26
Marco teórico.....	28
Concepto de Biometría Facial.....	29
Normativas y regulaciones de la biometría facial.....	30
Análisis de ley 19628	31
Análisis proyecto de ley: protección y el tratamiento de los datos personales y creación de la Agencia de Protección de Datos Personales	32
Counters de check-in y facturación de equipaje Latam	34
Teoría de cola.....	35
Software de simulación.....	36
Distribución de pasajeros en el aeropuerto	38
Estudios anteriores en Simio.....	40
Tiempos de espera.....	40



Propuesta metodológica.....	41
Recopilación de datos	41
Simulación	42
Resultados	42
Desarrollo de trabajo	43
Recopilación de datos y supuestos.....	43
Estadísticas históricas y toma de muestras.....	43
Supuestos.....	50
Simulación	51
Escenario Simulación 1	51
Escenario simulación 2.....	52
Escenario simulación 3.....	52
Escenario simulación 4.....	52
Escenario simulación 5.....	53
Resultados	54
Análisis de resultados.....	56
Propuesta de escenario 2030	57
Conclusiones.....	58
Recomendaciones	60
Bibliografía.....	62
Anexos	65
Anexo A.1: escenario 1 realizado en Simio.....	65
Anexo A.2: escenario 1 realizado en Simio.....	65
Anexo B.1: Toma de muestras para pasajeros premium.....	66
Anexo B.2: Toma de muestras para pasajeros con asistencia especial.....	67
Anexo B.3: Toma de muestras para pasajeros economy con asistencia de trabajador	68
Anexo B.4: Toma de muestras para pasajeros economy autoservicio.....	69
Anexo B.5: Toma de muestras en kioscos de check-in y retiro de etiqueta para pasajeros economy	70
Anexo C.1: Resultados de todas las simulaciones	71
Anexo C.2: Resultados de simulación escenario 1	72
Anexo C.3: Resultados de simulación escenario 2	72
Anexo C.4: Resultados de simulación escenario 3	73
Anexo C.5: Resultados de simulación escenario 4	73



Anexo C.6: Resultados de simulación escenario 5	74
Anexo C.7: Resultados de simulación escenario propuesto	74
Anexo D.1: Link ley 19628: Sobre protección de la vida privada.....	75
Anexo D.2: Boletín 11144-07: informa el estado en que se encuentra el proyecto de ley: protección y el tratamiento de los datos personales y creación de la Agencia de Protección de Datos Personales	75



Índice de tablas

Tabla 1: Elaborada a través de datos de la JAC. Fuente: Elaboración propia).....	45
Tabla 2:Elaborada con datos de la tabla 1. Fuente: Elaboración propia.....	47
Tabla 3:Elaborada con los resultados obtenidos de los anexos B.1 hasta B.5. Fuente: Elaboración propia.....	48
Tabla 4:70% de la capacidad total de Latam. Fuente: Elaboración propia	52
Tabla 5:100% de la capacidad Latam. Fuente: Elaboración propia	52
Tabla 6:escenario creado para satisfacer demanda 2030 Fuente: Elaboración propia	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 7:atribuible solo al escenario 5. Fuente: Elaboración propia ...	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 8: Construida a partir del anexo C.7 Fuente: Elaboración propia	57
Tabla 9: Las maquinas se encuentran siempre operativas Fuente: Elaboración propia	58
Tabla 10: Se encuentra un trabajador en cada counter en todo momento Fuente: Elaboración propia.....	58



Índice de Gráficos

Gráfico 1:Elaboración a partir de los datos publicados por la Junta Aeronáutica Nacional. Fuente: Elaboración propia.....	44
Gráfico 2:Elaboración a partir de los datos publicados por la Junta Aeronáutica Nacional. Fuente: Elaboración propia.....	44
Gráfico 3: Corresponden a pasajeros del terminal nacional. Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la JAC.....	46
Gráfico 4:Pasajeros nacionales embarcados AMB en enero Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la JAC.....	49
Gráfico 5: Pasajeros nacionales embarcados AMB en enero Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la JAC.....	50



Índice de ilustraciones

Ilustración 1: infografía que representa los m ² de cada edificio del aeropuerto.	
Fuente: nuevo Pudahuel.....	16
Ilustración 2:máquinas utilizadas en la entrada del aeropuerto para realizar el registro facial	
Fuente: Aerolatinnews.....	24
Ilustración 3:máquinas utilizadas para el despacho de equipaje en el aeropuerto Narita	
Fuente: Aerolatinnews.....	24
Ilustración 4:control facial en AVSEC, se puede ver en el piso la marca de pies donde el pasajero debe pararse a mirar la cámara	
Fuente: Aerolatinnews.....	25
Ilustración 5: sala de embarque con las respectivas máquinas de face express	
Fuente: Aerolatinnews.....	26
Ilustración 6:cámara de scanner y puertas utilizadas de MONA	Fuente: Vinci
Airports.....	27
Ilustración 7: máquinas de biometría facial del aeropuerto de Lisboa	Fuente:
Vinci Airports.....	28
Ilustración 8: Funcionamiento de registro, verificación e identificación mediante datos biométricos	Fuente: REVISTA CHILENA DE DERECHO Y TECNOLOGÍA
	30
Ilustración 9:distribución de counters Latam en aeropuerto de Santiago.	
Fuente: elaboración propia	34
Ilustración 10: Simbología de ilustración 9	Fuente: Elaboración propia
	35
Ilustración 11: Nivel de servicio	Fuente: IATA
	41



Justificación

Desde el año 2002 (sin contar el periodo de pandemia 2020-2022), se ha observado un incremento en el número de personas que eligen viajar en avión a nivel mundial tanto así que la OACI ha llegado a proyectar un crecimiento en la demanda de pasajeros de un 104% para el 2024 en comparación a 2019, logrando llegar a niveles prepandemia. (OACI, 2023). Sin embargo, el aumento de pasajeros no siempre viene acompañado de un incremento en las capacidades aeroportuarias por lo que el uso de los recursos aeroportuarios debe ser lo más eficiente.

La Junta Aeronáutica Civil espera que transiten por el aeropuerto de Santiago en promedio 38.500.000 pasajeros para el año 2030, esto si se consideran pasajeros nacionales e internacionales que llegan o salen de cualquiera de las dos terminales del aeropuerto de Santiago. El Aeropuerto de Santiago poseerá una capacidad de 38 millones de pasajeros para el año 2030 (Amunátegui, 2018). Es debido al crecimiento en la demanda de viajeros que optan por el avión como su medio de transporte principal que se ha generado la necesidad de que los organismos y aerolíneas que operan en los aeropuertos implementen estrategias y avances tecnológicos para mejorar la eficacia en los procesos de registro y control de pasajeros con el fin de reducir los tiempos de espera, descongestionar los aeropuertos y mejorar la experiencia del pasajero. (Junta Aeronautca Civil , 2023).

Una de las alternativas que ha surgido como respuesta a este problema es el uso de la biometría facial, puesto que el uso de esta tecnología puede agilizar el flujo de pasajeros en un aeropuerto (Chung, 2024)

En la actualidad la aerolínea Latam Airlines si ha buscado reducir los tiempos de espera y de servicio en el aeropuerto y para esto ha implementado un sistema de autoatención que comprende kioscos de etiqueta y de despacho de equipaje en la terminal nacional. (Latam Airlines, s.f.) . Por lo que el uso de la biometría facial podría ser una opción por considerar por parte de esta compañía.



Objetivos

Objetivo general:

- Analizar cuantitativamente mediante el uso de un simulador dinámico (SIMIO) los tiempos de los procesos de check-in y despacho de equipaje ante la implementación de un modelo de biometría facial en el aeropuerto de Santiago utilizando como referencia la compañía Latam con el fin de obtener el tiempo que reduciría el pasajero su estadía en el aeropuerto y la demanda que podría abarcar en 2030 la aerolínea con una nueva distribución de counters biométricos y no biométricos manteniendo los estándares de espera de la IATA.

Objetivos específicos:

- Identificar la disposición de la infraestructura existente de counters en el aeropuerto de Santiago de Latam Airlines y obtener muestras de los procesos.
- Construir un modelo de simulación dinámica en SIMIO emulando la distribución y funcionamiento de la compañía Latam.
- Proponer un modelo de distribución de counters en base a los resultados de los escenarios simulados manteniendo los tiempos de espera IATA observando el impacto que tendría en el número de trabajadores y máquinas de la aerolínea.



Metodología

Para llevar a cabo el objetivo principal y los objetivos secundarios relacionados con la implementación de un modelo biométrico en el aeropuerto de Santiago se seguirá el siguiente orden.

1. Revisión de literatura:

Se realizará una revisión de la literatura académica y técnica relacionada con la implementación de sistemas de biometría facial en aeropuertos de otros países y se revisaran los tiempos de espera estándares de la industria aeronáutica.

2. Levantamiento de información:

Realizar una identificación de los elementos, máquinas y tiempos actuales que tiene el aeropuerto de Santiago en los procesos de check-in y despacho de equipaje en la terminal 1 a través de muestras en terreno.

3. Análisis de aspectos legales y de privacidad:

Se llevará a cabo un análisis legal y de privacidad para identificar los marcos normativos y regulaciones aplicables en Chile y a nivel internacional. Asegurando de que la implementación de biometría facial sea legal y cumpla con todas las regulaciones.

4. Simulación:

Se describirá el software utilizado, la utilización de la teoría de colas, y la distribución de los servidores en la simulación.

4. Comparación de escenarios:

Se definirán los supuestos y se analizarán los resultados de las simulaciones para establecer una conclusión.



Alcance

El alcance de este trabajo es **exploratorio** pues se busca sentar las bases para una investigación más profunda de la utilización de esta tecnología en todos los aeropuertos del territorio nacional. Si bien hay casos de estudio de la biometría facial en otros países, no existe una manera sistemática para establecer los tiempos de check-in y despacho de equipaje en un aeropuerto. También se realizarán entrevistas a profesionales de LATAM y análisis de contenido de publicaciones existentes sobre la biometría Facial para obtener información.

Tendrá un alcance **descriptivo** pues describirá la situación en la cual se encuentra la terminal 1 del aeropuerto de Santiago con respecto al avance de la tecnología biométrica con el fin de obtener un panorama completo de la realidad estudiada.

El Alcance **geográfico** de este estudio se centra en el Aeropuerto Arturo Merino Benítez en Santiago, Chile, lo que significa que la implementación se aplica únicamente en ese lugar y específicamente en la terminal nacional.

El Alcance **temporal** se considera desde el año 2015, hasta el 2030 pues la información recopilada es a partir del año 2015 hasta el mes de febrero de 2024 y las proyecciones de demanda abarcan hasta el año 2030.



Antecedentes Generales

Esta sección tiene como objetivo contextualizar al lector en el marco histórico y tecnológico que rodea la implementación del sistema de biometría facial en el Aeropuerto Arturo Merino Benítez de Santiago. Para comprender plenamente este avance, es crucial explorar los antecedentes relevantes.

1. **Contextualización Histórica:** Se cuenta una breve reseña de la historia y evolución del Aeropuerto Arturo Merino Benítez, desde su fundación hasta la actualidad, resaltando hitos importantes y cambios significativos.
2. **Datos generales del Aeropuerto:** Se ofrece información sobre la infraestructura y capacidad que el aeropuerto tiene al servicio del pasajero.
3. **Origen y desarrollo de la Biometría en la aviación:** Se explora los inicios y la evolución de la biometría en la industria aeronáutica, destacando cómo esta tecnología se ha integrado gradualmente en los procesos de seguridad y control de pasajeros en los aeropuertos.
4. **Implementación de tecnologías innovadoras en el aeropuerto:** Se relata en que consiste el programa de la IATA “ONE ID”, el cual ya está en marcha. Este programa utiliza biometría Facial.

Contexto histórico del aeropuerto de Santiago

El Aeropuerto Internacional de Santiago, oficialmente conocido como Aeropuerto Internacional Comodoro Arturo Merino Benítez (SCL), es el principal aeropuerto de Chile y uno de los más importantes de América Latina. Se encuentra ubicado en la comuna de Pudahuel, en Santiago, la capital del país.

Su historia se remonta a la década de 1950, cuando se identificó la necesidad de un aeropuerto internacional más grande y moderno para servir a la creciente demanda de vuelos comerciales. En 1961, se inició la construcción del aeropuerto bajo el nombre de Aeropuerto Internacional de Pudahuel. Fue inaugurado oficialmente en 1967 con el propósito de reemplazar al antiguo Aeropuerto Los Cerrillos, que se había quedado pequeño para atender el tráfico aéreo en expansión.



Durante las décadas siguientes, el aeropuerto experimentó varias ampliaciones y mejoras para adaptarse al incremento del tráfico aéreo nacional e internacional. En 1980, fue renombrado como Aeropuerto Internacional Comodoro Arturo Merino Benítez, en honor al aviador chileno Arturo Merino Benítez, pionero de la aviación en Chile y fundador de la Fuerza Aérea de Chile.

El aeropuerto ha sido clave en el desarrollo económico del país, facilitando el transporte de pasajeros y carga. En el siglo XXI, ha continuado su expansión y modernización, con la construcción de nuevas terminales y la mejora de infraestructuras para ofrecer servicios más eficientes y cómodos a los viajeros. Tal es así que el 28 de febrero del año 2022 inició oficialmente la operación del nuevo terminal de aeropuerto de Santiago, el cual permitirá que transiten por él 30 millones de pasajeros al año. (NuevoPudahuel, s.f.)

Datos generales del aeropuerto

El Aeropuerto Internacional Arturo Merino Benítez de Santiago. (Código OACI: SCEL, Código IATA: SCL) está ubicado a 17 km al noroeste de la ciudad de Santiago.

El Aeropuerto cuenta con una superficie de 362.700 m², esto tras la construcción del nuevo terminal 2 que se encuentra operando desde el año 2022. Estos metros cuadrados se encuentran distribuidos entre el terminal 1 o terminal Nacional de pasajeros el cual consta de 114.400 m², el terminal 2 o terminal internacional que posee 120.000 m², Además cuenta con 6 espigones principalmente como salas de embarque, en donde uno de ellos ya se encuentra inmerso en el terminal 1. (espigón B) La superficie de los espigones es:

Espigón A: 17.334 m², (aún se encuentra en construcción pues es la ampliación del terminal1);

Espigón C: 27.600 m²;

Espigón D: 22.800 m²;

Espigón E: 26.700 m²;

Espigón F: 21.800 m².

También exento a estos 362.700 m² se le suman dos edificios los cuales tienen como función conectar el T1 (Nacional) con el nuevo T2 (Internacional), estos edificios tienen una superficie de 65.100 y 65.300 m² respectivamente y en sus dos primeros pisos contempla estacionamientos que llegan a 1500 plazas en cada edificio. El tercer piso de los edificios de estacionamientos posee dos boulevard que cuentan con áreas verdes, zonas de descanso y un gran anfiteatro con capacidad para 250 personas, una sala de exposiciones de 400 m², locales comerciales, espacios de descanso y la conexión con el centro de buses. (Expreso 1 y Expreso 2). (Nuevo Pudahuel, 2022)

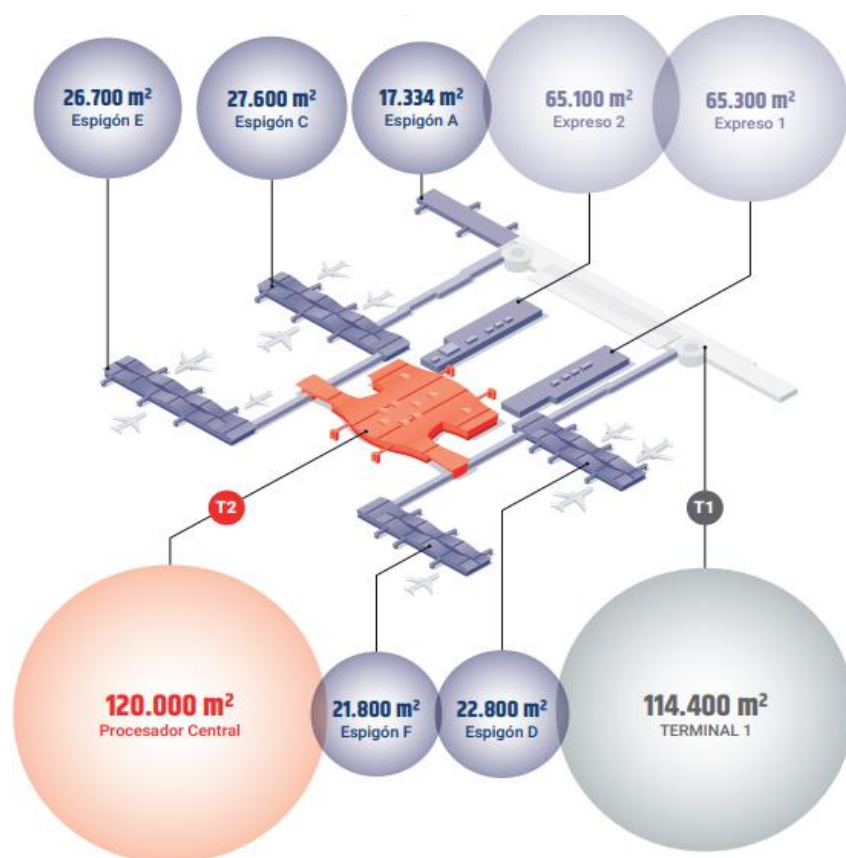


Ilustración 1: infografía que representa los m² de cada edificio del aeropuerto.

Fuente: nuevo Pudahuel

Terminal 1

El terminal nacional (T1) cuenta con 50 máquinas de autoservicio para realizar el check-in, además de poseer counters manuales.



En la zona de despacho de equipaje el terminal 1 posee 64 módulos de auto entrega de equipaje donde podrás realizar este paso.

La Policía de investigaciones de Chile cuenta con 36 casetas de inspección en el caso que el pasajero se encuentre en salida y 28 casetas si el pasajero viene en llegada.

Las aerolíneas cuentan con 18 puentes de embarque disponibles para las 31 puertas de embarque que posee el terminal nacional.

Con respecto a las cintas de retiro equipaje el T1 posee una más que el T2 con una cifra de 7 cintas.

La biometría y sus inicios en la Aviación

La historia de la biometría es un relato de cómo la necesidad de identificar y autenticar a las personas ha evolucionado a lo largo de la historia, impulsada por avances en la tecnología y la ciencia.

Los orígenes de la biometría se pueden rastrear hasta las civilizaciones antiguas, pues existe evidencia que civilizaciones como la egipcia y la babilónica utilizaban sellos personales y registros en arcilla como una forma temprana de autenticación para evitar la falsificación. En la antigua China se utilizaban las huellas de las manos y los pies como firmas en documentos legales, lo que podría considerarse como una forma temprana de identificación biométrica. En este momento de la historia, la biometría se basaba principalmente en aspectos como el sello personal o las características físicas distintivas, como las cicatrices, altura, peso etc. (J.L. Wayman, 2005)

Los principales avances en biometría se dieron en el siglo XX, donde se comenzó el uso del patrón del iris de los ojos y la estructura de la mano para identificar a la persona. Además, tres investigadores, A.J. Goldstein, A.B. Lesk y L.D. Harmon, automatizaron el proceso de reconocimiento facial mediante el análisis de 21 marcadores especialmente seleccionados, como la anchura de los labios o el color de pelo. (recfaces)



A finales del siglo XX, específicamente en 1998, la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI) emprendió un estudio sobre la viabilidad de las tecnologías biométricas en la verificación de los documentos de viaje de lectura mecánica, conocidos como MRTD por sus siglas en inglés (Machine Readable Travel Document). Esto dio origen al Grupo Técnico Asesor sobre Documentos de Viaje de Lectura Mecánica (TAG/MRTD), conformado por la Asociación del Transporte Aéreo Internacional (IATA), el Consejo Internacional de Aeropuertos (ACI) y la Organización Internacional de Policía Criminal (INTERPOL). Su misión fue establecer un sistema de identificación biométrica eficaz y definir los medios de almacenamiento de datos para ser utilizados en aplicaciones MRTD, especialmente en la expedición de documentos y en asuntos de inmigración.

La mayor parte de este trabajo estaba prácticamente finalizada cuando, tras los ataques terroristas del 11 de septiembre de 2001, los Estados intensificaron su enfoque en la seguridad de los documentos de viaje y la identificación de sus titulares. En respuesta, el TAG/MRTD y el Comité de Transporte Aéreo agilizaron y concluyeron rápidamente la labor previamente establecida.

En 2005, los 188 Estados miembros de la OACI existentes en esa fecha aprobaron la nueva norma de que todos los Estados debían comenzar a expedir pasaportes de lectura mecánica con arreglo al Doc. 9303¹, no más allá del año 2010. A más tardar para el año 2015 deben haber caducado todos los documentos de viaje que no son de lectura mecánica (ORGANIZACIÓN DE AVIACIÓN CIVIL INTERNACIONAL, 2021).

La Asociación del Transporte Aéreo Internacional (IATA) propuso la introducción de procedimientos de embarque automatizados para “viajes rápidos” en el año 2014 (Organización de Aviación Civil Internacional, 2022). Uno de los objetivos perseguidos es simplificar y reducir el tiempo necesario para los procedimientos de embarque, incluidos los procedimientos de inmigración en los aeropuertos, al objeto de acabar con la congestión debida al aumento de la aviación mundial anterior a la pandemia de COVID-19. Así nace el

¹ Doc. 9303: En este documento se establecen elementos obligatorios y opcionales para la identificación de una persona en un pasaporte o documento de identidad.



concepto de una identidad única o “One ID”, un procedimiento que utiliza datos biométricos como el reconocimiento facial para pasar los puntos de control del aeropuerto.

En julio de 2021, se implementó un nuevo proceso de embarque conocido como el sistema "Face Express" en los Aeropuertos de Narita y Haneda en Japón. Con este sistema, los pasajeros pueden registrar su rostro y utilizarlo para transitar por los diferentes puntos de servicio, como la facturación de equipaje, los controles de seguridad y las puertas de embarque, utilizando un "pase facial" sin la necesidad de presentar su tarjeta de embarque o pasaporte. Esta innovación agiliza el proceso de embarque convencional al eliminar la necesidad de contacto físico en las diversas formalidades aeroportuarias. (OACI, 2021). Este sistema nace a modo de prueba para seguir la línea del programa “One ID” de la IATA el cual será detallado a continuación.

Percepción de pasajeros sobre el uso de Biometría Facial

Los pasajeros que se enfrentaron a complejidades y molestias en los aeropuertos durante la pandemia de la COVID-19 ahora buscan experiencias de viaje más fluidas y eficientes. En respuesta a esta demanda, la adopción de un nuevo sistema de manejo de pasajeros basado en información biométrica se ha convertido en una solución crucial para agilizar los procesos de servicio y mejorar la experiencia global de viaje. Según la encuesta global de pasajeros (GPS) de la Asociación Internacional de Transporte Aéreo (IATA) de 2023, los pasajeros desean completar más elementos de procesamiento fuera del aeropuerto. El 45% de los viajeros identificaron la inmigración como su principal opción para procesamiento fuera del aeropuerto. Esto aumentó del 32% en 2022. El check-in fue la segunda opción más popular con el 33%, seguido del registro de equipaje (19%).

El 87% de los viajeros indicaron que compartirían su información de inmigración para acelerar el proceso de llegada al aeropuerto, lo que representa un aumento con respecto al 83% reportado en 2022.

Los pasajeros desean más flexibilidad y control en el proceso de equipaje. El 67% estaría interesado en recogida y entrega a domicilio, el 77% dijo que sería probable que registraran



un equipaje si pudieran etiquetarlo y registrarlo antes de llegar al aeropuerto y el 87% estaría dispuesto a registrar un equipaje si pudieran rastrearlo. Además, el interés en el auto-rastreo está creciendo: el 57% de los viajeros han utilizado o quieren utilizar etiquetas de equipaje electrónicas, un aumento del 50% en 2022.

La confianza en la identificación biométrica está en aumento. Desde octubre de 2022 hasta de octubre de 2023 el 46% de los pasajeros utilizaron la biometría en el aeropuerto, frente al 34% en 2022. Además, el 75% de los pasajeros prefieren usar datos biométricos en lugar de pasaportes y tarjetas de embarque tradicionales. De los que han utilizado la identificación biométrica durante sus viajes, el 46% informó una tasa de satisfacción del 85%. (IATA, 2023)

El número de clientes registrados biométricos para One ID aumentó de 170.000 en 2018 a 1,42 millones en 2022, y el número acumulado de registrantes ha aumentado significativamente a 3,47 millones en 2023, y la tasa de uso de One ID también ha seguido aumentando del 4% en 2018 al 26% en 2022. (Parque Sung-hoon).

Además, diversos estudios realizados como el de Journal of Aviation Technology and en 2022 llamado "The Impact of Passenger Characteristics on the Use of Self-Service Technologies for the Check-In Process" el cual fue un caso de estudio en Sydney (Lodewijks, 2022) y el de Exploring the Determinants of Travelers' Intention to Use the Airport Biometric System, el cual es un caso de estudio coreano (Jun Hwan Kim, 2023) revelan de que la edad y el sexo de los pasajeros no son un factor a tomar en consideración a la hora de preferir un counter manual sobre un counter con biometría facial, en lugar de eso, los factores de la utilidad percibida y la facilidad percibida de uso son los factores más importantes para que el pasajero tenga la intención de utilizar la biometría facial, y en caso de ya haber utilizado esta tecnología, los factores como la experiencia toman relevancia.

En síntesis, siempre y cuando el uso de la biometría facial sea de fácil uso y se considere como útil por parte del pasajero, la aceptación de este uso de tecnologías es positiva por gran parte de los pasajeros.



Implementación de tecnologías innovadoras en los aeropuertos:

Programa One ID

“Para mejorar la experiencia que los pasajeros tienen del aeropuerto y mejorar la eficiencia y seguridad de los procesos de identificación, las partes implicadas del sector y del gobierno continúan desarrollando soluciones innovadoras de gestión de identidad. El proyecto One ID de IATA, apoyado por ACI, aspira a hacer realidad la visión de una experiencia de viaje sin papel en la que los pasajeros pueden volar de forma segura utilizando únicamente sus datos biométricos. Esto se conseguirá mediante una identidad digital de confianza, implementando tecnología de reconocimiento biométrica en varios puntos clave y compartiendo un solo conjunto de datos sobre la identidad del pasajero entre las partes implicadas autorizadas, de acuerdo con las regulaciones de protección de datos”. (OACI, 2019)

Así definía la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI) el proyecto de One ID en el año 2019. El proyecto busca proporcionar una experiencia de pasajero segura desde su arribo al aeropuerto hasta que se encuentra en el avión, sin trabas y eficiente. Este concepto entrega una solución colaborativa de gestión de identidad que abarque todos los pasos y partes implicadas en el proceso a lo largo de todo el trayecto en un aeropuerto. La eficiencia aumenta al suprimir los procesos repetitivos actuales, como el tener que presentar documentos de viaje (tarjetas de embarque, billetes, autorizaciones de viaje, etc.) en múltiples pasos de acceso durante su viaje.

El reconocimiento biométrico y la identidad digital de confianza son clave en el concepto de One ID para mejorar la experiencia del aeropuerto que tiene el pasajero, al mismo tiempo que se refuerzan la eficiencia y la seguridad de los procesos de identificación sin papeles.

Ventajas

- **Pasajeros: Viajes sin contacto**

La implementación de la tecnología de reconocimiento facial no solo aumentará la comodidad de los pasajeros, sino que también permitirá viajes sin contacto personal,



ofreciendo una medida de protección contra enfermedades infecciosas. Dada la severa afectación de las operaciones aeroportuarias a nivel global por COVID-19 y la actual recuperación que ha llevado a limitaciones en la cantidad de usuarios debido a la escasez de personal, los procesos sin contacto serán cruciales en posibles futuras pandemias. Los pasajeros tendrán la opción de compartir únicamente los datos mínimos necesarios para su identificación digital con aerolíneas, aeropuertos y gobiernos antes del viaje. Esto les permitirá llegar al aeropuerto listos para volar en la mayoría de los escenarios de viaje. En el aeropuerto, el reconocimiento biométrico eliminará la necesidad de presentar documentos repetidamente, ofreciendo un viaje sin contacto en todos los puntos de interacción. Con menos filas, los pasajeros tendrán más tiempo para relajarse antes de su vuelo. En esencia, One ID busca transformar por completo la experiencia de viaje para los pasajeros. (IATA, 2019)

- **Aerolíneas/Aeropuertos: Rentabilidad y Eficiencia**

One ID permite reducir el tiempo dedicado a la verificación manual de identificaciones y documentos de viaje. Esto permitirá a las aerolíneas ahorrar costos al automatizar procesos, centrándose así en ofrecer servicios de mayor valor para sus clientes. Además, el uso de identidades digitales mejorará la calidad de los datos de los pasajeros, reduciendo posibles sanciones por información errónea en el procesamiento previo de datos. El menor tiempo de procesamiento ayudará a los aeropuertos a reducir las filas, aliviando la presión sobre la infraestructura y optimizando la eficiencia de sus espacios. En última instancia, tanto las aerolíneas como los aeropuertos se beneficiarán al mejorar la experiencia de los pasajeros, lo que abrirá nuevas oportunidades comerciales gracias a clientes más satisfechos. (IATA, 2019).

- **Gobiernos: Seguridad y Facilitación Reforzadas**

One ID fortalecerá la seguridad fronteriza y facilitará el control al permitir que los gobiernos reciban información precisa de los pasajeros, incluyendo datos biométricos anticipados para su verificación previa. Esto ayudará a reducir la admisión de pasajeros con documentación



inadecuada, además de combatir eficazmente la trata de personas y otros delitos transfronterizos al disminuir la posibilidad de cruces con identidades falsas. (IATA, 2019)

Referencias de aeropuertos que utilizan biometría facial

Desde que la IATA impulsó el uso de la biometría facial en los aeropuertos, varios de estos han ido incorporando este tipo de tecnologías en sus procedimientos buscando alinearlos con los objetivos del programa “One ID”. A continuación, se describirán como los aeropuertos de Narita, Lyon y Lisboa utilizan este tipo de tecnología en sus controles de pasajeros rutinarios.

Aeropuerto de Narita

El Aeropuerto Internacional de Narita Japón (IATA: NRT, OACI: RJAA), también conocido como Aeropuerto Internacional de Tokio-Narita o Nuevo Aeropuerto Internacional de Tokio, es uno de los dos aeropuertos internacionales que sirve al Área del Gran Tokio en Japón. Se encuentra a unos 60 kilómetros al este del centro de Tokio.

Narita es el aeropuerto internacional predominante en Japón, manejando alrededor del 50% del tráfico de pasajeros internacional del país y el 60% del tráfico internacional de carga aérea y a partir del año de julio del 2021 utiliza tecnología biométrica para el control e identificación de pasajeros. El programa utilizado se denomina “**Face express**” el cual posee los mismos principios de “One ID”. (Narita Airport, s.f.)

Este programa contiene diversos pasos detallados a continuación

Paso 1: Check-in y registro del reconocimiento facial

Este registro se realiza en una maquina Self Express de reconocimiento facial en la cual el pasajero debe quitarse todo accesorio que lleve puesto tal como sombreros, lentes, mascarillas etc. Luego debe escanear su pasaporte en la parte baja de la máquina junto con el boarding pass, así posteriormente esta tomará una foto del pasajero y su información facial será registrada. De esta manera la cara del usuario funcionara como pasaporte y ticket de embarque.



Ilustración 2: máquinas utilizadas en la entrada del aeropuerto para realizar el registro facial
Fuente: Aerolatinnews

Paso 2: Check-in del equipaje

Para este paso simplemente debe dirigirse al servicio de entrega de equipaje y posicionarse frente a la máquina que reconocerá el rostro e imprimirá la cinta de equipaje si es que el pasajero tiene derecho a equipaje, luego debe poner la cinta en su equipaje y despacharlo.

Si no realizó el servicio de scanner facial de igual manera puede hacerlo en las máquinas de despacho de equipaje.



Ilustración 3: máquinas utilizadas para el despacho de equipaje en el aeropuerto Narita
Fuente: Aerolatinnews

Paso 3: Pasar por el punto de vigilancia (AVSEC)

En el paso 3 el pasajero debe dirigirse a la zona de control para pasar a la sala de embarque en donde con el simple acto de posicionarse frente a la maquina en la marca de pies que se encuentra en el suelo, la puerta se abrirá para que proceda posteriormente a pasar por la máquina de scanner.



Ilustración 4: control facial en AVSEC, se puede ver en el piso la marca de pies donde el pasajero debe pararse a mirar la cámara

Fuente: Aerolatinnews

Paso 4: Pasar por la puerta de embarque

Al igual que en el paso 3 simplemente posicionarse frente a la maquina en la marca de pies y esta permitirá el acceso si la persona se encuentra en la lista de pasajeros de ese vuelo.



Ilustración 5: sala de embarque con las respectivas máquinas de face express

Fuente: Aerolatinnews

En la actualidad el aeropuerto de Narita ya cuenta con este sistema operando para todos los destinos. (Narita Airport, s.f.)

Aeropuerto de Lyon-Saint Exupéry

El aeropuerto francés **de Lyon-Saint Exupéry** (IATA: **LYS**, OACI: **LFL**) se encuentra ubicado al este de Lyon, en el municipio de Colombier-Saugnieu, fue inaugurado el 12 de abril de 1975 y opera con vuelos domésticos e internacionales dentro de Europa, África, Medio Oriente, América del Norte y el Caribe. Cuenta con dos terminales y en el año 2022 recibió más de 8.5 millones de pasajeros (INSEE (institut national de la statistique), s.f.).

El Aeropuerto inició una prueba piloto utilizando biometría facial el 15 de octubre del 2020 hasta el 15 de octubre de 2021, las empresas encargadas de suministrar esta tecnología al operador Vinci Airports fueron IDEMIA, líder en soluciones de seguridad biométrica, y Resa Airport Data Systems (RESA), un destacado integrador de sistemas aeroportuarios.

El proyecto consistía en ofrecer al usuario una experiencia sin contacto (ya que la pandemia del COVID-19 se encontraba presente) y más fluida desde el registro de identificación hasta el momento de abordar el avión, para ello era necesario que los pasajeros descargaran una aplicación llamada MONA la cual se encuentra disponible en Play Store y Apps Store. Esta aplicación te guía desde tu casa hasta abordar el avión, también te permite recibir notificaciones sobre tu vuelo, puertas de embarque, puntos de control en tiempo real, reservar



estacionamientos, buscar servicios disponibles como restaurantes, baños y diversos servicios que se encuentran abiertos en el aeropuerto con el fin de guiarte a ellos.

En la sección Selected flights de la aplicación, el pasajero puede entregar sus datos con el fin de pasar los controles de identidad sin la necesidad de mostrar ningún documento. El registro de identidad y los controles de seguridad son similares al del aeropuerto de Narita, el pasajero debe escanear su rostro en el smartphone para asegurar una coincidencia biométrica con los escaneos de su documento de identidad y tarjeta de embarque. La única diferencia es que el registro del rostro se realiza con el smartphone y no en un kiosk. Posteriormente el pasajero debe pasar por los puntos de control utilizando el rostro como documento de identidad al igual que el de Narita. Este sistema de gestión de identidad totalmente preciso y confiable, perfeccionado por IDEMIA, permite que los pasajeros pasen rápidamente por todos los puntos de control de identidad. (IDEMIA, 2020).

Con respecto al hardware utilizado se utilizan las puertas denominadas como “eGate” de RESA las cuales funcionan y se ajustan a personas discapacitadas, estas puertas vienen con cámaras integradas para que los pasajeros puedan pasar a través de las zonas restringidas por seguridad y luego puedan abordar el avión basado solamente en el reconocimiento facial.



Ilustración 6: cámara de scanner y puertas utilizadas de MONA

Fuente: Vinci Airports

Esta aplicación ya se encuentra en el aeropuerto de Lisboa (Vinci Consessions, 2021) que de igual manera es operado por Vinci Airports y se espera poder ampliar esta tecnología a los 45 aeropuertos pertenecientes a esta compañía que se encuentran distribuidos en 12 países.



Ilustración 7: máquinas de biometría facial del aeropuerto de Lisboa

Fuente: Vinci Airports

los primeros pasajeros que utilizaron esta aplicación lograron ahorrar 15 minutos en procesos de seguridad (Lyon aeroport, s.f.)

Toda la información proporcionada con anterioridad tiene una relación directa con los objetivos de este trabajo puesto que la descripción detallada de cómo se implementa la biometría facial en otros aeropuertos brinda una visión de la infraestructura requerida para este tipo de sistema en el aeropuerto de Santiago, incluyendo counters y despacho de equipaje.

Marco teórico

El presente marco teórico busca profundizar en la comprensión de la biometría y su aplicación específica en el entorno aeroportuario, proporcionando una base conceptual sólida que respalde la futura implementación del control biométrico en este importante centro aéreo. El marco teórico establecerá la importancia de la tecnología biométrica en el contexto aeroportuario y vincula directamente la investigación con el objetivo específico de la implementación en el Aeropuerto de Santiago.



Concepto de Biometría Facial

La biometría Facial es una manera de identificar o confirmar la identidad de una persona a partir del rostro generalmente mediante un software. Funciona por medio de la identificación y medición de los rasgos faciales en una imagen. La autenticación o confirmación de identidad se lleva a cabo en dos fases principales. En primer lugar, se recopilan y procesan los datos biométricos, como la captura y almacenamiento de la muestra facial de una persona en una base de datos biométrica. Esta etapa se conoce como "inscripción y creación de una plantilla biométrica". Posteriormente, se compara esta plantilla biométrica con el dato proporcionado en tiempo real (Es decir cuando la persona está frente a la cámara que hará match); si coinciden, se verifica la identidad de la persona. Esta técnica se conoce como "1:1", donde se autentica el dato biométrico adquirido con el que ya está almacenado. Esto es igual a cómo funcionan los teléfonos celulares con desbloqueo facial.

Por otro lado, la identificación de una persona implica contrastar una muestra biométrica con múltiples datos previamente almacenados (plantilla biométrica) para encontrar una coincidencia. Esta técnica se llama "1: N".

Esta diferencia en el proceso se puede ilustrar visualmente a través de diagramas que muestran la recolección inicial de datos biométricos, la comparación 1:1 para la verificación y la comparación 1: N para la identificación (Castellaro, La biometría en Chile y sus riesgos, 2017)

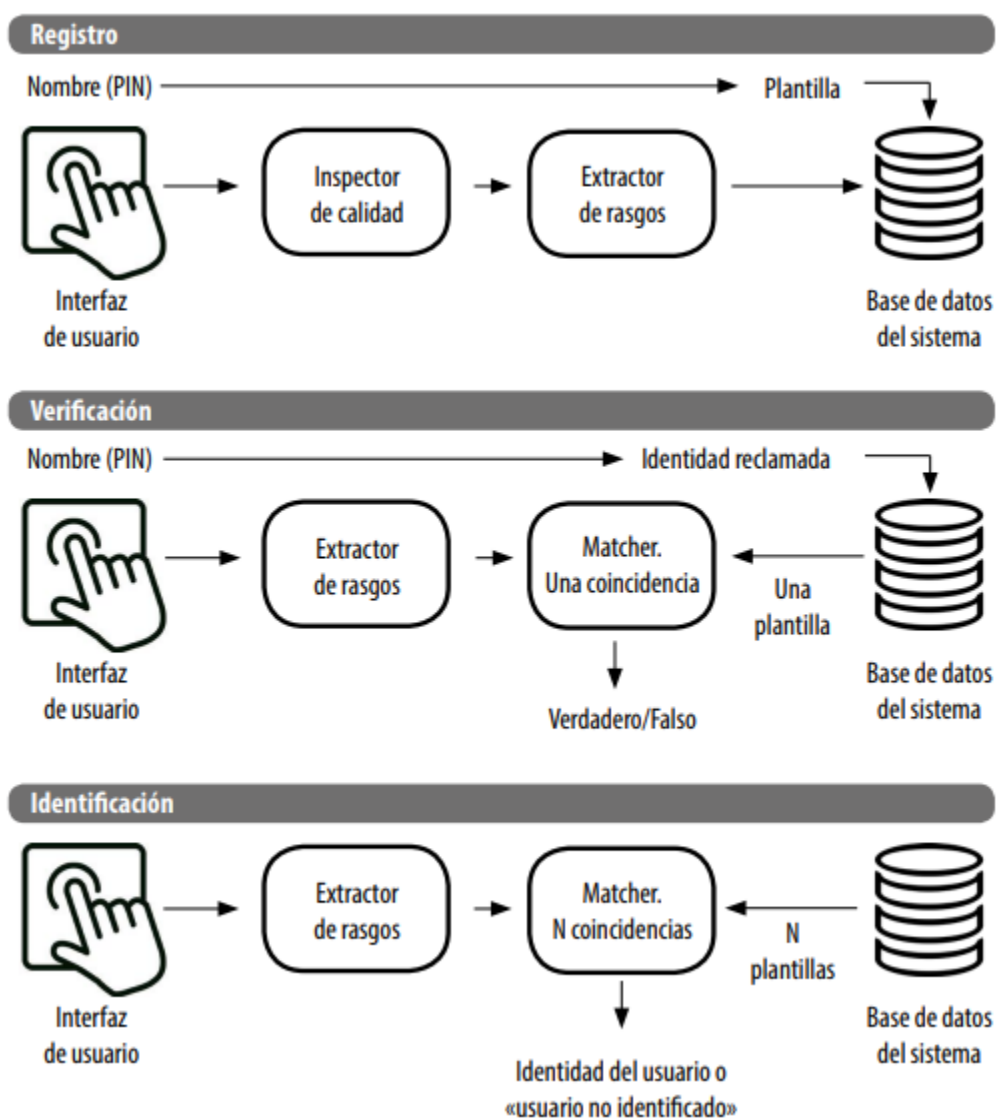


Ilustración 8: Funcionamiento de registro, verificación e identificación mediante datos biométricos
REVISTA CHILENA DE DERECHO Y TECNOLOGÍA

Fuente:

Así es el funcionamiento del software de biometría facial, y en el caso particular del software de la compañía Thales group, el reconocimiento facial se llega a alcanzar en un promedio de 2 segundos (Thales group, 2022)

Normativas y regulaciones de la biometría facial

La implementación de tecnologías biométricas, como la biometría facial, en entornos aeroportuarios se encuentra profundamente influenciada por una serie de normativas,



regulaciones y recomendaciones que buscan equilibrar la seguridad con la protección de la privacidad de los individuos. Estas regulaciones, establecen directrices claras para el uso y la gestión de datos biométricos en los aeropuertos, marcando pautas esenciales para su implementación y desarrollo. En este contexto, es crucial examinar detalladamente las regulaciones actuales que rigen el uso de la biometría, considerando aspectos de privacidad, protección de datos personales y estándares de seguridad. Este análisis proporcionará una comprensión más amplia y crítica sobre los marcos legales que impactan en la migración hacia modelos de biometría facial en aeropuertos como Arturo Merino Benítez de Santiago.

Análisis de ley 19628

En esta ley no es posible encontrar la definición de dato biométrico sin embargo existen definiciones en donde se podría encasillar de acuerdo con el concepto de biometría establecido en el marco teórico, más específicamente en las definiciones de dato personal y dato sensible presentes en el artículo 2 de la ley.

La definición de dato personal corresponde a: “los relativos a cualquier información concerniente a personas naturales, identificadas o identificables”. Y como los datos biométricos utilizan las características físicas de las personas, lo que las hace identificables, se dará por hecho bajo una interpretación del artículo II que un dato biométrico cae en la definición de dato personal.

La definición de dato sensible dice: “aquellos datos personales que se refieren a las características físicas o morales de las personas o a hechos o circunstancias de su vida privada o intimidad, tales como los hábitos personales, el origen racial, las ideologías y opiniones políticas, las creencias o convicciones religiosas, los estados de salud físicos o psíquicos y la vida sexual”.

Si se toma una lectura directa de la normativa se sugiere que los datos biométricos podrían considerarse como datos sensibles, ya que abarcan las "características físicas de las personas", tales como el rostro, iris, huellas dactilares, entre otros.



Ya teniendo en claro que dato biométrico cabe en la definición de dato personal y dato sensible, se tratará el uso de los datos biométricos bajo la ley 19628 que posee el siguiente alcance y principios.

Alcance: Cualquier individuo o entidad pública o privada que maneje datos personales, ya sea desde organismos del gobierno hasta pequeñas empresas están sujetos a esta ley.

Principios: El respeto a la privacidad y el derecho a la información, es decir para la utilización de los datos de cada persona debe estar explícitamente el consentimiento del usuario previamente informado sobre la utilización de sus datos, y este consentimiento puede ser revocado en cualquier momento.

Es por ello por lo que la concesionaria del aeropuerto puede hacer uso de la biometría facial en el aeropuerto con todos los pasajeros que acepten el uso de sus datos personales con el fin de mejorar su estadía en el aeropuerto. Sin embargo, en el área de migración y de AVSEC los encargados de la revisión son organismos públicos por lo que no necesitan el consentimiento de los pasajeros para la utilización de la biometría facial.

En conclusión, la tecnología biométrica se puede utilizar en Chile siempre y cuando se sigan las normas de la ley 19628. Por lo que sería posible instalar en el aeropuerto de Santiago un sistema que utilice este tipo de tecnología.

Si desea conocer en mayor profundidad la ley 19628, visite anexo D.1

Análisis proyecto de ley: protección y el tratamiento de los datos personales y creación de la Agencia de Protección de Datos Personales

Este proyecto de ley vendría a sustituir la actual ley 19628 por lo que su análisis es de suma importancia para el uso futuro de la biometría en Chile. A continuación, se observarán los principales cambios a la ley y sus repercusiones negativas, positivas o neutras que presentaría este trabajo si se aprueba esta ley.

Dentro de los principales cambios se puede observar una nueva definición de dato personal y dato sensible las cuales se pueden encontrar a continuación en este trabajo.



Dentro de la definición de dato personal, la principal diferencia es que se agrega lo que se considera identificable para una persona. “Se considerará identificable toda persona cuya identidad pueda determinarse, directa o indirectamente, en particular mediante uno o más identificadores, tales como el nombre, el número de cédula de identidad, el análisis de elementos propios de la identidad física, fisiológica, genética, psíquica, económica, cultural o social de dicha persona, excluyendo aquellos casos en que el esfuerzo de identificación sea desproporcionado.” Mientras tanto que para dato sensible se pasa a llamar dato personal sensible y se agrega que se considerarán como datos personales sensibles solo aquellos que revelen la afiliación política, sindical o gremial, hábitos personales, las convicciones ideológicas o filosóficas, los datos relativos a la salud, al perfil biológico humano, los datos biométricos, todos estos sumados a los que ya se encuentran cubierto en este artículo.

Como se puede observar se hace mención del dato biométrico dentro de la definición de dato personal sensible, lo que es un claro beneficio en la normativa puesto que deja bajo escrito que el dato biométrico es un dato sensible.

Además, agrega en el artículo 16 que: El tratamiento de los datos personales sensibles sólo puede realizarse cuando el titular a quien conciernen estos datos manifiesta su consentimiento en forma expresa, otorgado a través de una declaración escrita, verbal o por un medio tecnológico equivalente. Interpretando este artículo sería posible que los usuarios cuenten con la posibilidad de otorgar su consentimiento a través de la aplicación móvil correspondiente con un simple clic, previamente leyendo los detalles de cuál será el uso de sus datos personales y biométricos.

Junto con lo anterior se agrega en el artículo 16 ter una definición de dato biométrico junto con las indicaciones que debe seguir el organismo que registra, almacena y utiliza los datos biométricos.

En conclusión, esta nueva ley no perjudicaría en nada la utilización de biometría facial, más bien lo contrario debido a que establece en escrito una nueva definición de dato biométrico y sus regulaciones en la normativa chilena.

Para saber la situación actual de este proyecto de ley, visite anexo D.2

Counters de check-in y facturación de equipaje Latam

En la actualidad Latam Airlines posee un sistema de check-in online por lo que si un viajero no lleva equipaje de bodega puede pasar directamente a la sala de AVSEC. Una vez dicho lo anterior se describirá el proceso de un pasajero que viaje con Latam y que transporta equipaje de bodega.

En primer lugar, el pasajero ingresa al aeropuerto y se encontrará con tres posibilidades de despacho de equipaje, las cuales se dividen en pasajeros preferenciales, pasajeros con necesidad especial y pasajeros comunes, estas filas son independientes entre sí, es decir un pasajero que se encuentre haciendo la fila de despacho común, no podrá hacer fila con despacho preferencial. Además, el pasajero “común” debe previamente hacer el check-in y retirar la etiqueta de equipaje que debe ser adherida a la maleta o equipaje en un proceso que se puede realizar en uno de los 21 kiosco de autoservicio que posee la compañía.

Latam Airlines cuenta con 32 máquinas de despacho de equipaje de las cuales 7 son para atención preferencial, 4 son para la atención de necesidades especiales y 21 para el despacho de equipaje “común”, dentro de este ultimas maquinas se encuentran 8 máquinas que son de autoservicio, es decir no son atendidas por personal de la compañía.

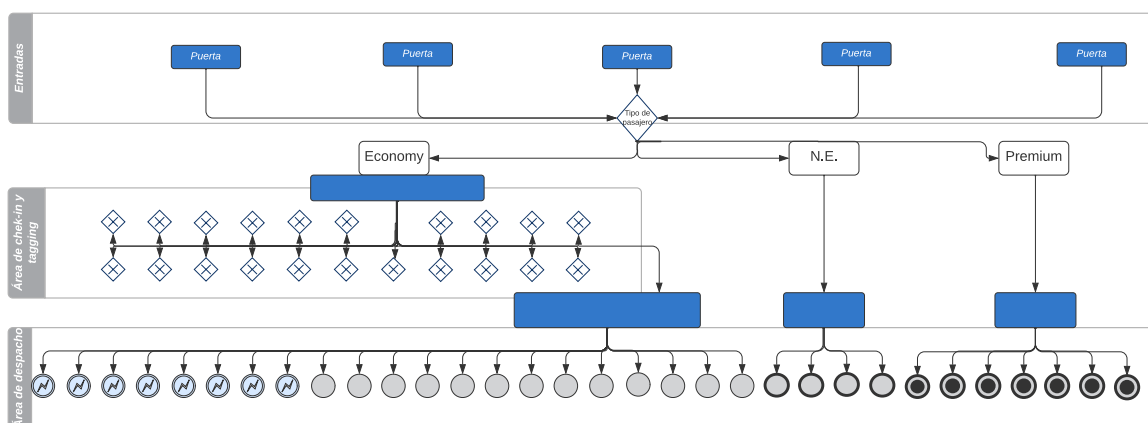


Ilustración 9: distribución de counters Latam en aeropuerto de Santiago.

Fuente: elaboración propia

En la imagen anterior se puede observar la distribución en el aeropuerto de las distintas máquinas de despacho de equipaje por parte de la compañía. las cuales están separadas por



símbolos que representan cada una de ellas. A continuación, se representan el significado de cada símbolo.



Ilustración 10: Simbología de ilustración 9

Fuente: Elaboración propia

Teoría de cola

La teoría de colas es un campo de estudio dentro de las matemáticas y la ingeniería que se ocupa de modelar y analizar sistemas de espera o "colas". Estos sistemas se encuentran en una amplia variedad de situaciones cotidianas, como líneas de espera en supermercados, centros de llamadas, cajeros automáticos, sistemas de transporte público, entre otros.

Dado que la tasa de llegada de pasajeros es aleatoria y, por lo tanto, impredecible, esto conduce a la formación de una cola de pasajeros esperando ser atendidos.

La teoría de colas se centra en entender el comportamiento y la eficiencia de estos sistemas, así como en optimizar su diseño y operación. Algunos conceptos fundamentales de la teoría de colas incluyen:

1. Llegadas: Representa el proceso mediante el cual los clientes o entidades llegan al sistema de colas. Pueden ser aleatorias o seguir un patrón predefinido.



2. Servicio: Representa el proceso mediante el cual los clientes son atendidos o servidos por el sistema. También puede ser aleatorio o seguir un patrón específico.

3. Colas: Son las líneas de espera formadas por los clientes que esperan para ser atendidos cuando los servidores están ocupados.

4. Servidores: Son las entidades que realizan el trabajo o prestan el servicio a los clientes. Pueden ser personas, máquinas o cualquier otro recurso capaz de completar la tarea requerida.

5. Disciplina de la cola: Define las reglas que determinan cómo se selecciona el siguiente cliente que será atendido cuando un servidor se vuelve disponible. Algunas disciplinas comunes incluyen FIFO (First-In-First-Out), LIFO (Last-In-First-Out), Prioridades, entre otras. En el caso de esta simulación se ocupará FIFO es decir que se atenderá por orden de llegada.

6. Medidas de rendimiento: Incluyen estadísticas como el tiempo de espera promedio, el número promedio de clientes en la cola, la utilización del servidor, entre otros, que se utilizan para evaluar el desempeño y la eficiencia del sistema de colas.

En resumen, la teoría de colas utiliza modelos matemáticos y estadísticos para describir el comportamiento de los sistemas de colas y predecir su desempeño bajo diferentes condiciones. El manejo de esta teoría se encuentra incorporada por el software de simulación SIMIO, el cual se utiliza para desarrollar este trabajo.

Software de simulación

En la mayoría de los casos los problemas de tiempos de espera o productividad a largo o mediano plazo de algún servicio son medidos por un software de simulación pues estos permiten obtener los resultados en solo minutos o incluso segundos de ser ejecutados.

El proceso de simulación estocástica utilizado en este proyecto aprovechará el software de simulación SIMIO. Este software, diseñado para entornos Windows, permite modelar, simular y visualizar el flujo de procesos que se basan en eventos discretos. SIMIO utiliza una combinación de objetos y procedimientos para crear modelos que representan el



comportamiento de sistemas lógicos, industriales y de servicios. Este software se puede utilizar para modelar flujos de personas, materiales, información, etc. Es por eso que es sumamente útil en las simulaciones de terminales aeroportuarias, hospitales, supermercados etc.

Dentro de las herramientas utilizadas para la simulación de este trabajo se pueden encontrar:

Servidor: Un servidor Simio es una plataforma de software que se instala en un servidor remoto para ejecutar simulaciones de alta capacidad. Está diseñado para manejar grandes cantidades de datos y ejecutar simulaciones complejas de forma eficiente, en este trabajo los servidores corresponden a aquellas maquinas que involucran el despacho de equipaje y a los kioscos de autoservicio. Además, permite a múltiples usuarios acceder programando el tiempo que demora cada servidor en realizar el trabajo.

Entidades: Las entidades en Simio son los elementos que se mueven a través del sistema en un modelo de simulación. Pueden representar objetos físicos, como productos o clientes, y poseen atributos que determinan su comportamiento en el modelo. En este caso en particular corresponden a los pasajeros.

Objeto de entrada: Un objeto de entrada en Simio es un elemento que introduce entidades al sistema en un modelo de simulación. Estos objetos pueden representar puntos de llegada, como puertas de entrada, máquinas de llegada, o cualquier otro punto donde las entidades ingresen al sistema. Estos controlan la llegada de las entidades y pueden estar configurados para seguir diferentes patrones de llegada, como una distribución de Poisson o una llegada programada.

Salida: Las salidas en Simio son los puntos de salida o destino de las entidades en un modelo de simulación. Estos objetos representan los puntos donde las entidades salen o abandonan el sistema después de ser procesadas o después de completar ciertas etapas. Las salidas pueden ser puertas de salida, máquinas de salida, o cualquier otro punto donde las entidades finalicen su recorrido en el sistema.



Caminos: En Simio, los caminos son las rutas que las entidades siguen a través del sistema en un modelo de simulación. Representan conexiones físicas entre ubicaciones y pueden configurarse con atributos como distancia, capacidad y velocidad. Los caminos son fundamentales para modelar cómo las entidades se desplazan en el sistema como por ejemplo de un servidor a otro.

Nodos: Los nodos son puntos clave en un modelo de simulación donde ocurren eventos importantes o se realizan decisiones que afectan el flujo de las entidades simuladas. Estos nodos pueden representar intersecciones, puntos de control de flujo, o cualquier ubicación donde se requiera tomar decisiones o realizar acciones específicas en el modelo. Los nodos en Simio son fundamentales para controlar y dirigir el movimiento de las entidades a lo largo de las rutas definidas en el sistema simulado.

Colas: Se utilizan para modelar filas de espera en un sistema de simulación. Estos objetos representan lugares donde las entidades esperan su turno para ser procesadas por un servidor u otro tipo de proceso. Las colas en Simio pueden tener diferentes configuraciones, como capacidades máximas, reglas de entrada y salida, y políticas de prioridad.

Distribución de pasajeros en el aeropuerto

Para determinar los tiempos de estos procesos se pueden utilizar distintos modelos de distribución, sin embargo, el fenómeno que explica de mejor manera el comportamiento de los usuarios es el fenómeno aleatorio por las siguientes razones:

1. Variabilidad en la llegada de pasajeros: La llegada de pasajeros al mostrador de check-in no sigue un patrón regular y puede variar considerablemente de un momento a otro. Esto hace que el número de pasajeros que requieren check-in en un período de tiempo dado sea impredecible, por lo que algunas veces la tasa de llegada es mayor que la tasa de servicio estimada lo que conlleva a tiempos de espera más altos.
2. Tiempo de servicio variable: El tiempo que lleva atender a cada pasajero en el mostrador de check-in y despacho de equipaje puede variar según diversos factores, como la cantidad de equipaje, la complejidad del proceso de check-in, la eficiencia del personal, entre otros.



Esta variabilidad hace que el tiempo de servicio no sea constante y pueda ser difícil de predecir.

Debido a esta naturaleza aleatoria y variable del proceso de check-in y despacho de equipaje, se recurre a herramientas estocásticas para modelar y analizar estos sistemas. Las herramientas estocásticas, como las distribuciones de probabilidad y los procesos estocásticos, permiten capturar la variabilidad y la incertidumbre inherentes a este proceso, lo que ayuda a tomar decisiones más informadas y a diseñar sistemas más eficientes. Por ejemplo, utilizando modelos estocásticos, es posible prever el tiempo promedio y máximo de espera de los pasajeros, la utilización de los mostradores de check-in y despacho de equipaje.

Para el desarrollo de este trabajo se utilizará la distribución discreta pues se conoce la información histórica sobre la llegada de los pasajeros y la distribución triangular pues se conoce los tiempos mínimos, máximos y promedio de la atención de los pasajeros.

Distribución Discreta: La distribución discreta es un modelo matemático utilizado para describir la probabilidad de ocurrencia de resultados discretos en un conjunto finito o numerable de valores posibles. Cada valor en el conjunto tiene asociada una probabilidad de ocurrencia. En esta distribución, los resultados pueden ser contados o enumerados, y cada valor tiene una probabilidad de ocurrencia específica.

La distribución discreta es comúnmente utilizada para modelar situaciones donde las observaciones pueden ser contadas o categorizadas en un conjunto discreto de resultados posibles, como el número de eventos que ocurren en un período de tiempo específico. Esta distribución es adecuada cuando se tienen datos específicos sobre los posibles resultados de una variable aleatoria y las probabilidades asociadas con cada resultado.

Distribución Triangular: La distribución triangular es un modelo de probabilidad que describe una variable aleatoria continua dentro de un rango definido por tres parámetros: el valor mínimo (a), el valor máximo (b) y el valor más probable (c). Esta distribución se caracteriza por tener una forma triangular, con una densidad de probabilidad más alta cerca del valor más probable y disminuyendo gradualmente hacia los valores extremos.



La distribución triangular es útil cuando se tiene conocimiento sobre el rango de valores posibles de una variable y un valor más probable dentro de ese rango, pero no se dispone de información detallada sobre la distribución de probabilidad.

Es comúnmente utilizada en situaciones donde se necesita modelar la incertidumbre sobre una variable dentro de un rango conocido, como en la estimación de tiempos de espera, duraciones de actividades o costos, donde se pueden definir valores mínimo, máximo y más probable para caracterizar la distribución de la variable en cuestión.

Estudios anteriores en Simio

En el año 2018 Vishra Patel publicó un estudio llamado Airport Passenger Processing Technology: A Biometric Airport Journey en donde propuso la integración de un sistema biométrico en el proceso de check-in para mejorar el rendimiento de los operadores del aeropuerto. El investigador construyó un modelo de un aeropuerto de tamaño mediano y lo analizó utilizando el entorno de simulación Simio y lo utilizó para evaluar el rendimiento esperado de la Identificación de Token Único Biométrico (Similar a One ID). El resultado de los modelos de simulación informó una disminución de más del 90% en el tiempo de check-in, de 47.98 minutos para pasajeros con check-in manual a 3.6 minutos para pasajeros compatibles con BST ID. Esta investigación simuló el modelo de proceso de check-in desarrollado en la terminal internacional de MMIA. (Patel, 2018)

Tiempos de espera

La IATA establece ciertos niveles de calidad de servicio a lo largo de un proceso de salida o llegada a un aeropuerto entre ellos el despacho de equipaje, la Iata propone un tiempo subdividido en 3 partes el primero en retiro de etiqueta, el segundo en dejar la maleta y el tercero en ser atendido por un check-in manual, proceso que se puede apreciar en la imagen de abajo. En la actualidad Latam Airlines cuenta con un sistema de check-in online lo que reduce mucho el tiempo del proceso es por eso que se tomó la decisión de solo considerar los 20 minutos de atención en el mostrador. Para pasajeros Premium se establece un tiempo de 5 minutos.

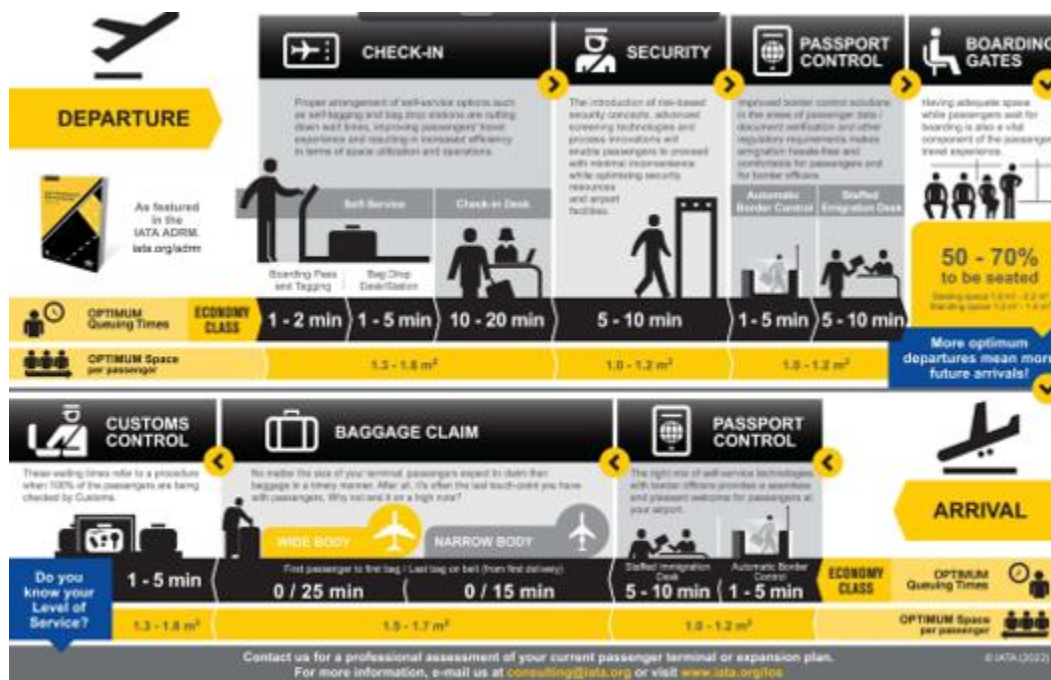


Ilustración 11: Nivel de servicio

Fuente: IATA

Propuesta metodológica

A modo de cierre y en función a lo expuesto en el marco teórico y los antecedentes presentados, se presenta la propuesta metodológica de forma cronológica de modo que sirva al lector de pauta para seguir el desarrollo del proyecto. Las tareas por realizar durante cada etapa quedan expresadas en el siguiente diagrama de flujo.

Recopilación de datos

Para el primer paso se recopilarán datos a través de estadísticas históricas, y toma de muestras en terreno. Se recopilarán los pasajeros embarcados de los meses de enero y febrero del año 2024 del aeropuerto de Santiago para establecer el comportamiento de los pasajeros durante un día, y así establecer intervalos de llegada. A la vez se tomarán 1000 muestras de la compañía Latam, estas muestras serán del sector de kioscos de autoservicio (200 muestras), despacho preferencial (200 muestras), despacho con necesidades especiales (200 muestras), despacho común con asistencia (200 muestras) y despacho común autoservicio (200



muestras), esto para establecer un tiempo promedio, un tiempo mínimo y un tiempo máximo en cada una de las “estaciones” de Latam Airlines.

Se modelarán los cinco tipos de escenarios a comparar, en la cual el primero corresponde a la situación actual de Latam, es decir cuantas máquinas de despacho y de check-in tienen, así como el porcentaje de uso de estas. Además, se establece cuál es el rango de tiempo en que los pasajeros se demoran en cada estación, como es el comportamiento de los usuarios a la llegada y como se distribuyen los usuarios durante las llegadas entre las distintas opciones de despacho de equipaje.

En cuanto al segundo escenario será un escenario creado con la misma cantidad de máquinas de despacho de equipaje, pero considerando el uso de la biometría facial en estas.

Simulación

Se comenzarán a simular los escenarios variando la cantidad de ingreso de pasajeros para así obtener el flujo máximo de pasajeros que podría abarcar cada escenario teniendo en consideración los tiempos de espera establecidos por la IATA (International Air Transport Association).

Resultados

Se modelarán los resultados obtenidos en tablas y gráficos con el fin de representar el comportamiento de la simulación obteniendo así la cantidad de tiempo de reducción de espera. Por último, con estos resultados se propondrá una redistribución de counter teniendo en consideración el uso de counters biométricos.



Desarrollo de trabajo

Recopilación de datos y supuestos

Estadísticas históricas y toma de muestras

En esta etapa se presentarán los patrones de demandas tanto de los últimos años como de los últimos meses. En primer lugar, se presentará la demanda de pasajeros por aerolíneas durante el año 2023 puesto que una demanda de años anteriores puede no ser tan ajustada a la actualidad y luego la demanda de los últimos 9 años. Posteriormente, se presentarán los pasajeros nacionales embarcados durante los meses de enero y febrero del año 2024 junto con los horarios en los que se embarcan. A continuación, se mostrarán en una tabla los resultados de los tiempos de utilización de los counters y kioscos de cada una de las distintas categorías de check-in y despacho de equipaje, y finalmente se encontrarán los supuestos de esta simulación.

Demanda de pasajeros por aerolínea

Durante el año 2023 la aerolínea que más pasajeros transportó fue Latam Airlines a través de sus dos operadores Latam Airlines Group y Latam Airlines Chile, estos transportaron 5,044,582 y 3,501,468 pasajeros respectivamente logrando sumar el 60% de participación de mercado en vuelos nacionales. En segundo lugar, se encuentra SKY Airline que transportó 4,142,022 de pasajeros a través de Chile y en tercer lugar Jetsmart SPA que movilizó a 2,347,092 pasajeros durante 2023 por territorio nacional. En total entre las tres aerolíneas que operan vuelos de cabotaje resultaron transportar 15,035,164 pasajeros. (Junta Aeronautica Civil (JAC), 2023)

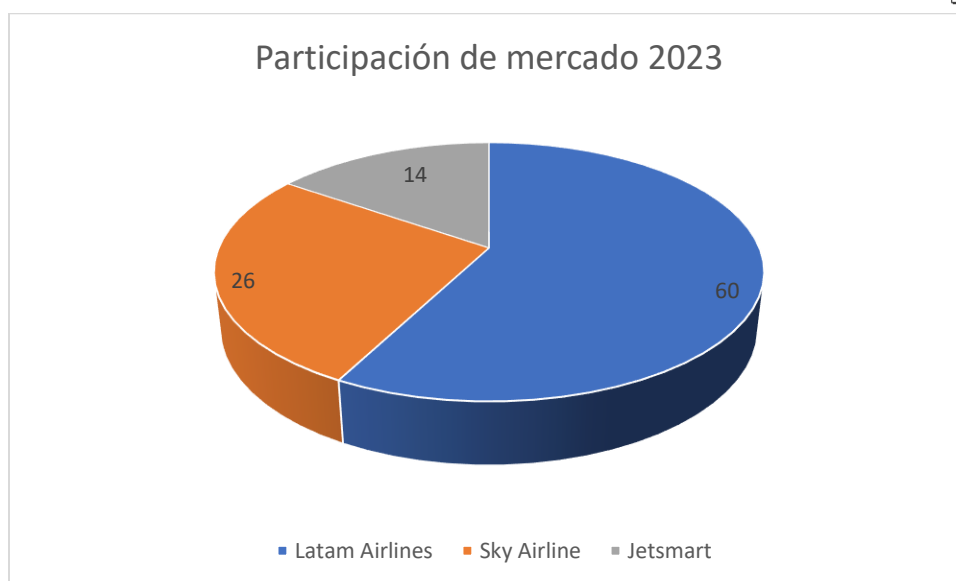


Gráfico 1:Elaboración a partir de los datos publicados por la Junta Aeronáutica Nacional. Fuente: Elaboración propia

Demanda de pasajeros Latam

Latam Airlines es la aerolínea que más pasajeros transporta a lo largo de Chile, manteniendo siempre su participación de mercado sobre el 58% en territorio nacional en los últimos 9 años.

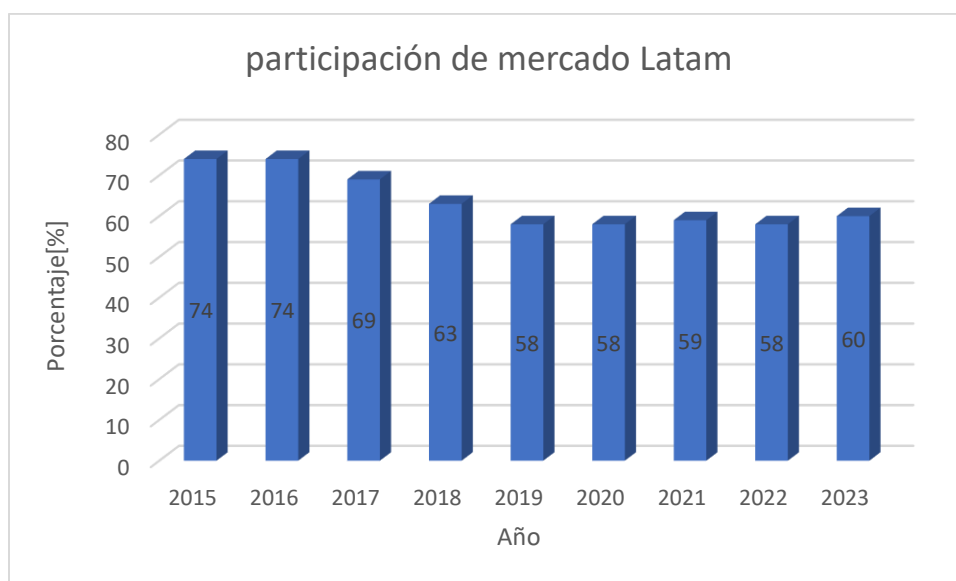


Gráfico 2:Elaboración a partir de los datos publicados por la Junta Aeronáutica Nacional. Fuente: Elaboración propia



Pasajeros con equipaje de bodega

Para obtener esta información se entrevistó a Pedro Rebolledo el cual ostenta el cargo de analista senior del equipo corporativo de equipajes de Latam, específicamente se le realizó la pregunta de cuál es el porcentaje de pasajeros que lleva equipaje de bodega en los vuelos nacionales de Latam; a lo que en respuesta se obtuvo que es un número que cambia todos los meses pero que nunca varía demasiado y siempre está cercano al 53% de los pasajeros.

Distribución de Pasajeros embarcados

los pasajeros nacionales embarcados del aeropuerto de Santiago durante los meses de enero y febrero del año 2024 fueron 1.381.870 los cuales se distribuyeron en el día de la siguiente manera:

Hora	Número de pasajeros
00:01-01:00	1931
01:01-02:00	1807
02:01-03:00	928
03:01-04:00	0
04:01-05:00	65107
05:01-06:00	64494
06:01-07:00	86345
07:01-08:00	101308
08:01-09:00	95183
09:01-10:00	64274
10:01-11:00	76463
11:01-12:00	91347
12:01-13:00	77892
13:01-14:00	66409
14:01-15:00	81270
15:01-16:00	75529
16:01-17:00	78046
17:01-18:00	80504
18:01-19:00	74313
19:01-20:00	91039
20:01-21:00	56530
21:01-22:00	34984
22:01-23:00	11371
23:01-00:00	4794

Tabla 1: Elaborada a través de datos de la JAC. Fuente: Elaboración propia

Estos datos son extraídos durante los 60 días que hubo en esos dos meses, pero si se extrapola los datos a pasajeros transportados durante un día promedio de esos meses obtenemos los resultados a continuación:

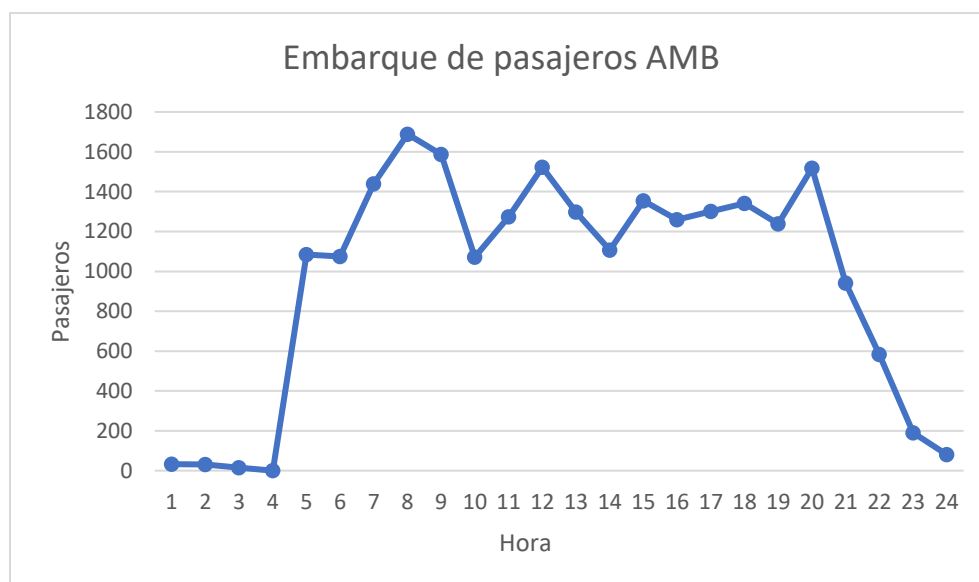


Gráfico 3: Corresponden a pasajeros del terminal nacional. Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la JAC

Al analizar el gráfico, se observa una clara tendencia en los vuelos operados por aerolíneas dentro del territorio nacional, con picos de actividad en ciertos horarios y una disminución notable en otros. Por ejemplo, entre las 23:00 y las 04:00 horas, la cantidad de pasajeros embarcados es prácticamente nula, mientras que en otros momentos del día se concentra la mayor cantidad de pasajeros. El pico de actividad se registra entre las 8:00 y las 9:00 de la mañana, con un total de 1689 pasajeros embarcados.

Para el desarrollo de este trabajo se seguirá la distribución de pasajeros embarcados del gráfico 2, se asumirá que desde 23:00 horas hasta las 4:00 no llegan pasajeros debido a la baja cantidad de pasajeros que arriban en esos horarios, por lo que la cantidad de pasajeros entre 00:00 y 4:00 se le sumarán al bloque entre 4:00 y 5:00 y al bloque entre 22:00 y 23:00 horas se le sumará los pasajeros arribados entre 23:00 y 0:00, quedando la distribución de pasajeros representado en la siguiente tabla a través de porcentajes de pasajeros arribados por hora.

Hora	porcentaje [%]
00:01-01:00	0.00
01:01-02:00	0.00
02:01-03:00	0.00
03:01-04:00	0.00
04:01-05:00	5.05
05:01-06:00	4.67
06:01-07:00	6.25
07:01-08:00	7.33
08:01-09:00	6.89
09:01-10:00	4.65
10:01-11:00	5.53
11:01-12:00	6.61
12:01-13:00	5.64
13:01-14:00	4.81
14:01-15:00	5.88
15:01-16:00	5.47
16:01-17:00	5.65
17:01-18:00	5.83
18:01-19:00	5.38
19:01-20:00	6.59
20:01-21:00	4.09
21:01-22:00	2.53
22:01-23:00	1.17
23:01-00:00	0.00

Tabla 2:Elaborada con datos de la tabla 1. Fuente: Elaboración propia

Toma de muestras

Para esta etapa se tomaron 1000 muestras entre los distintos tipos de despacho de equipaje y check-in, 200 del sector de kioscos de autoservicio, 200 del despacho preferencial, 200 del despacho con necesidades especiales, 200 del despacho común con asistencia y 200 del despacho común autoservicio. Estas consistían en tomar el tiempo en que uno o más pasajeros demoraban desde que llegaban al kiosco de retiro de etiqueta o de despacho de equipaje hasta que lo abandonaban. Los resultados de estas muestras se encuentran a continuación y cada una de las muestras se pueden encontrar en el anexo1.

tiempo inferior [s]	tiempo promedio [s]	tiempo superior [s]
------------------------	------------------------	------------------------



Atención preferencial	81	111	144
Atención especial	119	153	185
Atención economy asistido	75	119	148
Atención economy autoservicio	51	79	109
Retiro de etiqueta	58	141	203

Tabla 3:Elaborada con los resultados obtenidos de los anexos B.1 hasta B.5. Fuente: Elaboración propia

Demanda de pasajeros al año 2030

La proyección de la demanda de pasajeros es esencial para planificar las futuras demandas. En este trabajo, el análisis de la demanda para el año 2030 es crucial para anticipar y adaptarse a las necesidades futuras que tendrá la zona de check-in y despacho de equipaje del aeropuerto de Santiago.

Para proyectar la demanda de pasajeros para el año 2030, nos basaremos en los datos de pasajeros que salieron del aeropuerto de Santiago con destino a cualquier otro aeropuerto nacional durante los meses de enero, en el período comprendido entre 2015 y 2024. Nos enfocaremos específicamente en los vuelos operados por Latam Airlines Group y Latam Airlines Chile. Sin embargo, debido al impacto significativo que la pandemia de Covid-19 tuvo en la industria aeronáutica, especialmente entre los años 2020 y 2023, donde los números de pasajeros se vieron considerablemente afectados, solo consideraremos los datos de los años anteriores a la pandemia. Además, como en 2024, los números volvieron a mostrar cifras similares a las de enero de 2019. para nuestra estimación de la demanda, consideraremos el año 2024 como un reflejo del año 2019, ya que ambos presentan cifras similares.

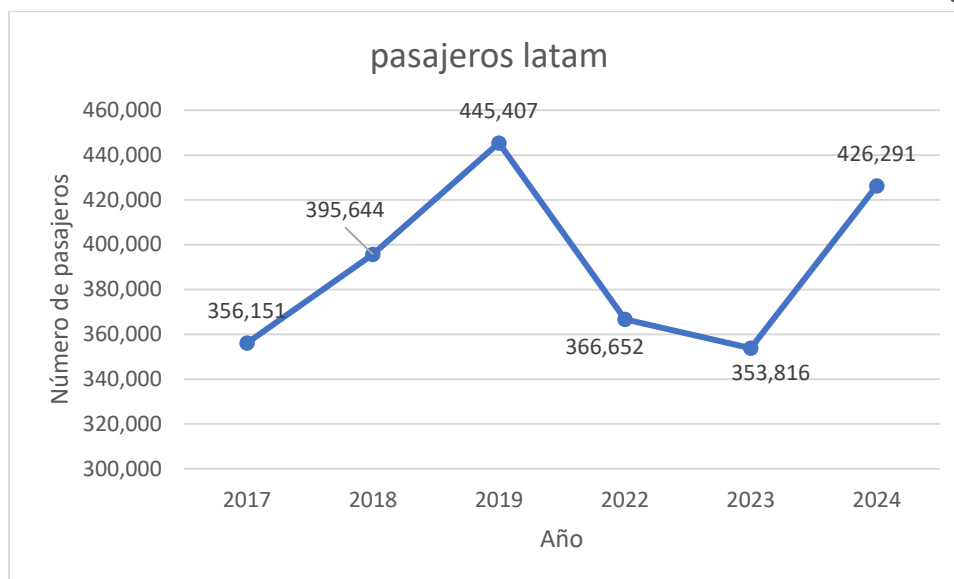


Gráfico 4: Pasajeros nacionales embarcados AMB en enero Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la JAC

Por lo tanto, se utilizará el gráfico número 5 para proyectar la demanda de pasajeros para el año 2030. Este gráfico posee una línea de tendencia exponencial, la cual es la que mejor se ajusta a los datos pues su coeficiente de correlación es de $R^2 = 0.9493$.

Para obtener la demanda del mes de enero en el año 2030 se reemplaza $x = 11$ (pues el año 2030 corresponde al onceavo dato) en la ecuación $y = 295356 * e^{0.0765x}$ obteniendo un valor de 685.180 pasajeros. Posteriormente se divide la cantidad de pasajeros en 31 para encontrar la cantidad de pasajeros diarios y finalmente se multiplica por el factor de pasajeros con equipaje de bodega dando como resultado que los pasajeros diarios que ingresarían en 2030 a despachar su equipaje corresponden a 11.717 usuarios.

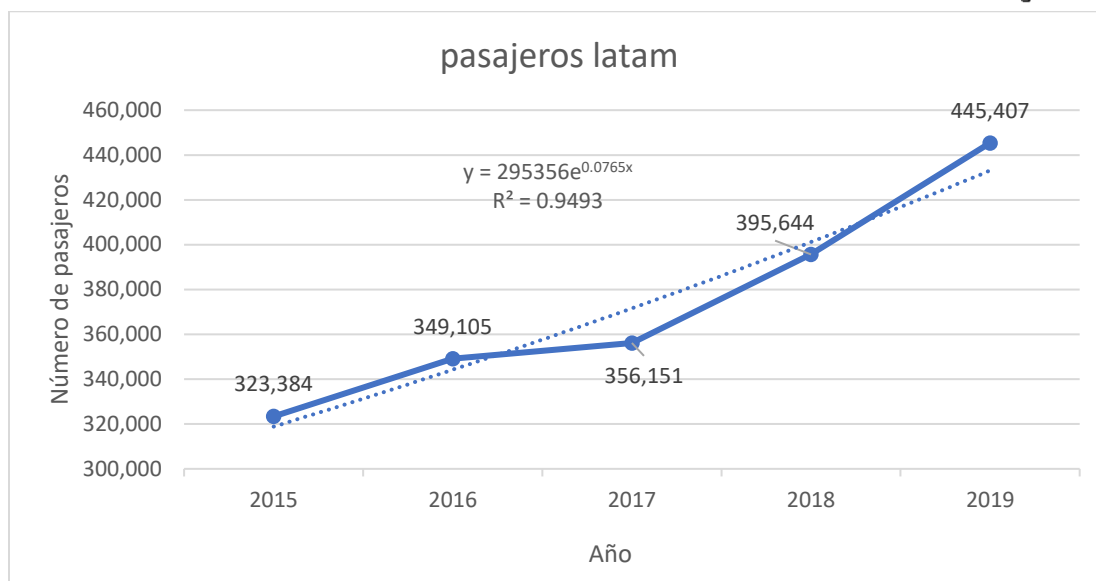


Gráfico 5: Pasajeros nacionales embarcados AMB en enero Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la JAC

Supuestos

En este trabajo, se enfrentan ciertas situaciones que presentan desafíos debido a la falta de información disponible o a las variaciones constantes en los escenarios. Para abordar estas situaciones en la simulación, se ha tomado la decisión de establecer ciertos parámetros. Por ejemplo, el número de mostradores que una aerolínea posee en un aeropuerto nacional no es estático y varía según la demanda de pasajeros. Esta decisión recae en la concesionaria de Nuevo Pudahuel. Por lo tanto, en este trabajo se ha optado por establecer un número específico de mostradores de despacho de equipaje para la compañía Latam, siendo este número de 32, divididos en categorías de preferencial, asistencia especial y común. Aunque este número no es arbitrario y corresponde a uno de los números de mostradores asignados a Latam, en la realidad, la cantidad de mostradores utilizados varía según la demanda, aunque por evidencia en terreno la cantidad de mostradores que utiliza Latam de los mostradores asignados se encuentra cerca del 70%.

Otro supuesto considerado es el porcentaje de pasajeros que pueden embarcar en la categoría premium o preferencial. Este porcentaje se estima en función del número de asientos premium economy disponibles en aeronaves como el A319 y el A320, que son utilizados en



vuelos nacionales por Latam. Además, se agrega un porcentaje adicional para cubrir a los pasajeros socios elite, quienes pueden utilizar servicios preferenciales a pesar de no comprar asientos premium. Por lo tanto, se considera que el 9% de los pasajeros adquieren asientos premium, y se suma un 6% adicional para los socios elite, que contienen 6 categorías: Gold, Gold Plus, Platinum, Black y Black Signature que pueden acceder a servicios premium independientemente de la clase de asiento adquirida.

Para los pasajeros con necesidades especiales, se estima que alrededor del 10% de los pasajeros requieren atención especial, lo que incluye a personas con discapacidades, personas que viajan con mascotas y personas que transportan equipaje especial, como objetos con medidas no convencionales o que requieren cuidados especiales.

Para las máquinas de biometría facial en el despacho de equipaje se utilizará el tiempo de uso promedio descrito por las distintas compañías que ofrecen este servicio.

Este enfoque considera varios supuestos necesarios para la simulación, aunque es importante tener en cuenta que la realidad puede presentar variaciones significativas en estos aspectos. A continuación, se presentan los 5 escenarios para el desarrollo de este trabajo.

Simulación

Para estas simulaciones, se empleó el orden de llegada del gráfico 4 como base, junto con una distribución triangular en cada máquina. Esta distribución se definió utilizando los valores mínimos, máximos y promedios extraídos de la tabla 2, estos valores son atribuibles específicamente a los primeros cuatro escenarios, el quinto escenario posee una distribución propia de los tiempos de los servidores.

Escenario Simulación 1

El escenario 1 refleja la disposición actual de Latam para el despacho y retiro de equipaje. Incluye 21 kioscos de autoservicio para el retiro de equipaje y 32 máquinas de despacho de equipaje (véase Anexo 1). Aunque en esta simulación se emplean al 100% los kioscos de retiro de etiquetas, no ocurre lo mismo con las máquinas de despacho de equipaje. Pues



basado en la observación en terreno, la utilización promedio de las máquinas es la detallada en la tabla 4.

Para la estimación de la cantidad de usuarios que ingresaron al aeropuerto se fundamenta en el número de pasajeros embarcados en enero de 2024 en vuelos operados por Latam Airlines.

	máquinas pasajeros premium	máquinas pasajeros con asistencia especial	máquinas pasajeros economy
número	4	3	15

Tabla 4: 70% de la capacidad total de Latam. Fuente: Elaboración propia

Escenario simulación 2

Para este escenario, se adopta la misma configuración que en el escenario 1 (consultar Anexo 1), sin embargo, ahora se hace uso completo de la infraestructura disponible (tabla 5), lo que implica la utilización del 100% de las máquinas disponibles. La cantidad de pasajeros considerada para este escenario es la misma que en el escenario 1.

	máquinas pasajeros premium	máquinas pasajeros con asistencia especial	máquinas pasajeros economy
Número	7	4	21

Tabla 5: 100% de la capacidad Latam. Fuente: Elaboración propia

Escenario simulación 3

En este escenario, se emplea la misma cantidad de máquinas que en el escenario 1, según se especifica en la tabla 4. Sin embargo, la distinción principal radica en la cantidad de pasajeros que ingresan al aeropuerto. En este caso, dicha cantidad se determina según la ecuación del gráfico 4 proyectada para el año 2030.

Escenario simulación 4

Para este escenario, se emplea la misma cantidad de máquinas que en el escenario 2, como se detalla en la tabla 5. No obstante, se considera el número de pasajeros que volarían con Latam hacia el año 2030.



Escenario simulación 5

Los pasajeros que utilicen biometría facial en este escenario previamente deben realizar su registro biométrico a través de su celular tal como en el caso del aeropuerto de Lyon.

Esta distribución se hace para la cantidad de pasajeros proyectados en 2030. En la simulación de este escenario, se han conservado los tres grupos principales de despacho, que incluyen:

1. Para los pasajeros premium, se emplean 3 máquinas de biometría facial y 4 máquinas de atención asistida.
2. Los pasajeros con asistencia especial cuentan con 4 máquinas de atención asistida.
3. Los pasajeros economy se benefician de 9 máquinas de biometría facial, 12 máquinas de atención asistida y no se utilizan kioscos de retiro de etiqueta.

Tabla 6:escenario creado para satisfacer demanda 2030

	máquinas pasajeros premium sin biometría	máquinas pasajeros premium con biometría	máquinas pasajeros con asistencia especial	máquinas pasajeros economy sin biometría	máquinas pasajeros economy con biometría
Número	4	3	4	12	9

Fuente: Elaboración propia

La tecnología empleada para este proceso corresponde a la biometría facial. El tiempo promedio estimado para que un pasajero común y preferencial despache su equipaje es de 49 segundos. Este cálculo comprende:

- 2 segundos para el reconocimiento facial por parte de la cámara (Fuente: Thales Group, 2022).
- 7 segundos para el despacho de la etiqueta.
- 28 segundos para que el pasajero coloque la etiqueta en la maleta.
- 12 segundos para que el pasajero coloque la maleta en la balanza y complete el proceso de despacho.



Se empleará una distribución triangular con una media de 49 segundos, un mínimo de 46 segundos y un máximo de 60 segundos.

A pesar de la implementación de cambios en la tecnología utilizada, se ha decidido no realizar modificaciones en el proceso de despacho de equipaje con asistencia especial. Esto se debe a que los pasajeros que requieren este tipo de asistencia suelen tener problemas de movilidad o su equipaje puede ser considerado delicado, tener sobrepeso o dimensiones muy grandes, por lo que necesitan la asistencia personalizada a su disposición.

los tiempos de los pasajeros en los servidores para la simulación 5 son los siguientes:

Tabla 7: atribuible solo al escenario 5.

	tiempo inferior [s]	tiempo promedio [s]	tiempo superior [s]
Atención premium sin biometría	81	111	144
Atención premium con biometría	46	49	60
Atención especial	119	153	185
Atención economy con biometría	75	119	148
Atención economy con biometría	46	49	60

Fuente: Elaboración propia

Resultados

A continuación, se detallan las secciones que explican la tabla de resultados presente en el anexo C.1 donde se encuentra cada una de las simulaciones llevadas a cabo para los distintos escenarios de interés. Además de la cantidad de pasajeros que llegaron al aeropuerto, expresada en pasajeros por día. Los resultados de las simulaciones también proporcionan datos sobre el tiempo en sistema por tipo de pasajero. Esto se refiere al tiempo total que cada



pasajero requiere para completar el proceso de check-in y despacho de equipaje, incluyendo el tiempo en filas y en los propios módulos.

Resultados para Pasajeros Premium

En el primer escenario, un pasajero premium de LATAM que despache equipaje de bodega tardará en promedio 2 minutos y 6 segundos en completar el proceso de check-in y despacho. Sin embargo, en momentos de mayor afluencia de pasajeros en el aeropuerto, este tiempo aumentaría a 4 minutos y 36 segundos.

Proyectando hacia el año 2030, si LATAM mantiene el mismo nivel de utilización de mostradores de despacho de equipaje (escenario 3), el tiempo promedio de despacho sería de 2 minutos y 46 segundos, mientras que, en momentos de alta demanda alcanzaría los 8 minutos y 33 segundos. No obstante, si se emplea el 100% de los mostradores disponibles (escenario 4), estos tiempos disminuirían a 1 minuto y 58 segundos en promedio, y a 3 minutos con 5 segundos en el pico de actividad.

En el escenario 5, donde se implementa la biometría facial, los tiempos promedio para los pasajeros premium se reducirían a 1 minuto con 1 segundo, con un máximo de espera de 2 minutos con 4 segundos.

Resultados para Pasajeros con Asistencia Especial

En el escenario inicial, estos pasajeros tardan en promedio 3 minutos con 16 segundos en completar el proceso de despacho, pudiendo llegar a demorar hasta 8 minutos con 40 segundos en momentos de mayor concurrencia.

Para el año 2030, bajo el escenario 4, donde se utiliza el 100% de los mostradores, el tiempo promedio de despacho aumentaría considerablemente a 30 minutos con 51 segundos, pudiendo alcanzar hasta 56 minutos con 49 segundos. Dado que estos pasajeros requieren asistencia personalizada, no podrían beneficiarse del uso de la biometría facial.



Resultados para Pasajeros Economy

Actualmente, bajo el escenario 1, los pasajeros economy de LATAM tardan en promedio 4 minutos con 3 segundos en completar tanto el check-in como el despacho de equipaje. En el año 2030, si LATAM ofrece el uso del 100% de sus mostradores (escenario 4), estos pasajeros podrían tardar hasta 5 minutos con 27 segundos en el proceso, con una espera máxima de 14 minutos y 5 segundos, según la simulación 4.

Si LATAM implementa la biometría facial en el año 2030, manteniendo la distribución del escenario 5, los pasajeros economy que opten por este método tardarían en promedio 1 minuto con 2 segundos, y podrían alcanzar un máximo de 2 minutos con 30 segundos en los momentos de mayor concurrencia.

Análisis de resultados

En la actualidad la aerolínea LATAM opera con un aprovechamiento del 70% de sus mostradores de despacho disponibles, proporcionando un servicio eficiente tanto para los pasajeros premium como para los pasajeros economy. En momentos de máxima afluencia, los pasajeros premium experimentan un tiempo de espera inferior a 5 minutos, mientras que para los pasajeros economy es inferior a 20 minutos. Sin embargo, esta situación no será sostenible para el año 2030, ya que se proyecta que ambos tiempos de espera excedan los estándares de calidad de servicio establecidos por la IATA en los picos de demanda del aeropuerto. Por lo tanto, es imperativo que la aerolínea aumente su capacidad operativa, utilizando el 100% de sus máquinas de despacho para satisfacer la demanda prevista y mantener un nivel óptimo de servicio.

Considerando una posible adopción del 75% de pasajeros utilizando biometría facial para el año 2030, se estima que el proceso de despacho de equipaje podría completarse en poco más de un minuto. Esto significaría una reducción promedio de 56 segundos para los pasajeros premium en comparación con los métodos actuales de LATAM. Por su parte, los pasajeros economy experimentarían una reducción aún más significativa en su tiempo de estancia en



el aeropuerto, con una disminución promedio de 4 minutos con 25 segundos, llegando incluso a 11 minutos con 35 segundos en algunos casos.

En lo que respecta a los pasajeros que requieren asistencia especial, se prevé que el tiempo de espera para el año 2030 sea, en promedio, 9.5 veces mayor que en la actualidad si se utilizan solo 3 mostradores, y 1.5 veces más en caso de utilizar los 4 mostradores disponibles. Además, el tiempo máximo de espera podría duplicarse en comparación con el tiempo máximo actual llegando a ser 17 minutos con 54 segundos.

Propuesta de escenario 2030

De acuerdo con los resultados y simulaciones mencionados previamente se propone un escenario para el año 2030 con el cual la aerolínea Latam pueda abarcar la demanda de pasajeros manteniendo los estándares de espera IATA, maximizar el uso de counters de despacho y minimizar el uso de trabajadores en los counters de despacho de equipaje. En este escenario no se toma en consideración los pasajeros con asistencia especial, debido a las mismas razones mencionadas para realizar el escenario 5.

Tras diversas simulaciones, se obtuvo como resultado óptimo la siguiente distribución de counters:

	máquinas pasajeros premium sin biometría	máquinas pasajeros premium con biometría	máquinas pasajeros economy sin biometría	máquinas pasajeros economy con biometría
Número	2	2	5	7

Tabla 8: Construida a partir del anexo C.7

Fuente: Elaboración propia

Con esta distribución Latam Airlines podría abarcar el 100% de la demanda proyectada para el año 2030 manteniendo los tiempos de espera de los estándares IATA. Los resultados de esta simulación se pueden encontrar en la tabla x de los anexos.

Analizando la distribución de máquinas, se puede observar que con solo 16 máquinas sería posible abarcar la demanda (sin considerar pasajeros con asistencia especial), por lo que se reduciría en 12 la cantidad de máquinas a utilizar en comparación a las 28 máquinas (32 si



se incluyen los counters con asistencia especial) con las que cuenta Latam en el hall de salidas, permitiendo de igual manera que la cantidad de trabajadores disminuya de 20 operarios a 7 operarios. La situación expuesta en el párrafo anterior queda representada a continuación, en donde tendencia actual se refiere a seguir utilizando en el año 2030 el método de atención actual de Latam y propuesto se refiere el de la distribución de la tabla anterior.

	escenario 2030	
	Tendencia actual	propuesto
máquinas pasajeros premium	7	4
máquinas pasajeros economy	21	12
total	28	16

Tabla 9: Las maquinas se encuentran siempre operativas

Fuente: Elaboración propia

	escenario 2030	
	Tendencia actual	propuesto
trabajadores para pasajeros premium	7	2
trabajadores para pasajeros economy	13	5
total	20	7

Tabla 10: Se encuentra un trabajador en cada counter en todo momento

Fuente: Elaboración propia

Conclusiones

El aporte principal de este estudio consiste en identificar el tiempo que ahorrarán los pasajeros en el área de check-in y despacho de equipaje para el año 2030 mediante la implementación de un sistema con biometría facial en estas áreas. Además, este trabajo busca proponer una nueva distribución de counters, según la cantidad de pasajeros que recibiría la



aerolínea Latam, con el fin de hacer más eficiente tanto el número de máquinas empleadas como el personal trabajando y los tiempos de los pasajeros.

Los resultados obtenidos confirman que el uso de la biometría facial en el escenario 5 logra reducir significativamente el uso de máquinas de check-in y despacho de equipaje por parte de los pasajeros y, por ende, su estadía en el aeropuerto.

Para mantener un nivel óptimo de servicio en el año 2030, LATAM tiene dos opciones: aumentar su capacidad operativa utilizando el 100% de sus mostradores de despacho o implementar biometría facial en sus procesos, lo que conlleva una reducción significativa en los tiempos de espera para los pasajeros premium y economy.

Sin embargo, un desafío importante para LATAM serían los pasajeros que requieren asistencia especial, ya que enfrentarán tiempos de espera considerablemente más largos si no se toman medidas adecuadas para satisfacer sus necesidades. En este sentido, el uso de tecnología con biometría facial también es capaz de reducir el uso de trabajadores y máquinas para abarcar una misma demanda, lo que podría conllevar a una reducción de costos por parte de la compañía y, por ende, maximizar utilidades.

La adaptación a las tendencias tecnológicas es fundamental para mejorar la eficiencia operativa, optimizar la experiencia del cliente y mantener la competitividad en el mercado. Al adoptar tecnologías innovadoras como la biometría facial, las aerolíneas como LATAM ofrecen una experiencia más conveniente y segura para los pasajeros, lo que les permite mantenerse al día con las expectativas cambiantes de los clientes y diferenciarse en un mercado cada vez más competitivo.

Los resultados de este trabajo destacan la importancia de anticipar y adaptarse a los cambios en la demanda y en la tecnología para garantizar la eficiencia operativa y la satisfacción del cliente en el aeropuerto.



Recomendaciones

Se recomienda a la compañía considerar la implementación progresiva de sistemas que incorporen biometría facial en sus procesos de check-in y despacho de equipaje. Se sugiere iniciar este proceso con un piloto, que consista en la instalación de un número limitado de máquinas de biometría facial, posiblemente dos, para su prueba en determinados horarios y/o vuelos selectos. Esta estrategia permitiría a los pasajeros familiarizarse gradualmente con la tecnología biométrica y adaptarse a su uso, alentando así el desarrollo de una "cultura biométrica" entre los usuarios del aeropuerto.

Además, se aconseja a la compañía llevar a cabo una campaña de comunicación clara y educativa dirigida a los pasajeros, con el objetivo de informarles sobre los beneficios y el funcionamiento del sistema de biometría facial. Esta campaña debería abarcar diversos canales de comunicación, incluyendo medios en línea, cartelería en el aeropuerto y material informativo a bordo de las aeronaves, con el fin de garantizar una comprensión completa por parte de los pasajeros y generar confianza en la tecnología.

Asimismo, se sugiere que la compañía realice una evaluación exhaustiva de su infraestructura tecnológica actual para asegurar su capacidad de soportar la implementación de la biometría facial de manera eficiente y segura. Esto implica la evaluación de redes de comunicación, sistemas de procesamiento de datos y medidas de seguridad cibernética, entre otros aspectos, con el fin de garantizar un despliegue sin contratiempos y una experiencia fluida para los pasajeros y el personal.

Además, es crucial que la compañía establezca una colaboración estrecha con las autoridades aeroportuarias y los reguladores pertinentes para garantizar el cumplimiento de las regulaciones de privacidad y seguridad relacionadas con el uso de la biometría facial. Esto incluye la realización de evaluaciones de impacto en la privacidad, la implementación de medidas de protección de datos y la garantía de la transparencia en el manejo de la información biométrica de los pasajeros.



También se recomienda a la compañía que establezca sistemas de monitoreo y análisis de datos para evaluar continuamente el desempeño y la eficacia de la implementación de la biometría facial. Esto permitirá identificar áreas de mejora, realizar ajustes según sea necesario y garantizar una experiencia óptima para los pasajeros, al tiempo que se maximizan los beneficios operativos y se cumplen los estándares de calidad y seguridad exigidos por la industria.

Como se mencionó en conclusiones el principal problema para la compañía serán los pasajeros con asistencia especial es por ello por lo que se necesitan tener alternativas a este problema. Algunas soluciones podrían ser:

Asignación flexible de recursos: Implementar un sistema de asignación de recursos flexible que permita reasignar personal y equipos según la demanda en tiempo real. Esto podría ayudar a optimizar el uso de recursos y garantizar una atención rápida y eficiente a los pasajeros con necesidades especiales durante los períodos de alta demanda.

Uso tecnología innovadora: Explorar opciones tecnológicas como dispositivos de autocheck-in adaptados para pasajeros con discapacidades o necesidades especiales, sistemas de seguimiento de equipaje en tiempo real para reducir el tiempo de espera y mejorar la experiencia del cliente, y aplicaciones móviles con funcionalidades especiales para pasajeros con discapacidades.

Como se mencionó en la sección de percepción del uso de biometría facial, el 67% de los pasajeros estaría interesado en recogida y entrega a domicilio de equipaje por lo que es una buena alternativa para implementar para este tipo de pasajeros.

Evaluar estas recomendaciones ayudaría a LATAM a mejorar la experiencia de viaje de los pasajeros con necesidades especiales, reduciendo el tiempo de espera y garantizando un servicio de calidad sin la necesidad de aumentar el número de counters.



Bibliografía

- Amunátegui, S. A. (2018). *revista scielo*. Obtenido de <https://www.scielo.cl/pdf/arq/n99/0717-6996-arq-arq-99-00138.pdf>
- Biblioteca del congreso Naciona de Chile. (10 de noviembre de 2022). *Biblioteca del congreso Naciona de Chile*. Obtenido de Ley 19628: file:///C:/Users/diego/Downloads/LEY-19628_28-AGO-1999.pdf
- Binder, J. W. (octubre de 2017). *Biblioteca del congreso nacional*. Obtenido de Protección de datos biométricos.: [https://obtienearchivo.bcn.cl/obtienearchivo?id=repositorio/10221/24644/2/BCN_datos_biometricos_\(f\).pdf#:~:text=La%20Uni%C3%B3n%20Europea%20define%20datos%20biom%C3%A9tricos%20como%20datos,dicha%20persona%2C%20como%20im%C3%A1genes%20faciales%20o%20datos%20](https://obtienearchivo.bcn.cl/obtienearchivo?id=repositorio/10221/24644/2/BCN_datos_biometricos_(f).pdf#:~:text=La%20Uni%C3%B3n%20Europea%20define%20datos%20biom%C3%A9tricos%20como%20datos,dicha%20persona%2C%20como%20im%C3%A1genes%20faciales%20o%20datos%20)
- Camara de diputados y diputadas. (s.f.). *camara de diputados y diputadas*. Obtenido de https://www.camara.cl/verDoc.aspx?prmID=259114&prmTipo=DOCUMENTO_COMISION
- Castellaro, R. G. (2017). *La biometría en Chile y sus riesgos*. REVISTA CHILENA DE DERECHO Y TECNOLOGÍA.
- Castellaro, R. G. (junio de 30 de 2017). *La biometría en Chile y sus riesgos*.
- Chung, C. (21 de febrero de 2024). El reconocimiento facial llegará pronto a tu aeropuerto mas cercano. *The New York Times*.
- Galton, F. (1892). *Fingerprints*.
- Garay, J. V. (2021). *Reconocimiento facial en América Latina: tendencias en la implementación de una tecnología perversa*. Obtenido de https://www.alsur.lat/sites/default/files/2021-10/ALSUR_Reconocimiento%20facial%20en%20Latam_ES.pdf.
- García, N. (23 de julio de 2020). La PDI de Chile licita un sistema de control migratorio para el aeropuerto de Santiago. *infodefensa*. Obtenido de <https://www.infodefensa.com/texto-diario/mostrar/3124870/pdi-chile-licita-sistema-control-migratorio-aeropuerto-santiago>
- Henris, E. (2008). *Clasificación y usos de las huellas dactilares*.
- IATA. (Diciembre de 2019). *IATA.ORG*. Obtenido de <https://www.iata.org/contentassets/310bc4f706bf4bd39911119f398c720b/fact-sheet-one-id.pdf>
- IATA. (22 de noviembre de 2022). *IATA.ORG*. Obtenido de [irlines: https://airlines.iata.org/2022/11/01/convenience-top-priority-passengers](https://airlines.iata.org/2022/11/01/convenience-top-priority-passengers)
- IATA. (23 de octubre de 2023). *Speed and Convenience Top Priority for Passengers*. Obtenido de <https://www.iata.org/en/pressroom/2023-releases/2023-10-25-01/>
- IATA. (s.f.). *IATA LEVEL OF SERVICE (LOS) BEST PRACTICE*. Obtenido de <https://www.icao.int/APAC/Meetings/2019%20AOPSG3GRF%20Seminar/WP11,%20AI%204%20-%20IATA%20-%20Level%20of%20Service.pdf#search=airport%20level%20service>
- IDEMIA. (05 de octubre de 2020). *idemia.com*. Obtenido de <https://www.idemia.com/press-release/idemia-and-resa-airport-data-systems-were-chosen-vinci-airports-come-world-first-wholly-contactless-and-biometrics-based->



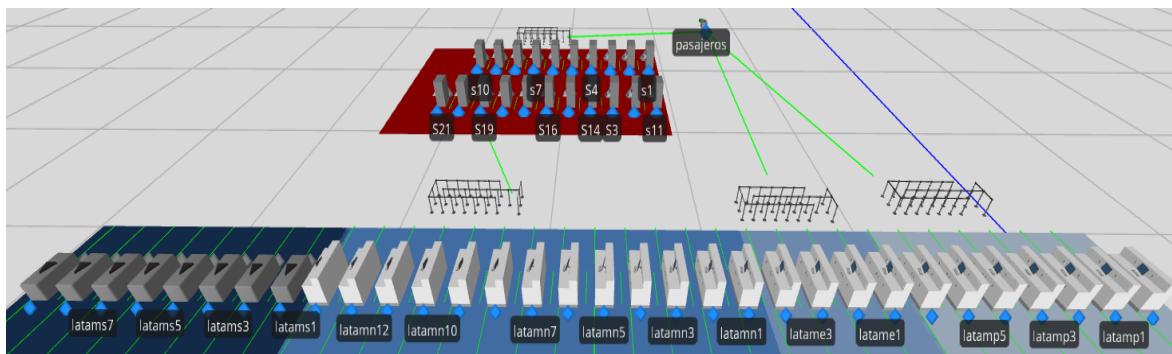
- passenger-experience-lyon-saint-exupery-airport-2020-10-05?export=pdf&post_id=1239&force
- INSEE (institut national de la statistique). (s.f.). *INSEE*. Obtenido de Air trafic: <https://www.insee.fr/en/statistiques/serie/000439837#Tableau>
- J.L. Wayman, A. L. (2005). *Biometrics Systems: Technology, Design and Performance Evaluation*. Springer.
- JAC. (s.f.). *Estudio “Estimación de Demanda por Transporte Aéreo Nacional e Internacional*. Obtenido de http://www.jac.gob.cl/wp-content/uploads/2016/03/Informe_final_estudio_demanda_25.11.2013.pdf
- Jun Hwan Kim, W.-K. S. (2023). Exploring the Determinants of Travelers’ Intention to Use the Airport Biometric System: A Korean Case Study. *MDPI*. Obtenido de <https://www.semanticscholar.org/reader/62c03770303ce1b72a8af8ae92ee0227654dfd96>
- Junta Aeronautica Civil . (2023). <http://www.jac.gob.cl/estadisticas-ano-2022/>.
- Junta Aeronautica Civil (JAC). (2023). *Jac.gob.cl*. Obtenido de <https://view.officeapps.live.com/op/view.aspx?src=https%3A%2F%2Fwww.jac.gob.cl%2Fwp-content%2Fuploads%2F2024%2F02%2F2020-2023-Totales-por-operadores-Nacional.xls&wdOrigin=BROWSELINK>
- Latam Airlines. (s.f.). *Latam Airlines*. Obtenido de <https://www.latamairlines.com/cl/es/experiencia/aeropuerto/servicios-express>
- Lodewijks, S. T. (11 de febrero de 2022). *The Impact of Passenger Characteristics on Use of Self-Service Technologies*. Obtenido de https://pdfs.semanticscholar.org/a467/841c1df3b40a54f2d44226742c6a02a9986f.pdf?_gl=1*149dve3*_ga*MTIxMTEwNTg3MC4xNzEyMTYxODM4*_ga_H7P4ZT52H5*MTcxMjE2MTgzOC4xLjEuMTcxMjE2MTg5OS42MC4wLjA.
- Lyon aeroport. (s.f.). *lyonaerports*. Obtenido de <https://www.lyonaerports.com/en/news/our-passengers-experienced-world-first-lyon>
- Ministerio de Obras Públicas. (8 de enero de 2018). *ESTUDIO DE NIVELES DE SERVICIO EN AEROPUERTOS*. Obtenido de <https://repositoriodirplan.mop.gob.cl/biblioteca/server/api/core/bitstreams/45b19e68-b327-47ba-a972-59870947c16c/content>
- Narita Airport. (s.f.). *Narita Airport*. Obtenido de Face express: <https://www.narita-airport.jp/en/faceexpress/>
- Nuevo Pudahuel. (marzo de 2022). *nuevo pudahuel.cl*. Obtenido de infografia: [https://www.nuevopudahuel.cl/sites/default/files/t2/Infografia_sobre_T2_ES_\(marzo_2022\)_v3.pdf](https://www.nuevopudahuel.cl/sites/default/files/t2/Infografia_sobre_T2_ES_(marzo_2022)_v3.pdf)
- Nuevo Pudahuel. (s.f.). *Nuevo pudahuel.cl*. Obtenido de https://www.nuevopudahuel.cl/sites/default/files/Reglamento_de_Servicio_de_la_Obra-AIAMB_n3.pdf
- NuevoPudahuel. (s.f.). *Nuevo pudahuel*. Obtenido de historia: <https://www.nuevopudahuel.cl/historia>
- OACI. (2019). *Organización de aviación civil internacional*. Obtenido de https://www.icao.int/Meetings/a40/Documents/WP/wp_301_es.pdf
- OACI. (2021). Conferencia de alto nivel sobre la COVID-19. *Componentes de facilitación*, (pág. 1). Montreal.



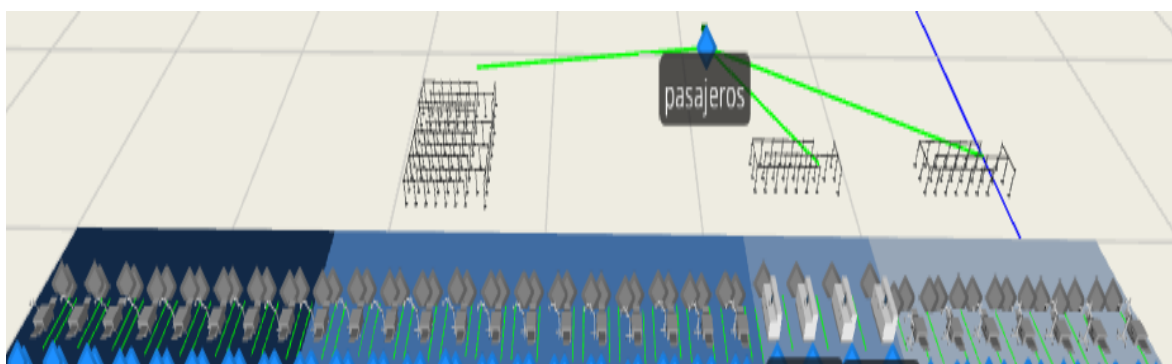
- OACI. (8 de febrero de 2023). *Sala de prensa* . Obtenido de <https://www.icao.int/Newsroom/Pages/ES/ICAO-forecasts-complete-and-sustainable-recovery-and-growth-of-air-passenger-demand-in-2023.aspx>
- OACI. (s.f.). *International Civil Aviation Organization*. Obtenido de Documentos de viaje de lectura mecanica 9303: https://www.icao.int/publications/Documents/9303_p2_cons_es.pdf
- ORGANIZACIÓN DE AVIACIÓN CIVIL INTERNACIONAL. (2021). *Documentos de viaje de lectura mecánica*.
- Organización de Aviación Civil Internacional. (02 de 08 de 2022). *ASAMBLEA — 41º PERÍODO DE SESIONES*. Obtenido de https://www.icao.int/Meetings/a41/Documents/WP/wp_142_es.pdf#search=biometria%20facial
- Parque Sung-hoon, P. J.-w. (s.f.). *Un estudio sobre los factores que influyen en la intención de utilizar Bio Pass en los aeropuertos a través de la resistencia a la innovación*. Obtenido de file:///C:/Users/diego/Downloads/jksaa-31-2-7.pdf
- Patel, V. (2018). *Airport Passenger Processing Technology: A Biometric Airport* . Embry-Riddle Aeronautical University.
- RecFaces. (enero de 2023). *RecFaces.com*. Obtenido de https://recfaces.com/wp-content/uploads/2023/01/vxfaces_pelco_es.pdf
- RecFaces. (s.f.). *Comodidad, seguridad, simplicidad: cómo la identificación biométrica cambia el funcionamiento de los aeropuertos*. <https://recfaces.com/es/articles/como-la-biometria-cambia-el-trabajo-de-los-aeropuertos>.
- recfaces. (s.f.). *historia de la biometria*. Obtenido de recfaces: <https://recfaces.com/es/articles/historia-de-la-biometria>
- Thales group. (2022). *thalesgroup.com*. Obtenido de flight to gate: https://www.thalesgroup.com/sites/default/files/database/document/2022-08/gov-es-fly-to-gate-touchless_biometric_journey.pdf
- Thales Group. (s.f.). *Thales group*. Obtenido de control automatico de fronteras: <https://www.thalesgroup.com/es/countries/americas/latin-america/dis/gobierno/gestion-de-visas-y-fronteras/puertas-de-embarque-electronicas>
- Thales Group. (s.f.). *Thales Group*. Obtenido de Thales fly to gate: https://www.youtube.com/watch?time_continue=90&v=s2jmqzv6lFA&embeds_referring_euri=https%3A%2F%2Fwww.thalesgroup.com%2F&embeds_referring_origin=https%3A%2F%2Fwww.thalesgroup.com&source_ve_path=MjM4NTE&feature=emb_title
- Vinci Consessions. (31 de octubre de 2021). *ANA and VINCI Airports welcome Web Summit 21 in Lisbon with a new “biometric experience”*. *Newsroom*.

Anexos

Anexo A.1: escenario 1 realizado en Simio



Anexo A.2: escenario 1 realizado en Simio



(Imagen: distribución propuesta para biometría facial en SIMIO.)

Fuente: elaboración propia)



Anexo B.1: Toma de muestras para pasajeros premium

Toma de muestras pasajeros premium									
número de muestra	valor	Número de muestra	valor	Número de muestra	valor	Número de muestra	valor	Número de muestra	valor
1	99	41	111	81	96	121	87	161	107
2	119	42	126	82	111	122	111	162	142
3	85	43	84	83	128	123	106	163	111
4	100	44	104	84	111	124	100	164	92
5	102	45	137	85	124	125	131	165	92
6	111	46	111	86	136	126	103	166	111
7	130	47	121	87	97	127	83	167	120
8	112	48	143	88	110	128	110	168	91
9	120	49	114	89	123	129	100	169	121
10	94	50	98	90	87	130	112	170	86
11	124	51	110	91	111	131	87	171	131
12	135	52	82	92	95	132	111	172	93
13	94	53	144	93	99	133	94	173	112
14	144	54	118	94	90	134	118	174	125
15	111	55	122	95	105	135	83	175	135
16	81	56	91	96	123	136	137	176	140
17	136	57	95	97	104	137	95	177	113
18	125	58	93	98	119	138	116	178	83
19	91	59	111	99	134	139	106	179	110
20	111	60	97	100	114	140	143	180	107
21	114	61	85	101	86	141	111	181	126
22	115	62	113	102	111	142	134	182	89
23	100	63	105	103	122	143	92	183	103
24	82	64	108	104	88	144	138	184	143
25	89	65	111	105	118	145	111	185	113
26	111	66	102	106	112	146	115	186	120
27	117	67	111	107	111	147	117	187	142
28	117	68	90	108	92	148	140	188	84
29	112	69	140	109	129	149	101	189	117
30	113	70	112	110	130	150	90	190	103
31	97	71	116	111	112	151	111	191	105
32	141	72	96	112	81	152	128	192	102
33	127	73	128	113	139	153	112	193	140
34	111	74	92	114	108	154	98	194	96
35	88	75	97	115	106	155	101	195	111
36	113	76	109	116	111	156	111	196	111
37	132	77	91	117	133	157	127	197	138
38	87	78	109	118	111	158	98	198	133
39	129	79	132	119	109	159	141	199	90
40	138	80	111	120	93	160	111	200	84



Anexo B.2: Toma de muestras para pasajeros con asistencia especial

Toma de muestras pasajeros con asistencia especial									
número de muestra	valor	Número de muestra	valor	Número de muestra	valor	Número de muestra	valor	Número de muestra	valor
1	121	41	178	81	118	121	138	161	119
2	180	42	129	82	129	122	142	162	147
3	158	43	120	83	153	123	148	163	159
4	146	44	146	84	177	124	179	164	153
5	170	45	177	85	179	125	140	165	146
6	173	46	119	86	140	126	123	166	168
7	125	47	178	87	139	127	120	167	165
8	139	48	148	88	153	128	178	168	180
9	144	49	133	89	158	129	129	169	157
10	145	50	137	90	160	130	182	170	126
11	185	51	180	91	128	131	118	171	172
12	121	52	169	92	180	132	122	172	179
13	154	53	165	93	176	133	185	173	183
14	177	54	179	94	177	134	144	174	118
15	166	55	121	95	130	135	179	175	130
16	134	56	139	96	129	136	133	176	132
17	184	57	144	97	177	137	153	177	156
18	129	58	145	98	175	138	166	178	149
19	136	59	153	99	153	139	163	179	166
20	142	60	169	100	120	140	168	180	124
21	123	61	159	101	135	141	151	181	179
22	168	62	137	102	158	142	138	182	133
23	180	63	134	103	130	143	120	183	137
24	171	64	181	104	166	144	139	184	169
25	176	65	179	105	150	145	178	185	179
26	119	66	141	106	117	146	168	186	139
27	120	67	140	107	181	147	119	187	182
28	167	68	150	108	185	148	121	188	145
29	178	69	139	109	154	149	156	189	143
30	155	70	127	110	119	150	146	190	169
31	167	71	158	111	183	151	154	191	155
32	177	72	122	112	185	152	159	192	119
33	173	73	121	113	129	153	120	193	137
34	185	74	117	114	154	154	175	194	138
35	183	75	159	115	161	155	141	195	177
36	121	76	166	116	163	156	179	196	171
37	172	77	180	117	184	157	162	197	158
38	143	78	177	118	178	158	130	198	143
39	173	79	174	119	145	159	153	199	183
40	148	80	166	120	163	160	153	200	168



Anexo B.3: Toma de muestras para pasajeros economy con asistencia de trabajador

Toma de muestras pasajeros economy asistido									
número de muestra	valor	Número de muestra	valor	Número de muestra	valor	Número de muestra	valor	Número de muestra	valor
1	99	41	118	81	139	121	140	161	129
2	135	42	132	82	99	122	142	162	140
3	89	43	98	83	137	123	119	163	99
4	127	44	142	84	148	124	94	164	148
5	100	45	147	85	92	125	112	165	85
6	123	46	136	86	118	126	139	166	109
7	119	47	120	87	146	127	96	167	139
8	95	48	138	88	77	128	99	168	91
9	107	49	148	89	86	129	146	169	120
10	148	50	95	90	147	130	107	170	122
11	96	51	127	91	147	131	128	171	135
12	101	52	141	92	118	132	87	172	120
13	92	53	119	93	89	133	147	173	79
14	145	54	106	94	84	134	98	174	83
15	120	55	88	95	125	135	101	175	110
16	142	56	112	96	96	136	115	176	116
17	146	57	139	97	104	137	102	177	147
18	122	58	144	98	133	138	100	178	148
19	139	59	129	99	147	139	145	179	109
20	97	60	121	100	123	140	94	180	100
21	123	61	103	101	139	141	122	181	137
22	89	62	113	102	144	142	87	182	88
23	147	63	84	103	118	143	139	183	113
24	120	64	137	104	137	144	131	184	143
25	98	65	124	105	114	145	142	185	111
26	144	66	148	106	103	146	137	186	108
27	78	67	138	107	91	147	78	187	148
28	139	68	101	108	147	148	147	188	129
29	102	69	146	109	78	149	143	189	83
30	93	70	75	110	136	150	116	190	108
31	134	71	136	111	148	151	107	191	119
32	100	72	94	112	102	152	118	192	113
33	140	73	114	113	138	153	144	193	90
34	147	74	138	114	125	154	105	194	117
35	76	75	82	115	77	155	127	195	147
36	98	76	76	116	139	156	138	196	99
37	140	77	119	117	144	157	93	197	147
38	137	78	128	118	131	158	117	198	142
39	96	79	148	119	144	159	146	199	142
40	113	80	132	120	128	160	110	200	93



Anexo B.4: Toma de muestras para pasajeros economy autoservicio

Toma de muestras pasajeros economy autoservicio									
número de muestra	valor	Número de muestra	valor	Número de muestra	valor	Número de muestra	valor	Número de muestra	valor
1	83	41	55	81	79	121	53	161	70
2	61	42	62	82	57	122	69	162	99
3	65	43	60	83	58	123	62	163	75
4	82	44	66	84	71	124	82	164	100
5	51	45	106	85	61	125	101	165	54
6	52	46	68	86	101	126	53	166	107
7	59	47	94	87	64	127	85	167	96
8	106	48	77	88	95	128	101	168	58
9	68	49	99	89	75	129	74	169	103
10	93	50	52	90	52	130	67	170	66
11	79	51	100	91	101	131	98	171	64
12	53	52	78	92	76	132	56	172	74
13	51	53	93	93	84	133	79	173	104
14	71	54	53	94	79	134	58	174	94
15	65	55	59	95	60	135	96	175	51
16	109	56	92	96	108	136	52	176	105
17	56	57	75	97	99	137	91	177	58
18	84	58	90	98	109	138	83	178	84
19	55	59	53	99	65	139	106	179	59
20	103	60	99	100	91	140	92	180	96
21	67	61	79	101	106	141	109	181	79
22	79	62	61	102	51	142	68	182	103
23	62	63	70	103	102	143	60	183	105
24	107	64	89	104	76	144	79	184	61
25	100	65	66	105	73	145	106	185	94
26	72	66	109	106	69	146	70	186	86
27	57	67	89	107	98	147	81	187	69
28	108	68	51	108	85	148	63	188	74
29	81	69	92	109	56	149	72	189	108
30	77	70	51	110	99	150	96	190	89
31	69	71	105	111	64	151	77	191	80
32	69	72	83	112	80	152	95	192	54
33	105	73	86	113	88	153	65	193	95
34	79	74	73	114	72	154	99	194	90
35	54	75	58	115	57	155	109	195	105
36	109	76	95	116	51	156	63	196	80
37	71	77	107	117	105	157	93	197	74
38	73	78	56	118	81	158	88	198	58
39	63	79	71	119	55	159	51	199	104
40	104	80	97	120	97	160	89	200	66



Anexo B.5: Toma de muestras en kioscos de check-in y retiro de etiqueta para pasajeros economy

Toma de muestras en kioscos de check-in y retiro de etiqueta para pasajeros economy									
número de muestra	valor	Número de muestra	valor	Número de muestra	valor	Número de muestra	valor	Número de muestra	valor
1	76	41	174	81	190	121	100	161	155
2	192	42	160	82	71	122	66	162	130
3	168	43	84	83	180	123	201	163	185
4	86	44	191	84	200	124	175	164	153
5	60	45	67	85	162	125	74	165	63
6	183	46	75	86	200	126	166	166	198
7	144	47	166	87	192	127	184	167	129
8	147	48	69	88	171	128	200	168	72
9	65	49	185	89	158	129	191	169	188
10	109	50	199	90	169	130	176	170	171
11	100	51	58	91	63	131	160	171	65
12	145	52	152	92	182	132	144	172	195
13	198	53	197	93	80	133	79	173	181
14	203	54	173	94	200	134	162	174	58
15	70	55	178	95	133	135	172	175	96
16	177	56	59	96	59	136	198	176	77
17	62	57	143	97	194	137	119	177	82
18	160	58	86	98	105	138	159	178	203
19	128	59	166	99	193	139	98	179	165
20	133	60	176	100	167	140	68	180	68
21	67	61	195	101	179	141	190	181	175
22	146	62	196	102	99	142	181	182	155
23	181	63	150	103	92	143	179	183	186
24	191	64	60	104	197	144	94	184	73
25	174	65	135	105	141	145	172	185	178
26	139	66	189	106	170	146	189	186	149
27	190	67	119	107	178	147	88	187	106
28	169	68	149	108	64	148	149	188	70
29	163	69	203	109	203	149	164	189	173
30	194	70	174	110	165	150	73	190	183
31	77	71	190	111	195	151	134	191	102
32	71	72	65	112	182	152	112	192	168
33	186	73	110	113	68	153	190	193	69
34	201	74	72	114	90	154	202	194	86
35	125	75	183	115	62	155	61	195	193
36	69	76	185	116	180	156	126	196	104
37	177	77	76	117	121	157	173	197	163
38	63	78	116	118	194	158	167	198	78
39	114	79	164	119	108	159	59	199	201
40	172	80	203	120	66	160	187	200	179

Anexo C.1: Resultados de todas las simulaciones

tipo de escenario	número de pasajeros diario	tipo de pasajeros	tipo de tiempo	tiempo [min]
Actual utilización 70%	1094	premium	promedio	2.09
			máximo	4.59
	729	Necesidades especiales	promedio	3.26
			máximo	8.67
	5469	economy	promedio	4.03
			máximo	6.03
actual utilización 100%	1094	premium	promedio	1.96
			máximo	2.48
	729	Necesidades especiales	promedio	2.75
			máximo	4.76
	5469	economy	promedio	4.12
			máximo	5.89
2030 utilización 70%	1757	premium	promedio	2.76
			máximo	8.54
	1172	Necesidades especiales	promedio	30.88
			máximo	56.81
	8789	economy	promedio	6.36
			máximo	21.75
2030 utilización 100%	1757	premium	promedio	1.96
			máximo	3.08
	1172	Necesidades especiales	promedio	4.25
			máximo	17.89
	8789	economy	promedio	5.44
			máximo	14.08
2030 con biometría	441	premium sin biometría	promedio	1.98
			máximo	3.06
	1320	premium con biometría	promedio	1.02
			máximo	2.06
	1172	Necesidades especiales	promedio	4.25
			máximo	17.89
	2198	economy sin biometría	promedio	2.02
			máximo	2.93
	6595	economy biometría	promedio	1.03
			máximo	2.49

(Tabla8: Realizado a partir de los anexos. Fuente: Elaboración propia)



Anexo C.2: Resultados de simulación escenario 1

Object Type ▲ ▼	Object Name ▼	Data Source ▼	Category ▲ ▼	Data Item ▲	Statistic ▲ ▼	Average Total
ModelEntity	pasajerospre	[Population]	Content	NumberInSystem	Average	1.6046
					Maximum	11.0000
			FlowTime	TimeInSystem	Average (Min...	2.0873
					Maximum (Min...	4.5918
					Minimum (Min...	1.4390
					Observations	1,107.0000
	pasajerosesp	[Population]	Content	NumberInSystem	Average	1.8287
					Maximum	11.0000
			FlowTime	TimeInSystem	Average (Min...	3.2591
					Maximum (Min...	8.6668
					Minimum (Min...	2.0951
					Observations	808.0000
	pasajeroscom	[Population]	Content	NumberInSystem	Average	15.7567
					Maximum	41.0000
			FlowTime	TimeInSystem	Average (Min...	4.0330
					Maximum (Min...	6.0339
					Minimum (Min...	2.2326
					Observations	5,626.0000

Anexo C.3: Resultados de simulación escenario 2

Object Type ▲ ▼	Object Name ▼	Data Source ▼	Category ▲ ▼	Data Item ▲	Statistic ▲ ▼	Average Total
ModelEntity	pasajerospre	[Population]	Content	NumberInSystem	Average	1.4361
					Maximum	8.0000
			FlowTime	TimeInSystem	Average (Min...	1.9602
					Maximum (Min...	2.4785
					Minimum (Min...	1.4581
					Observations	1,055.0000
	pasajerosesp	[Population]	Content	NumberInSystem	Average	1.4925
					Maximum	8.0000
			FlowTime	TimeInSystem	Average (Min...	2.7519
					Maximum (Min...	4.7642
					Minimum (Min...	2.1087
					Observations	781.0000
	pasajeroscom	[Population]	Content	NumberInSystem	Average	15.5962
					Maximum	42.0000
			FlowTime	TimeInSystem	Average (Min...	4.1163
					Maximum (Min...	5.8853
					Minimum (Min...	2.2997
					Observations	5,456.0000



Anexo C.4: Resultados de simulación escenario 3

Object Type ▲ ▾	Object Name ▼ ▾	Data Source ▼	Category ▲ ▾	Data Item ▲	Statistic ▲ ▾	Average Total
ModelEntity	pasajerospre	[Population]	Content	NumberInSystem	Average	3.3085
					Maximum	18.0000
			FlowTime	TimeInSystem	Average (Min...	2.7587
					Maximum (Min...	8.5368
					Minimum (Min...	1.4695
					Observations	1,727.0000
	pasajerosesp	[Population]	Content	NumberInSystem	Average	25.6500
					Maximum	66.0000
			FlowTime	TimeInSystem	Average (Min...	30.8829
					Maximum (Min...	56.8082
					Minimum (Min...	2.1064
					Observations	1,196.0000
	pasajeroscom	[Population]	Content	NumberInSystem	Average	38.7176
					Maximum	190.0000
			FlowTime	TimeInSystem	Average (Min...	6.3551
					Maximum (Min...	21.7490
					Minimum (Min...	2.3506
					Observations	8,773.0000

Anexo C.5: Resultados de simulación escenario 4

Average						Drop Column Fields
Object Type ▲ ▾	Object Name ▼ ▾	Data Source ▼	Category ▲ ▾	Data Item ▲	Statistic ▲ ▾	Average Total
ModelEntity	pasajerospre	[Population]	Content	NumberInSystem	Average	2.4484
					Maximum	10.0000
			FlowTime	TimeInSystem	Average (Min...	1.9576
					Maximum (Min...	3.0847
					Minimum (Min...	1.4495
					Observations	1,801.0000
	pasajerosesp	[Population]	Content	NumberInSystem	Average	3.6394
					Maximum	28.0000
			FlowTime	TimeInSystem	Average (Min...	4.2539
					Maximum (Min...	17.8912
					Minimum (Min...	2.1321
					Observations	1,232.0000
	pasajeroscom	[Population]	Content	NumberInSystem	Average	33.4165
					Maximum	120.0000
			FlowTime	TimeInSystem	Average (Min...	5.4385
					Maximum (Min...	14.0833
					Minimum (Min...	2.3230
					Observations	1,232.0000

Anexo C.6: Resultados de simulación escenario 5

Object Type ▲ ▼	Object Name ▲ ▼	Data Source ▲	Category ▼	Data Item ▼ ▲	Statistic ▲ ▼	Average Total
ModelEntity	economybio	[Population]	FlowTime	TimeInSystem	Average (Min...	1,0385
					Maximum (Min...	2,4860
					Minimum (Min...	0,8843
					Observations	6.658,0000
	economynor	[Population]	FlowTime	TimeInSystem	Average (Min...	2,0188
					Maximum (Min...	2,9321
					Minimum (Min...	1,3960
					Observations	2.307,0000
	premiumbio	[Population]	FlowTime	TimeInSystem	Average (Min...	1,0150
					Maximum (Min...	2,0638
					Minimum (Min...	0,8508
					Observations	1.294,0000
	premiumnormal	[Population]	FlowTime	TimeInSystem	Average (Min...	1,9845
					Maximum (Min...	3,0573
					Minimum (Min...	1,4986
					Observations	449,0000

Anexo C.7: Resultados de simulación escenario propuesto

Object Type ▲ ▼	Object Name ▼ ▲	Data Source ▼	Category ▲ ▼	Data Item ▲	Statistic ▲ ▼	Average Total
ModelEntity	pasajerosprenormal	[Population]	Content	NumberInSystem	Average	0.6208
					Maximum	5.0000
			FlowTime	TimeInSystem	Average (Min...	2.1647
					Maximum (Min...	4.9552
	pasajerospreferente...	[Population]	Content	NumberInSystem	Minimum (Min...	1.4509
					Observations	413.0000
			FlowTime	TimeInSystem	Average (Min...	1.2195
					Maximum (Min...	5.4023
	pasajeroscomsolo	[Population]	Content	NumberInSystem	Minimum (Min...	0.8580
					Observations	1,309.0000
			FlowTime	TimeInSystem	Average (Min...	7.1045
					Maximum (Min...	48.0000
	pasajeroscom	[Population]	Content	NumberInSystem	Maximum (Min...	6.4448
					Minimum (Min...	0.8687
			FlowTime	TimeInSystem	Observations	6,572.0000
					Average	5.7170



Anexo D.1: Link ley 19628: Sobre protección de la vida privada

[Ley Chile - Ley 19628 - Biblioteca del Congreso Nacional \(bcn.cl\)](#)

Anexo D.2: Boletín 11144-07: informa el estado en que se encuentra el proyecto de ley: protección y el tratamiento de los datos personales y creación de la Agencia de Protección de Datos Personales

[Senado - Tramitación de proyectos](#)