

**PROPUESTA PARA EL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE MANEJO DE
EQUIPAJE EN EL AEROPUERTO EL DORADO DE BOGOTÁ.**

PRESENTADO POR

JOSÉ RICARDO ARIAS MALAVER

LEIDY PAOLA OVIEDO DUQUE

ANGELICA PÉREZ VAN-CLEEMPUT

**TRABAJO DE GRADO PRESENTADO PARA OPTAR POR EL TITULO DE
ESPECIALISTA EN PRODUCCIÓN Y LOGÍSTICA INTERNACIONAL**

UNIVERCIDAD ECCI

FACULTAD DE POSGRADOS

BOGOTÁ D.C.

2016

PROPUESTA PARA EL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE MANEJO DE EQUIPAJE EN EL AEROPUERTO EL DORADO DE BOGOTÁ.

PRESENTADO POR

JOSÉ RICARDO ARIAS MALAVER - 56126

LEIDY PAOLA OVIEDO DUQUE- 52820

ANGELICA PÉREZ VAN-CLEEMPUT - 49087

TRABAJO DE GRADO PRESENTADO PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE ESPECIALISTA EN PRODUCCIÓN Y LOGÍSTICA INTERNACIONAL

ASESOR TRABAJO DE GRADO

MIGUEL ANGEL URIÁN TINOCO

JULY PATRICIA CASTIBLANCO ALDANA

UNIVERCIDAD ECCI

FACULTAD DE POSGRADOS

BOGOTÁ D.C.

2016

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	8
1. Título de la investigación	9
2. Problema de investigación	9
2.1. Descripción del problema.....	9
2.2. Planteamiento del problema	10
2.3. Sistematización del problema.....	10
3. Objetivos de la investigación	11
3.1. Objetivo General	11
3.2. Objetivos Específicos.....	11
4. Justificación y delimitación de la investigación.....	12
4.1. Justificación.....	12
4.2. Delimitación.....	13
5. Marco de referencia de la investigación.....	14
5.1. Marco Teórico	14
5.1.1. Estrategia Competitiva Organizacional	14
5.1.2. Lluvia de ideas	16
5.1.3 Diagrama de Ishikawa.....	17
5.1.4. Lean manufacturing	17
5.1.5. Mudras o desperdicios del lean manufacturing.....	18
5.1.6. VMS actual y VMS futuro.....	20
5.1.7. Ciclo seis sigma	21
5.1.8 Descripción técnica de los equipos y componentes del sistema de manejo de equipaje.....	23
5.2 Estado del arte	30
5.2.1 Antecedentes investigativos ECCI.....	31
5.2.2 Antecedentes investigativos Nacionales	33
5.2.3 Antecedentes investigativos internacionales.....	34
5.3 Marco legal y normativo	36
5.3.1 Normativa internacional.....	37
5.3.2 Normativa nacional.....	37
5.4 Marco conceptual	38
5.4.1 Palabras Clave.....	38
6. Tipo de investigación	39
7. Marco metodológico	40
8. Resultados	42
8.1. Caracterización de los procesos actuales del sistema de manejo de equipaje del Aeropuerto El Dorado.....	42

8.2 Identificación de las principales oportunidades de mejora dentro del proceso de manejo de equipaje del Aeropuerto el Dorado de Bogotá.....	57
8.3 Propuestas de mejora para ser llevadas a cabo en el sistema de manejo de Equipaje del Aeropuerto El Dorado.....	62
9. Análisis de la información.....	76
10. Planteamiento de la solución.....	77
10.1 Impactos esperados	78
11. Fuentes de obtención de la información.....	78
12. Análisis financiero.....	79
13. Talento humano.....	82
14. Conclusiones y recomendaciones.....	82
BIBLIOGRAFÍA.....	88
CIBERGRAFIA	91

LISTA DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Mapa estratégico de un centro de distribución

- Gráfica 2. Métodos y herramientas esenciales Seis sigma
- Gráfica 3. Esquema del Clasificador de Equipajes
- Gráfica 4. Diagrama de la Inducción
- Gráfica 5. Diagrama de una Bandeja con la unidad de Transporte
- Gráfica 6. Diagrama de una Bandeja con inclinación
- Gráfica 7. Diagrama de una Tolva Tipo 1
- Gráfica 8. Diagrama de una Tolva Tipo 2
- Gráfica 9. Diagrama de una Banda Transportadora Plana
- Gráfica 10. Diagrama la Red de seguridad alrededor del clasificador
- Gráfica 11. Mapa de distribución Física del sistema BHS
- Gráfica 12. Datos históricos de Equipajes quedados
- Gráfica 13. Comparación Anual de Alarmas por atascos en el Sistema BHS
- Gráfica 14. Comparación Anual de Alarmas por atascos en el Sistema
- Gráfica 15. VSM Situación Actual Sistema de Manejo de equipajes Aeropuerto el Dorado
- Gráfica 16. Diagrama de Ishikawa
- Gráfica 17. VSM Situación Futura Sistema de Manejo de equipajes Aeropuerto el Dorado

LISTA DE TABLAS

- Tabla 1. Objetivos Específicos Cuadro Metodológico
- Tabla 2. Matriz DOFA Sistema de manejo de Equipaje
- Tabla 3. Matriz de stakeholders proyecto Aeropuerto el Dorado
- Tabla 4. Análisis stakeholders poder / influencia
- Tabla 5. Dimensiones del Equipaje Permitidas para el ingreso a el sistema BHS
- Tabla 6. Descripción del sistema BHS
- Tabla 7. Mudras del lean manufacturing sistema de manejo de equipaje
- Tabla 8. Comparación VSM Actual y Futuro
- Tabla 9. Formato de indicador de Gestión de Cumplimiento del cronograma de Actividades
- Tabla 10. Formato de indicador de Gestión Eficiencia de los costos del proyecto.
- Tabla 11. Formato de indicador de Gestión Cumplimiento de los entregables del proyecto.
- Tabla 12. Actividades y metas de la propuesta
- Tabla 13. Formato Ficha de producto propuesto
- Tabla 14. Cronograma del Proyecto
- Tabla 15. Costeo del Proyecto
- Tabla 16. Entregables del Proyecto según la actividad a ejecutar

LISTA DE IMÁGENES.

Imagen 1. Equipaje recubierto con vinipel

Imagen 2 y 3. Obstrucción sistema BHS

Imagen 4. Problemas equipaje proceso de clasificación sistema BHS

Imagen 5 y 6. Problemas equipaje por posición y correas en la bandas del proceso de inducción.

INTRODUCCIÓN

El Aeropuerto El Dorado es un sistema de transporte estratégico, no solo para la ciudad, sino para la economía nacional y la competitividad, por el tránsito de pasajeros, mercancías y demás actividades económicas y comerciales del país. El aeropuerto está calificado por Skytrax con Cuatro Estrellas, premiado como el mejor Staff y mejor aeropuerto de Suramérica en el 2016.

El sistema de manejo de equipaje BHS (Baggage Handling System) del aeropuerto internacional el Dorado, está completamente integrado en la entrada y salida de equipajes, único en América Latina, tiene la capacidad de transportar 10.000 equipajes / hora. El proceso de clasificación del equipaje inicia cuando un pasajero decide colocar su maleta en la bodega del avión, realiza el proceso de check in, luego es clasificada y direccionada a través del sistema pasando por los diferentes niveles de seguridad llegando finalmente a ser embarcado en el avión. De igual manera, cuando el pasajero hace la salida del equipaje dentro del aeropuerto, realiza el correspondiente check – out.

Para mantener un concepto de calidad y servicio, a partir de la creación del siguiente documento, se evidenciará las posibles oportunidades de mejora al sistema de manejo de equipajes, en la búsqueda de disminuir los pequeños problemas identificados, basándose en los datos recopilados históricamente mediante la aplicación de herramientas lean manufacturing en relación a las conceptos adquiridos en la Especialización de Producción y Logística Internacional.

1. Título de la investigación

Propuesta para el mejoramiento del sistema de manejo de equipaje en el Aeropuerto El Dorado de Bogotá.

2. Problema de investigación

2.1. Descripción del problema

El Aeropuerto internacional El Dorado cuenta con un Sistema de manejo de equipaje conformado por 1.5 kilómetros de estructura con dos clasificadores de Equipaje o Sorter, donde estos son alimentados por las maletas provenientes del área de Check-in, comprendido por ciento sesenta Counters (mostradores), donde los pasajeros dejan el equipaje que va a ser guardado en la bodega del avión; de allí estos equipajes pasan a ser clasificados, a través de las diferentes líneas de bandas transportadoras y los cinco niveles de seguridad Aeroportuaria; con un tiempo promedio de recorrido por el sistema de treinta minutos por equipaje, hasta llegar al carrusel de salida asignado para ser cargados en los aviones.

Uno de los elementos dentro del sistema de clasificación de equipajes son las chute (tolvas), encargadas de recepcionar los equipajes provenientes de los clasificadores y donde se presentan los mayores números de problemas de atasco y retrasos en el tiempo promedio de recorrido en el sistema.

Los registros de problemas identificados dentro del BHS se encuentran almacenados en el sistema cerrado de cámaras y registros de procesamiento de equipaje del formato HDPE (Hoja De Procesamiento de Equipaje). Según los datos reportados desde el año 2013 al 2015, se evidencia un incremento en los problemas de equipajes quedados en el sistema del 480%, pasando de 179 equipajes en el año 2013, a 864 equipajes en el 2015. (Opain, 2016)

Actualmente en promedio se reciben 10.000 equipajes por hora, de los cuales se maneja un DPMO (cantidad de equipajes quedados por millón) en este caso no puede exceder 500 maletas por cada millón de equipajes quedados en el sistema a causa del funcionamiento del sistema. En esta diferencia de equipajes quedados en el sistema, se encuentran reflejadas las pérdidas tiempo, equipajes con problemas de transporte y demás variables que se desean identificar y estudiar, con el fin de proponer mejoras dentro del proceso.

2.2. Planteamiento del problema

¿Cómo se puede mejorar el sistema de manejo de equipaje en el Aeropuerto el Dorado, de acuerdo a las condiciones actuales?

2.3. Sistematización del problema

¿Cuál es la situación actual del sistema de manejo de equipaje en el Aeropuerto el Dorado de Bogotá?

¿Cómo se pueden identificar las oportunidades de mejora en el proceso de manejo de equipaje del Aeropuerto el Dorado de Bogotá?

¿Cuáles son las propuestas iniciales que se podrían realizar en el Sistema de manejo de equipajes, para mantener y mejorar los niveles de calidad y servicios a los usuarios del Aeropuerto El Dorado?

3. Objetivos de la investigación

3.1. Objetivo General

Realizar una propuesta para el mejoramiento del sistema de manejo de equipaje en el Aeropuerto El Dorado de Bogotá, a través de la aplicación de herramientas Lean Manufacturing.

3.2. Objetivos Específicos

3.2.1 Caracterizar los procesos que se realizan actualmente en el sistema de manejo de equipaje del Aeropuerto El Dorado.

3.2.2 Identificar las principales oportunidades de mejora del proceso de manejo de equipaje del Aeropuerto el Dorado de Bogotá mediante la aplicación de herramientas lean manufacturing.

3.2.3 Proponer acciones iniciales de mejora que se podrían realizar en el Sistema de manejo de Equipaje, para mantener y mejorar los niveles de calidad y servicios a los usuarios del Aeropuerto El Dorado.

4. Justificación y delimitación de la investigación

4.1. Justificación

Ser una de las terminal aérea más competitiva a nivel mundial, es una meta conjunta del Aeropuerto Internacional el Dorado y sus colaboradores, especialmente en el manejo de sus equipajes, donde los clientes buscan las mejores condiciones posibles tanto en la entrada del equipaje (Check in) como en su salida (Check out).

Por tanto, al identificar oportunidades de mejoramiento a través de la aplicación de conceptos y metodologías de carácter productivo y logístico, se busca mantener el estatus e impacto significativo dentro de la región, el país y el continente que tiene el aeropuerto, en la capacidad de mantener altos estándares de calidad y competitividad frente a otros aeropuertos en el mundo. La importancia de la propuesta de mejoramiento radica en identificar aquellos aspectos donde se ve afectado los equipajes dentro del centro de procesamiento y distribución de equipajes; buscando un flujo continuo de acuerdo a las operaciones aéreas, como lo son demoras, retrasos en tiempos de entrada y salida de equipajes, daño o deterioro, pérdida o sobre procesamiento de operaciones.

Aquellas operaciones y actividades que no generan valor dentro del proceso del sistema de manejo de equipajes, aumentan los costos operativos, disminuye la percepción de calidad y servicio al cliente del aeropuerto y reducen las posibilidades de nuevos clientes, actores e inversores dentro de la terminal aérea, por lo tanto se resalta la importancia e impacto que genera la revisión, el diagnóstico y la formulación de propuesta de mejora, encaminadas a desarrollar nuevo aprendizaje, un crecimiento organizacional y la búsqueda del logro de ser reconocida como la mejor aerolínea en Suramérica y el mundo entero, por su experiencia al momento de viajar.

Dentro de los índices de desempeño logístico, como factor clave de competitividad, es de vital importancia que las operaciones inmersas dentro del transporte de pasajeros y mercancías se encuentren alineadas, precisas y efectivas, con el fin de apalancar los proyectos nacionales de desarrollo y competitividad en curso.

Al llevar a cabo este proyecto de investigación, a partir del conocimiento adquirido en el transcurso de la especialización en Producción y Logística Internacional, se está buscando contribuir en el mejoramiento y competitividad de los actores más representativos de la competitividad nacional como lo es el aeropuerto internacional el Dorado.

4.2. Delimitación

El proyecto de investigación está delimitado para desarrollarse dentro de la empresa Beumer Group S.A.S en el Sistema de Manejo de manejo de Equipaje para el Aeropuerto El Dorado de Bogotá.

5. Marco de referencia de la investigación

Los marcos de referencia de la investigación consolidan los aportes principales necesarios para identificar la relación del problema de investigación con estudios de referencia y el diseño del estado del arte de enfoque institucional, nacional e internacional y los temas tratados dentro del marco teórico necesarios para dar una mejor argumentación e interpretación de los resultados obtenidos dentro de la investigación.

5.1. Marco Teórico

El marco teórico definido para el proyecto de investigación está orientado a proporcionar los aportes conceptuales y metodológicos relevantes de diferentes fuentes bibliográficas, para orientar el desarrollo de la investigación y buscar obtener los resultados propuestos a partir de la definición de los objetivos específicos del proyecto de investigación.

Para la construcción del mismo se documentó sobre los temas de Estrategia competitiva Organizacional, Lluvia de ideas, Diagrama de Ishikawa, Lean Manufacturing, Mudas o desperdicios del Lean Manufacturing, VSM y Ciclo de Seis Sigma; así mismo se destacan los aportes significativos de *E-Doc Mastermap*, el cual es el manual de mantenimiento general de todos los equipos que hacen parte del sistema de manejo de equipaje, y describen también la funcionalidad de cada parte, piezas de recambio y todo al detalle; el cual sirvió como guía para alinear la propuesta de mejora en el sistema.

5.1.1. Estrategia Competitiva Organizacional

La estrategia de una empresa puede considerarse como la interacción de sus procesos, actividades con objetivos claros y precisos a través de planes de acción que estén orientados al cumplimiento de su misión y el logro de su visión. Puede ser una ventaja competitiva, diferenciadora y/o innovadora, que permita la generación de valor a sus accionistas, clientes y partes interesadas.

Dentro de las definiciones y postulaciones más significativas acerca de la estrategia se encuentran las siguientes:

La estrategia es el patrón de objetivos y de los principales planes y políticas necesarias para la consecución de dichos objetivos, estableciendo las condiciones del negocio actual y que clase o modelo de negocio se proyecta ser. (Andrews, *s.f.*) (Membrado, 2013)

Según (Ansoff, *s.f.*), definen la estrategia como un conjunto de medios utilizados agrupados en:

Productos y mercados actuales

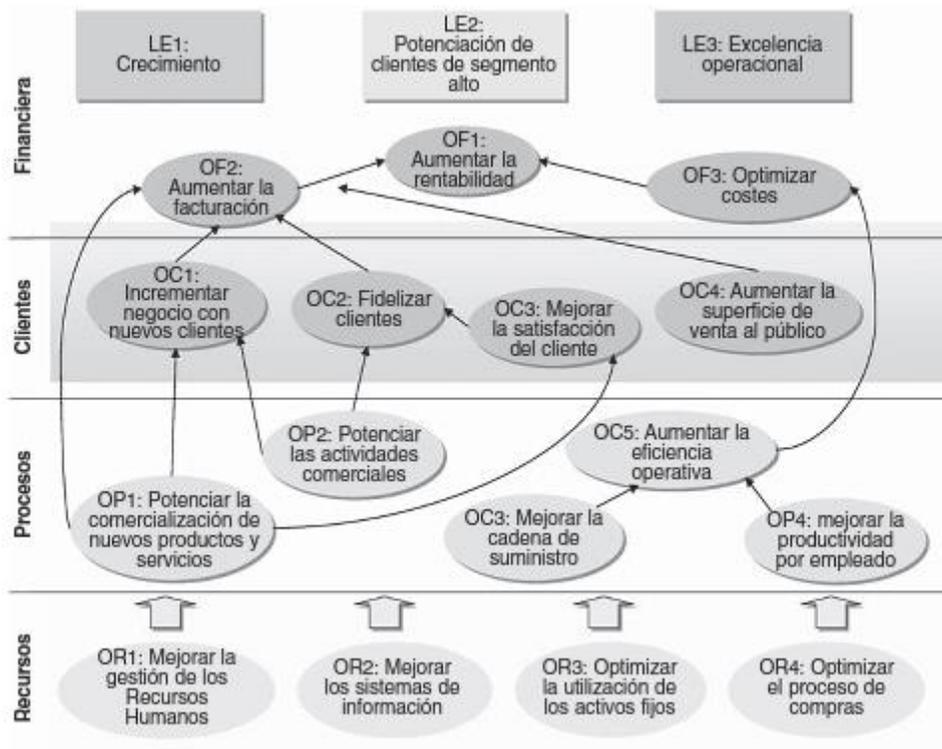
Cambios en los productos y mercados que la empresa proyecta realizar

Ventajas competitivas que puede desarrollar

Sinergia

Para el caso de la aplicación de los elementos y la interacción con los elementos que conforman la estrategia se presenta el siguiente grafico que el cual es un ejemplo dentro de una empresa del sector de la distribución

Gráfica 1. Mapa estratégico de un centro de distribución



Fuente: Membrado, Joaquín. (2013): *Metodologías avanzadas para la planificación y mejora*. Edición Díaz de Santos. Madrid, España. Pág. 119

A través del gráfico anterior se relaciona el centro de distribución con un enfoque estratégico donde se demuestra la relación de los recursos, procesos, clientes y la gestión financiera para la consecución de los objetivos de alto impacto para la organización, en función del crecimiento, la segmentación de clientes y la excelencia operacional.

5.1.2. Lluvia de ideas

La lluvia de ideas o Brainstorming, es una herramienta o técnica de grupo que permite la generación de ideas o aportes sobre un tema en particular, objeto de estudio (González & Domingo & Pérez, 2013). La técnica de lluvia de ideas es atribuida a Alex Osborn en los años 50'; esta primera postulación permitió servir como base para diferentes y avanzadas herramientas de mejora como por ejemplo el análisis de valor, diagrama causa efecto, diagrama de precedencia o afinidad; en fin, son múltiples variantes y despliegues que tiene la lluvia de ideas en relación al contexto y objeto de estudio.

Dentro de la lluvia de ideas se identifica un tema, problema u oportunidad de mejora para abordar por un grupo de personas, con la finalidad de participar activamente y postular ideas, conceptos o puntos de vista con ideas específicas, tangibles y acordes al tema relacionado.

Finalmente, se condensan las ideas relevantes para el tema, se eliminan o sustituyen las ideas duplicadas o similares, se realiza la estructuración de las ideas y se debaten, revisan y evalúan.

Durante el diseño de la herramienta, Osborn realizó una serie de preguntas claves para buscar los mejores resultados en la aplicación de la herramienta a través de las siguientes cuestiones de análisis:

¿Puede tener otros usos si se modifica?

¿Puede adaptarse? ¿Qué otras alternativas se pueden aplicar?

¿Qué puede añadirse? ¿Puede modificarse?

¿Puede ser más ágil? ¿Puede evitar problemas o fallas?

¿Puede sustituirse por otro producto / servicio?

¿Puede redistribuirse? ¿Con que diseño?

5.1.3 Diagrama de Ishikawa

En una de las mejores épocas de la transformación industrial, apalancado por la transformación de los modelos de producción provenientes de la construcción del enfoque lean manufacturing, el señor Kaoru Ishikawa, licenciado en química aplicada, doctor en ingeniería, con amplios reconocimientos y aportes a la ingeniería como los círculos de calidad, la aplicación de modelos estadísticos y la representación de los datos, se le atribuyen metodologías de uso actual como el uso del diagrama de Pareto enfocado en la calidad y el diagrama causa y efecto, espina de pescado o diagrama de Ishikawa.

El diagrama de Ishikawa desarrollado en la Universidad de Tokio en 1943, se estableció como una herramienta de apoyo para los círculos de calidad en función de procesos de mejora para representar de manera simple y orientada la lluvia de ideas e identificar, seleccionar y documentar las causas de variación de la calidad en la producción y realizar los ajustes correspondientes (Guajardo, 2003, p. 72).

El valioso aporte de Kaoru Ishikawa a través del diagrama de Ishikawa, transformo la forma de realizar el tratamiento e identificación de los principales problemas y oportunidades de mejora dentro de los procesos de calidad, que posteriormente se extendieron a todas las áreas y procesos de las empresas con mejores resultados de análisis de información, para esto se recomienda el apoyo y colaboración de todas las personas vinculadas directa e indirectamente con el objeto o situación a mejorar e identificar las mejores aportes para posteriormente centralizar esfuerzos en la búsqueda de los mejores resultados posibles.

5.1.4. Lean manufacturing

La filosofía lean manufacturing es una de las metodologías de mejoramiento en procesos productivos y organizacionales con mayor aceptación y aplicación dentro de las empresas en el mundo entero. El paradigma principal que persigue el lean manufacturing es la eficiencia en la fabricación de sus productos, esta teoría fue desarrollada por los estudios establecidos dentro de la empresa Toyota; posteriormente Toyota, por el ingeniero Taiichi Ohno, quien centralizo su análisis en la eliminación de cualquier actividad que no genera valor para el cliente y consume

recursos de la organización, conocido despilfarro (muda), además identifico la sobrecarga (muri) y la variación (mura), como principales elementos que generan improductividad dentro de los sistemas de producción. (Madariaga, 2013).

Durante tres décadas, Ohno fue generando mayores estudios y análisis de los problemas dentro de los sistemas productivos, diseñando un contraste de herramientas y metodologías de mejora, ampliando la visión y alcance de la metodología lean manufacturing, su aplicación en relación a los problemas y fallas reales dentro de las fábricas.

Si bien, los antecedentes de los sistemas productivos más importantes del siglo XVIII y XIX, provenientes de la primera y segunda revolución industrial, donde los principales exponentes James Watt, con el primer motor a vapor; Eli Whitney con el diseño de productos con piezas intercambiables y Henry Bessemer con el horno a gran escala para la producción del acero, constituyeron los principales aportes de la primera revolución. La segunda revolución, trascendió con mayor impacto en la historia industrial de la humanidad, donde Taylor con su contribución al estudio de métodos y tiempos, Henry Ford y la producción en línea, o Alfred Sloan, con la producción en masa de los modelos de General Motors, generaron mayores implicaciones en el desarrollo científico, tecnológico e industrial de la humanidad.

Taiichi Ohno a partir de la metodología lean manufacturing, establece criterios de competitividad a partir de la reducción de costos de operación, optimización de procesos y actividades, mejoramiento en las condiciones de producción máquina – hombre, con una filosofía de manufactura esbelta, como una relación en función del cliente a partir de la generación de valor, siempre en respeto por el trabajador, un alto nivel de calidad, altos ahorros en costos de producción con un alto compromiso y pasión por la mejora continua.

5.1.5. Mudras o desperdicios del lean manufacturing

Las herramientas lean manufacturing buscan la reducción de actividades que no generan valor dentro de las empresas y la interacción de sus procesos, aumentan los ciclos de tiempos de producción, maximizan costos y evidencian una organización con una estrategia débil y poco competitiva.

La importancia de identificar cualquier actividad o cosa que no genera valor al producto y genera costos adicionales a la producción se denomina muda. (Gutiérrez, 2013). Taiichi Ohno en los estudios realizados en la empresa Toyota identificó siete de los mayores desperdicios o mudas presentes en los procesos productivos: sobreproducción, espera, transporte, sobreprocesamiento, inventarios, movimientos innecesarios y retrabajos o defectos de calidad.

A continuación se realiza una breve descripción de cada una de los desperdicios:

- **Sobreproducción:** producir más de lo requerido o más pronto de lo que solicita el cliente; este problema está asociado a bajo control de la planificación de la producción, mayores costos de inventarios, plan de requerimiento de materiales desbalanceado.
- **Esperas:** Tiempo desperdiciado del disponible por causas asociadas a esperas de material e información, espera de operarios y recurso humano, alistamiento, puesta en marcha de la máquina, mantenimientos no programados, es decir toda sumatoria de tiempo no productivo, en donde no hay generación de valor. Puede afectar las entregas a los clientes del producto solicitado.
- **Transportes:** la realización de movimientos innecesarios o excesivos de personal o material, pueden ser por distribución de planta, secuencia de procesos.
- **Sobreprocesamiento:** esfuerzo de las personas que el cliente no considera como generación de valor, por ejemplo las autorizaciones o aprobaciones redundantes, políticas o directrices, personal poco calificado, diseño y desarrollo del producto
- **Inventarios:** unidades de materias primas, productos en proceso y producto terminado que se acondicionan en espacios estáticos por tiempos relativos para su posterior transformación o entrega final a los clientes. Estas actividades demandan grandes recursos físicos, tecnológicos, humanos para gestionar los inventarios, donde se busca minimizar los impactos generados a los costos totales de producción.
- **Movimientos:** personas o material que continuamente cambian de ubicación física sin sufrir transformaciones o cambiar su estado, ya sea por la distribución de los procesos, el sistema de producción definido, según el diseño y desarrollo del producto.
- **Retrabajo:** es un sobreprocesamiento de unidades que no cumplen con las características y especificaciones de diseño previamente establecidas, demandan mayores tiempos de producción y consumo parcial o total de materias primas, esta muda evidencia falta de controles de calidad en el diseño, desarrollo y fabricación de los productos.

Los procesos esbeltos buscan la identificación de estas mudas o desperdicios y alinear las actividades dentro de los procesos en los cuales se genera valor para el cliente, identificando sus necesidades y expectativas y transformándolas en productos. La identificación de las mudas, permite la aplicación y asociación con otras herramientas lean manufacturing como por ejemplo el VMS (Value Stream Mapping) o mapeo del proceso, para obtener herramientas de gestión más robustas y con mayor alcance, aplicación y beneficios para la empresa donde se aplica.

5.1.6. VMS actual y VMS futuro

Una de las herramientas tradicionales para establecer las diferentes secuencias de actividades y operaciones dentro de un proceso son los diagramas de flujo de proceso o flujogramas, sin embargo, es una herramienta que no permite visualizar más a fondo las operaciones y el flujo de valor dentro del proceso.

Es por esto, que a través de la aplicación de herramientas lean manufacturing, el VMS (Mapeo del proceso), se pueden identificar que actividades están generando valor al producto y cuales están generando mudas o desperdicios.

De acuerdo a (Villaseñor & Galindo, 2011), el VMS contiene todas las actividades requeridas para generar un producto, desde los elementos de entrada del proceso, hasta la entrega a los clientes finales, es decir, la representación gráfica del sistema productivo. A través de esta herramienta se pueden identificar las actividades que generan o no valor al producto y su cliente, además de visualizar el flujo de actividades, materiales e información entre los procesos, las fuentes de desperdicios, la situación actual del sistema, los tiempos de ciclo por cada grupo de actividades o procesos, en fin, se pueden determinar varias de las premisas y variables más importantes de estudio y análisis de los procesos productivos.

El VMS se estructura dentro de dos escenarios; un escenario actual, donde se establece la situación real y presente del sistema de producción, sus procesos y la identificación de mudas, principal objetivo para la eliminación o reducción de estos elementos que no generan valor; por otra parte, se encuentra el escenario futuro, donde se plasman las correcciones o cambios sugeridos dentro del sistema de producción, para mejorar sus condiciones, a través de acciones que puedan eliminar o mitigar el impacto de las mudas o derroches, que permitirá al sistema

mejorar su eficiencia, minimizar los costos de producción, un sistema de producción jalar (desde el cliente hacia la empresa) y establecer procesos con generación de valor.

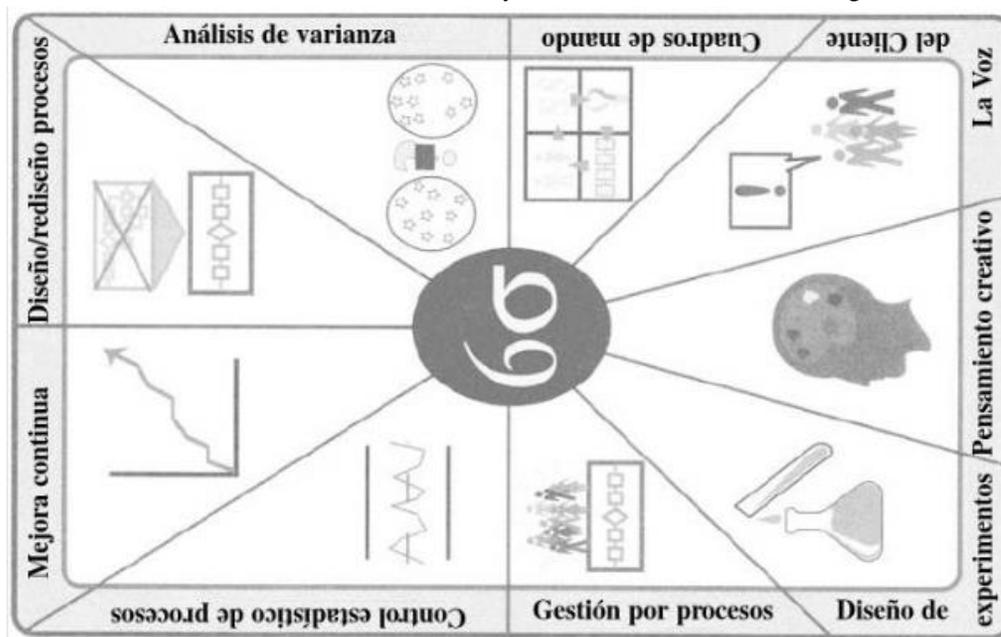
5.1.7. Ciclo seis sigma

Aunque el ciclo PHVA, presentado por Edwards Deming cerca de los años 1950, representa hoy en día una base sólida para establecer procesos de mejora continua, el lean manufacturing, fundamento una metodología con mayor y aplicación a los sistemas productivos con enfoque esbelto, que propone nuevas tipologías de mejora; continua o radical a través del ciclo Seis Sigma: definir, medir, analizar, mejorar, controlar.

En relación a los principios y herramientas del seis sigma (Pande & Neuman & Cavanagh, 2002), proponen que las herramientas seis sigmas son un universo muy amplio, donde se pueden asociar varios elementos de éxito empresarial, entrelazar ideas, tendencias las cuales las principales son:

Comercio electrónico y servicios; Planificación de recursos empresariales; Fabricación ágil
Sistemas de gestión de relación con el cliente CRM; Alianzas estratégicas; Gestión del conocimiento; Gestión en función de actividades; La gestión basada en procesos; Globalización
Inventarios y producción justo a tiempo.

Grafica 2. Métodos y herramientas esenciales Seis sigma



Fuente: Las claves del seis sigma: la implementación con éxito de una cultura que revoluciona el mundo empresarial

A partir de la gráfica, se puede establecer la relación de los procesos relacionados del seis sigma, con una visión estratégica y de mejoramiento continuo, la relación con el cliente, los procesos productivos, herramientas de medición, análisis, seguimiento y evaluación del desempeño con el fin de crear una filosofía en función de la excelencia organizacional, propio de los modelos de manufactura esbelta.

Los principios más importantes según (Pande & Neuman & Cavanagh, 2002), del seis sigma se pueden describir como:

Principio uno “*Auténtica orientación por el cliente*”: satisfacer y superar las expectativas y necesidades de los clientes, mejorar su comprensión e interacción con la organización.

Principio dos “*Gestión orientada a datos y hechos*”: la centralización y direccionamiento de los datos más importantes en función del rendimiento de la organización y la toma de decisiones

Principio tres “*Orientación a procesos, gestión por procesos y mejora de procesos*”: es la relación de la gestión de la interrelación de procesos con el rendimiento, la eficacia y la satisfacción de cliente, es decir la gestión de la cadena logística de aprovisionamiento, producción y distribución.

Principio cuatro “*Gestión proactiva*”: anticiparse a los hechos es una de las mejores formas para reaccionar ante los posibles fallos o problemas en el futuro de una organización, es tener una visión dinámica y creativa de manera competitiva en búsqueda de mínimos problemas de gestión.

Principio cinco “*Colaboración sin fronteras*”: son las cadenas internas de mando jerárquicas que se deben mitigar, los resultados de la organización es la sinergia de cada uno de sus integrantes y actores, y de manera externa es la relación mutuamente beneficiosa entre clientes, distribuidores y proveedores.

Principio seis “*Búsqueda de la perfección, tolerancia a los errores*”: es la relación directa entre la gestión dinámica y estática de la organización, la búsqueda de la perfección supone establecer y diseñar nuevos métodos y transformación dentro de los procesos, lo que puede significar riesgos y fallos de prueba y error, por lo tanto la perfección del seis sigma es un ciclo de mejora.

A través de la estructuración del marco teórico es posible orientar y desarrollar con mayor objetividad y precisión los objetivos propuestos, llevar a cabo el análisis de información actual del problema de investigación con un enfoque estratégico según los lineamientos de competitividad y gestión del Aeropuerto Internacional el Dorado mediante la aplicación de herramientas lean manufacturing y proponer oportunidades de mejora que permitan un mejor servicio y atención a los usuarios de la terminal aérea.

5.1.8 Descripción técnica de los equipos y componentes del sistema de manejo de equipaje

A continuación se describen los principales equipos que hacen parte del Sistema de manejo de Equipaje con sus características técnicas y principales funciones. La información fue tomada del Manual de mantenimiento E-Doc del Aeropuerto El Dorado.

a) Clasificador

Datos Técnicos Generales:

Tipo de clasificador: LS-4000E

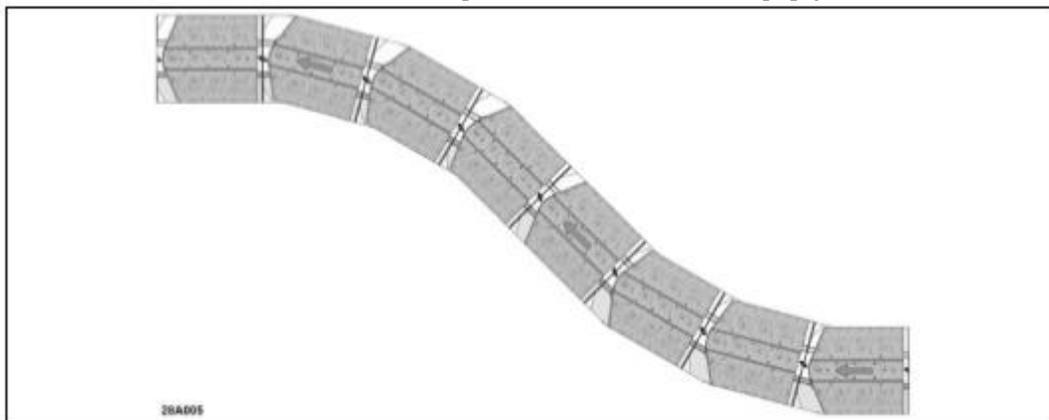
Velocidad del clasificador: 1,8 [m/seg.]

División de carros: 1200 [mm] Anchura de la bandeja: 1000 [mm]

Número de Carros por Clasificador: 599 unidades

Cantidad de Clasificadores: 2 unidades

Grafica 3. Esquema del Clasificador de Equipajes



Fuente: Manual de mantenimiento E-DOC

b) Inducción

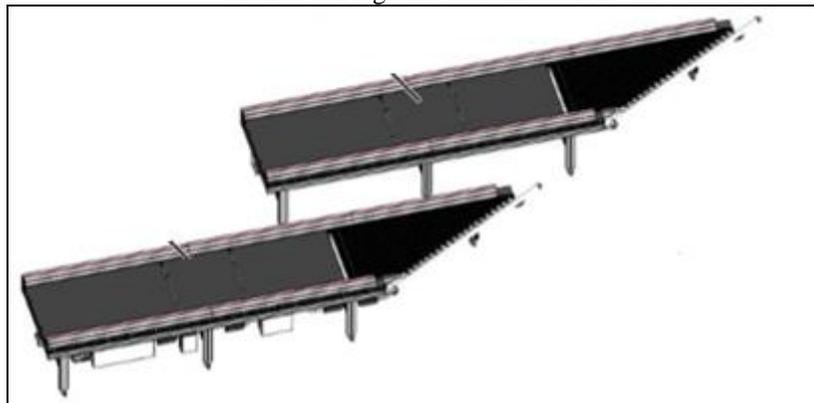
La inducción se construye como una unidad, en la que los objetos se transportan mediante secciones de transportadores de cinta con fotocélulas. Las cintas y las fotocélulas se numeran de este modo:

Cintas: Se numeran empleando como punto de inicio el clasificador (es decir, la número 1 es la más próxima al clasificador).

Fotocélulas: Numeradas como x.y x = número de la cinta donde se encuentra una célula fotoeléctrica. y = número de la fotocélula en la dirección de desplazamiento del artículo.

Cada cinta está equipada con un motor y un inversor de frecuencia que tienen el mismo número que la cinta a la que pertenecen. Cada motor se controla mediante un inversor de frecuencia. Las velocidades de las cintas y los tiempos de tolva se controlan mediante el inversor. Todos los inversores de frecuencia se sitúan en la inducción.

Grafica 4. Diagrama de la Inducción



Fuente: Manual de mantenimiento E-DOC

Interruptor de reparación (interruptor del motor) Si se activa este interruptor se cortará la alimentación de los inversores de frecuencia. La alimentación del sistema de E/S del sistema de control no se ve afectada. El interruptor se utiliza durante la reparación y mantenimiento de la inducción.

Indicaciones de error: La inducción tiene dos tipos de indicaciones de error, que se gestionan de manera diferente según su tipo.

Estos dos tipos son:

1. Errores de artículo
2. Otros errores que requieran reconocimiento manual.

Los errores del Tipo 1 no provocan una parada lógica de la inducción. Eso significa que, aunque se haya detectado un error, la inducción sigue en marcha y la lámpara de funcionamiento permanecerá encendida mientras el error se siga produciendo. Si tiene lugar un error del tipo "artículo demasiado largo", el artículo se detiene en la inducción mientras se informa simultáneamente del error al CSC/MICS y la lámpara de error se enciende. Se deben retirar los artículos en la cinta de inducción y, a continuación, se debe reconocer el error con el pulsador de reposición; la lámpara de error se apagará. La lámpara de funcionamiento permanece encendida durante un error del tipo 1 hasta que se detenga la inducción.

Los errores del tipo 2 provocan una parada lógica de la inducción y que, en consecuencia, la lámpara de funcionamiento se apague. La inducción se debe reiniciar cuando se haya solucionado el error. Cuando la inducción detecta un error de este tipo, todas las cintas se paran y simultáneamente se informa del error al CSC/MICS y la lámpara de error comienza a parpadear. Antes de reconocer el error es necesario quitar todos los artículos.

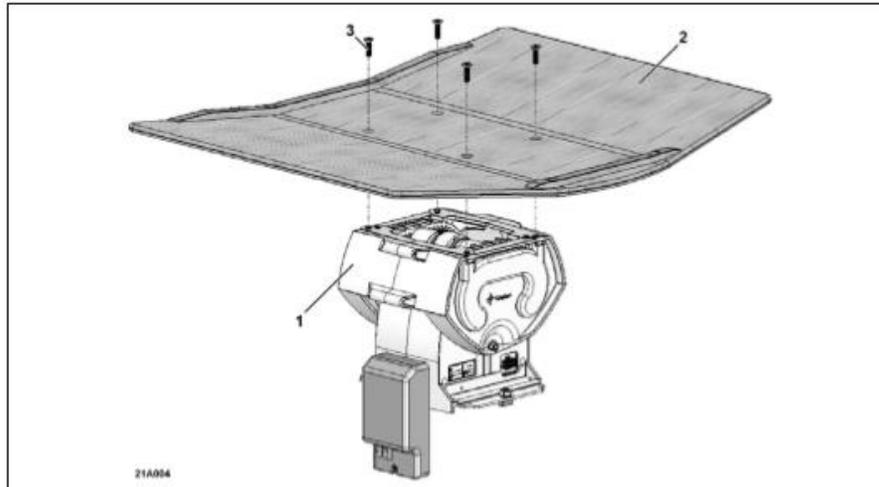
La inducción espera entonces a que un reconocimiento manual confirme que el error se ha solucionado. Cuando se efectúe este reconocimiento manual la inducción investigará (en el caso de algunos de los errores) si el error se ha solucionado. Si ha sido así y se ha presionado el pulsador de reposición de error, se enviará una cancelación de error al CSC/MICS y se apagará la lámpara de error. A continuación se puede reiniciar la inducción.

Modo Ahorro de energía: Si han pasado 60 segundos (la cifra es configurable entre 0 y 30.000 seg.) sin que se hayan transportado artículos a la inducción, ésta pasa a modo de ahorro de energía. En modo de ahorro de energía, todas las cintas se detienen. Mediante un comando de arranque o una señal NIP, la inducción sale del modo de ahorro de energía y las cintas empiezan a moverse de nuevo.

c) Bandeja

La bandeja está montada por medio de tornillos en la parte superior del dispositivo inclinador.

Grafica 5. Diagrama de una Bandeja con la unidad de Transporte



Fuente: Manual de mantenimiento E-DOC

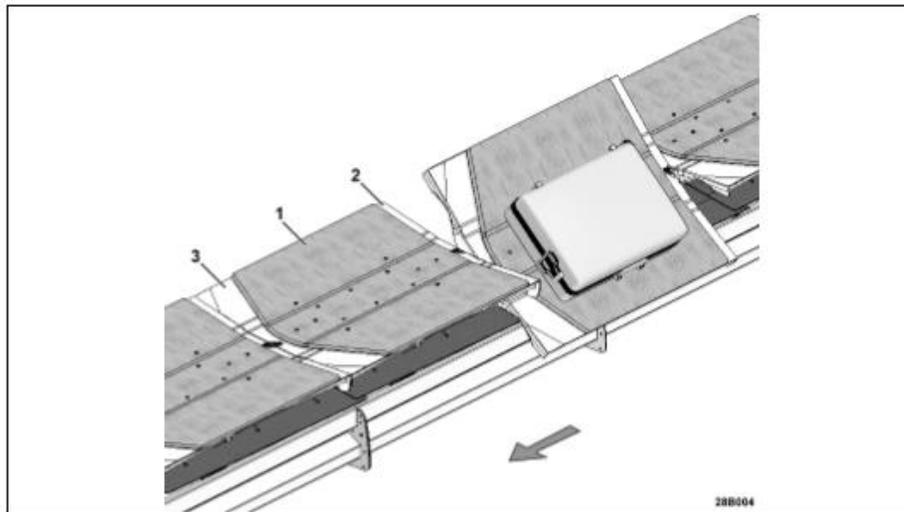
La bandeja funciona como unidad de transporte de los artículos a clasificar desde la inducción hasta la zona de descarga. En la inducción, la bandeja se mantiene horizontal. Cuando se mueve por curvas, el dispositivo inclinador puede hacer que la bandeja se incline con el fin de servir de contrapeso para la fuerza centrífuga del artículo.

La extensión de la inclinación se establece en los controles y depende de la velocidad del clasificador. En la descarga, la bandeja se inclina para volcar el artículo en una descarga. El dispositivo inclinador se inclina mediante una señal eléctrica de la TCB que activa el motor. El motor gira los ejes motrices a través de un engranaje. Las ruedas motrices, que están situadas en cada extremo del eje motriz, engranan con un anillo dentado integrado en la pieza superior del dispositivo inclinador. Las ruedas guía, que se mueven en una pista vertical de la pieza base, mantienen la pieza superior del dispositivo inclinador centrado en relación con la pieza base.

La primera secuencia comienza cuando se recibe una orden de descarga del CTB.DC o después de cualquier retardo del arranque, y continúa hasta que el dispositivo inclinador está totalmente inclinado. El movimiento de inclinación, que dura en total 700 ms, se divide en aceleración, constante y deceleración.

La bandeja funciona como unidad de transporte de los artículos a clasificar desde la inducción hasta la zona de descarga. En la inducción, la bandeja se mantiene horizontal. Cuando se mueve por curvas, el dispositivo inclinador puede hacer que la bandeja se incline con el fin de servir de contrapeso para la fuerza centrífuga del artículo. En la descarga, la bandeja se inclina para volcar el artículo en una descarga.

Grafica 6. Diagrama de una Bandeja con inclinación



Fuente: Manual de mantenimiento E-DOC

d) Tolvas / Chute

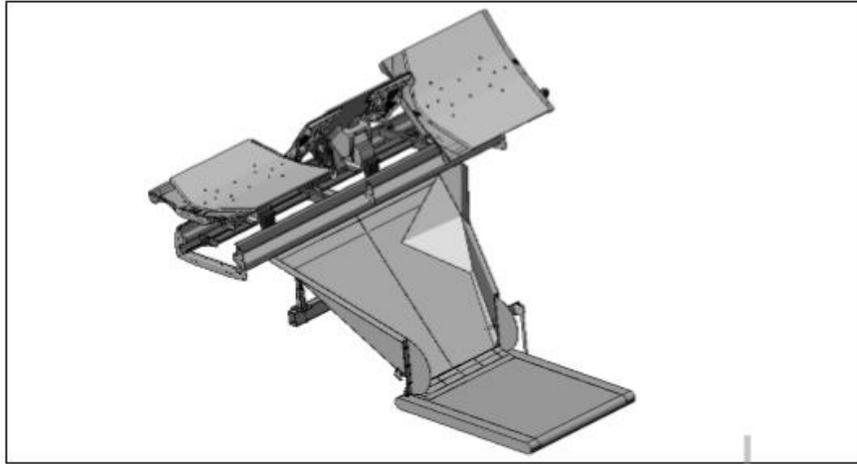
- Tipo 1: *Tolva recta*: La tolva tipo 1 es de diseño recto con una estructura de acero. La entrega implica un soporte de tolva en las zonas de tolva. Las tolvas rectas están dirigidas principalmente a mercancías, donde hay necesidad de descargar y el transportador está instalado en un ángulo de 90° en relación al clasificador. La tolva está compuesta por una tolva recta y una pieza de transición, que induce el equipaje con seguridad hacia el transportador.

La tolva es una unidad doblada de acero inoxidable de 2,5 mm y una brida de 5 mm. La parte superior de la tolva recta está unida a un perfil longitudinal de 80 x 120 mm que está montado en el soporte de tolva. La parte inferior de la tolva se apoya en el transportador posterior.

Las tolvas se caracterizan por su capacidad de manejar productos en los que se necesita que el artículo gire 90° en relación al clasificador. Los equipajes de mayor tamaño girarán 90° en la recta. Esto significa que el equipaje será transportado con la dimensión más larga en la dirección de movimiento. La recta está construida de forma que todas las superficies deslizantes y las

articulaciones sean lisas eliminando el riesgo de que las correas se enganchen, etc. Esto significa que el riesgo de atasco es mínimo.

Grafica 7. Diagrama de una Tolva Tipo 1



Fuente: Manual de mantenimiento E-DOC

Con objeto de detectar cualquier atasco, se coloca una fotocélula de atasco en la entrada de la tolva. Si la fotocélula de atasco queda bloqueada, la tolva se bloqueará para evitar la posibilidad de choques entre el clasificador, los artículos y la tolva.

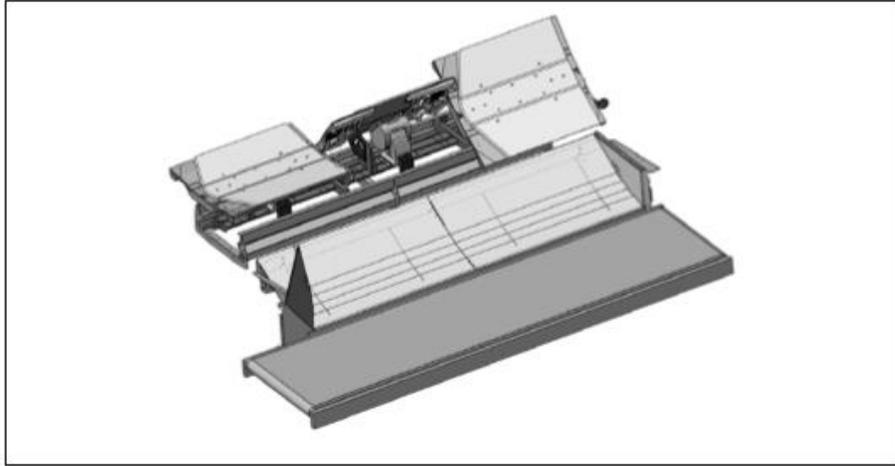
- Tipo 2: *Tolva en paralelo*: La tolva tipo 2 es de diseño en paralelo con una estructura de acero. La entrega implica un soporte de tolva en las zonas de tolva. Las tolvas rectas están dirigidas principalmente a mercancías, donde hay necesidad de descargar y el transportador está instalado en paralelo en relación al clasificador. La tolva está compuesta por una tolva en paralelo, que induce el equipaje con seguridad hacia el transportador. Cada extremo de la tolva cuenta con guías laterales que garantizan que el equipaje se encamina hacia el transportador.

La tolva es una unidad doblada de acero inoxidable de 2,5 mm y una brida de 5 mm. La parte superior de la tolva recta está unida a un perfil longitudinal de 80 x 120 mm que está montado en el soporte de tolva. La parte inferior de la tolva se apoya en el transportador posterior.

Las tolvas se caracterizan por su capacidad de manejar productos en los que se necesita que el artículo se transfiera a un transportador en paralelo en relación al clasificador. Los equipajes de mayor tamaño casi conservarán la orientación desde el clasificador. Esto significa que el equipaje será transportado con la dimensión más larga en la dirección de movimiento del transportador. La

tolva en paralelo está construida de forma que todas las superficies deslizantes y las articulaciones sean lisas eliminando el riesgo de que las correas se enganchen, etc. Esto significa que el riesgo de atasco es mínimo.

Grafica 8. Diagrama de una Tolva Tipo 2

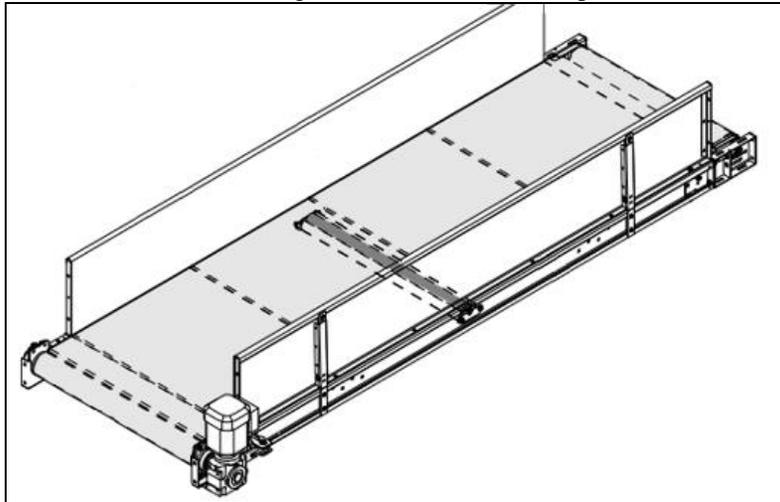


Fuente: Manual de mantenimiento E-DOC

Temperatura/humedad: Las tolvas se han diseñado para una gama de temperaturas ambientales de entre 0° C y 48° C, con una humedad relativa máxima del 99% (sin condensación).

e) Banda Transportadora Plana

Grafica 9. Diagrama de una Banda Transportadora Plana



Fuente: Manual de mantenimiento E-DOC

La banda transportadora plana transporta piezas de equipaje. Según la ejecución, las piezas de equipaje se transportan con velocidad cambiante o sincronizada en cadencia. El transporte se efectúa, sobre una vía de transporte determinada de una longitud definida, de una estación de alimentación a una estación de transferencia.

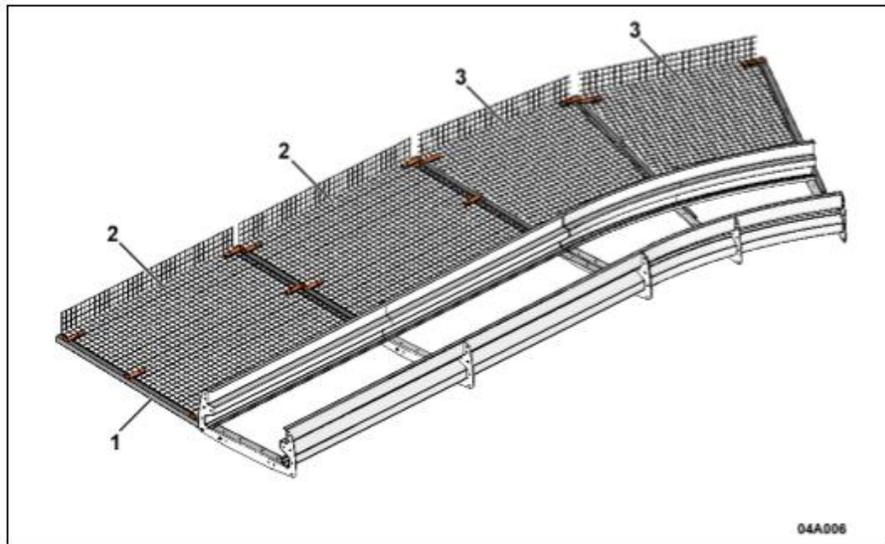
La potencia motriz y la velocidad de transporte son adaptadas a la capacidad de transporte necesaria. En el ramal superior, la cinta transportadora es sostenida por chapas de deslizamiento. El rodillo portante soporta la cinta transportadora en el ramal de retorno. La banda transportadora se compone de los módulos representados en la ilustración. Los puntos de atrapamiento son protegidos mediante dispositivos de protección.

La cinta transportadora es accionada por el tambor de accionamiento. El tambor de accionamiento colocado en cojinetes embridados se ajusta mediante tornillos de ajuste para la corrección del movimiento de la cinta. El motor reductor está equipado de un brazo de reacción.

f) Red de Seguridad

Estructura mecánica La red de seguridad está compuesta por redes de acero soldadas montadas en el balaustre. Los balaustres están montados sobre los bastidores del clasificador

Grafica 10. Diagrama la Red de seguridad alrededor del clasificador



Fuente: Manual de mantenimiento E-DOC

Las redes de seguridad se utilizan para prevenir que artículos caigan hacia el suelo dañando a En cada carro del clasificador hay montado un dispositivo inclinador con una bandeja.

5.2 Estado del arte

Para el desarrollo de este proyecto de investigación se tiene en cuenta la relación que establece los estudios de los antecedentes investigativos a nivel institucional, nacional e internacional, con

el objetivo del proyecto, donde tuvieron en cuenta las herramientas y técnicas de mejora de proceso a través de Lean Manufacturing, en tres aspectos importantes a tratar:

La identificación de problemas y oportunidades de mejoramiento enfocadas en la eficiencia y competitividad del Aeropuerto el Dorado

Los beneficios que la empresa puede percibir mediante la aplicación de técnicas y herramientas Lean Manufacturing

Los casos de éxito en la aplicación de Lean Manufacturing en procesos productivos, en especial los asociados a centros de distribución

5.2.1 Antecedentes investigativos ECCI

Para el estudio del estado del arte, aplicado a tesis de grado institucionales, se exploraron investigaciones relacionadas al problema de investigación principal propuesto en el proyecto de investigación expuesto, identificando la información relevante y de interés, que permite orientar los alcances de este proyecto.

El primer antecedente investigativo titulado *“Propuesta para la utilización de Lean Manufacturing en el centro de distribución nacional de la empresa Hyundai Colombia Automotriz S.A.”* (González, 2013), quien a través de la identificación de altos costos, baja productividad, problemas de calidad en el servicio como causas principales de problemas en el centro de distribución de Hyundai en Bogotá D.C., propone un modelo de implementación de herramientas y técnicas Lean Manufacturing que permitieron realizar una mejora significativa en el takt time o tiempo de ciclo en los tiempos de atención a los clientes, de 3,41 min a 3,07 min, mediante la eliminación o reducción de las principales mudas en el proceso.

Analizando el antecedente investigativo desarrollado en la universidad ECCI *“Propuesta de gestión para optimizar la entrega de paquetes por vía aérea de la empresa transportadora comercial S.A. – TCC”* (Vargas & Sarmiento, 2012), se evidenció que el mal manejo de los paquetes que tenía la empresa TCC estaba ocasionando retrasos en las entregas, incumplimiento con los tiempos pactados y que la mercancía se estaba deteriorando; con la propuesta de mejora que establecieron las autoras permitió una mejor organización del proceso aéreo para el envío de

los paquetes a su vez que la empresa ofreciera otros canales de distribución a los habituales y un adecuado manejo y control de la mercancía.

Todas las mejoras realizadas dentro de un proceso permiten tener ventajas competitivas frente a otras empresas, mejorar el portafolio de servicios con el que cuenta la empresa y lo más importante llevar un adecuado control de todos sus procesos.

El siguiente antecedente investigativo desarrollado en la universidad ECCI titulado *“Propuesta para el mejoramiento y la competitividad Internacional a los procesos de Importación de carga general dentro de la gerencia de logística en S.D.R Bun Colombia”* (Villamil, 2012), realiza un profundo análisis acerca de la importancia de la competitividad de la logística portuaria, identificando cuales son los principales procesos que actualmente están generando demoras, reprocesos y altos costos en la importaciones de Carga en General. Este proyecto estaba soportado por la investigación y aplicación de leyes otorgadas por la Superintendencia de Industria y Comercio y por el CONPES 3527, presentando un estudio detallado con el propósito de minimizar los costos a los usuarios de la cadena de suministro del proceso dentro del contexto internacional.

En el antecedente investigativo titulado *“Protocolo para la prevención del riesgo biológico generado por la exposición del personal de asistencia en tierra en la manipulación de residuos provenientes de vuelos internacionales en el Aeropuerto Internacional el Dorado”* (Serrano & Gómez & Carreño, 2015), se identificó el marco legal nacional e internacional relacionado a las actividades del terminal aéreo, que brinda una orientación y soporte acerca de las condiciones necesarias para los equipajes que se encuentran dentro del sistema de manejo de equipajes.

Analizando el antecedente investigativo desarrollado en la universidad ECCI *“Propuesta de gestión para optimizar la entrega de paquetes por vía aérea de la empresa transportadora comercial S.A. – TCC”* (Vargas & Sarmiento, 2012), se evidenció que el mal manejo de los paquetes que tenía la empresa TCC estaba ocasionando retrasos en las entregas, incumplimiento con los tiempos pactados y que la mercancía se estaba deteriorando; con la propuesta de mejora que establecieron las autoras permitió una mejor organización del proceso aéreo para el envío de los paquetes a su vez que la empresa ofreciera otros canales de distribución a los habituales y un adecuado manejo y control de la mercancía.

5.2.2 Antecedentes investigativos Nacionales

El primer trabajo de grado fue tomado de la Universidad Pontificia Javeriana de Bogotá titulado “*El Aeropuerto El Dorado como centro de logística y distribución hacia el mejoramiento de la competitividad Regional y Nacional*” (Gómez, 2009), establece un análisis sobre el aporte de competitividad de la construcción de la nueva terminal El Dorado, resaltando las capacidades de la región. Igualmente plantea soluciones de movilidad y transporte con el fin de optimizar los procesos logísticos. Dicho trabajo se realizó mediante el análisis del sistema productivo y la comparación de otros Aeropuertos similares como el Aeropuerto de Guarulhos en Sao Paulo Brasil. Posteriormente idéntica la ventajas de la modernización del Aeropuerto El Dorado destacando el incremento de la capacidad de carga, arribos y despegues de aviones con mayor frecuencia y variedad de destinos a todo el mundo, el cuál podría ser el HUB de Carga y pasajeros más grande de Latinoamérica.

El siguiente trabajo de grado relacionado a un análisis de los principales aeropuertos nacionales titulado “*Estimación de la demanda del tráfico de pasajeros en vuelos domésticos de los 5 aeropuertos más importantes de Colombia*”, (Martínez, 2013) realiza un estudio interesante de los niveles de pasajeros, los pronósticos estimados para los próximos años y la capacidad para atender la demanda nacional e internacional. En este trabajo se establece que el Aeropuerto Internacional el Dorado, es el eje aéreo principal del país, como paso obligado de pasajeros (40,16% de los pasajeros nacionales aproximadamente) y mercancía provenientes de destinos nacionales e internacionales para la zona centro del país, donde se encuentran ubicados los principales sectores y empresas económicos, resaltando la importancia de mantener y mejorar la competitividad del país a través de inversión de alianzas público-privadas, la adquisición de sistemas y tecnología de punta y el desarrollo de los operadores logísticos.

El Tercer trabajo relacionado con el manejo de productos ya sea materia prima o producto terminado “*Propuesta de mejoramiento de la confiabilidad de los inventarios en la empresa O-I Cali aplicando herramientas de Seis Sigma y Lean Manufacturing*”, (Buitrago, Delgado & Valdés, 2011) realizan un estudio identificando que un mal manejo de las mercancías afecta de manera directa las finanzas de las empresas, puesto que el manejo de los productos son el punto de partida para una buena planeación, producción, compra y venta; esto ocasiona retrasos, incumplimientos en las entregas, como propuesta de mejora se buscó aplicar herramientas como

Seis Sigma y Lean Manufacturing para estandarizar los procesos y así poder eliminar tiempos de respuesta a los clientes y despilfarro en los costos; manteniendo una capacitación continua al personal involucrado.

El siguiente Artículo “*Responsabilidad contractual del transportador aéreo en Colombia por accidentes, retrasos, pérdidas, y daños al equipaje*” (Londoño, 2012) realiza una descripción del régimen de responsabilidad contractual del transportador aéreo en caso de accidentes, retrasos, pérdidas y daños al equipaje, mediante la recopilación y el análisis de la normatividad aplicable. También hace una interpretación de la responsabilidad contractual, sus presupuestos y sus causales de exoneración que aplican a nivel nacional.

Para complementar la información relacionada a las aplicaciones de la metodología lean manufacturing en proyectos de investigación y tesis, se tendrá en cuenta el trabajo titulado “*Aplicación lean manufacturing en la industria colombiana. Revisión de literatura en tesis y proyectos de grado*” (Arrieta & Salcedo & Sossa, 2011), se hace un profundo análisis acerca de la necesidad de implementar técnicas y herramientas lean manufacturing que contribuya a las empresas nacionales e internacionales a ser más competitivas en los mercados, que garanticen mejores niveles de productividad y calidad de sus productos y servicios. Para resaltar, se establece que las herramientas lean con mayor aplicación dentro de procesos de mejora en las empresas son: seis sigma, just in time, poka yoke, smed, 5's, VSM (Value Stream Mapping), fabrica visual.

5.2.3 Antecedentes investigativos internacionales

Tomando el trabajo de grado “*Descripción funcional y física de sistemas de tratamiento de equipaje*”, (Galán, 2009), se realiza una descripción de la importancia de tener un sistema de tratamiento de equipaje en los Aeropuertos, donde los equipajes son manejados en el menor tiempo posible, con la máxima seguridad e inspección utilizando un alto grado de automatización y seguimiento de estos mediante los escáneres RFID situados a los largo de la instalación, en el que existe una mínima interacción con el usuario u operador. Este sistema se encuentra supervisado desde un centro de control. También realiza la comparación del Aeropuerto de Barcelona con otros grandes grupos de sistemas de tratamiento de equipaje en Europa.

El siguiente artículo “*Modelo de Simulación de los Procesos en Patio de Equipajes en un Aeropuerto de Alta Demanda*”. (Cavada, Cortés, Goepfinger, & Rey, 2012), describe la construcción de una herramienta de simulación del sistema de traslado de las maletas desde el área de counters hasta su ingreso al avión. La herramienta permitió encontrar los cuellos de botella en la operación, así como entender el funcionamiento del sistema complejo con muchos procesos involucrados. El simulador permitió analizar alternativas hipotéticas de operación en patio e indirectamente en counters, así como medir capacidad del sistema bajo diversas modalidades de operación. La herramienta fue construida sobre una plataforma de simulación destinada a simular el tráfico urbano, lo que permite analizar en forma muy precisa la complejidad del sistema de cintas transportadoras donde interactúa el movimiento del equipaje.

La herramienta permite utilizarla en varias aplicaciones, como la simulación de operaciones hipotéticas de escenarios reales con el objeto de entender y cuantificar el impacto de diversas medidas de acción, teniendo en cuenta los indicadores del sistema. Los resultados y análisis de este trabajo permitieron plantear políticas de operación para hacer más eficiente y ordenada la operación de sistema.

El siguiente trabajo de grado titulado “*Implementación de un sistema de automatización en el proceso de conciliación de equipajes para una empresa de transporte aéreo de pasajeros*” (Ronquillo, 2015) tuvo como objetivo atacar uno de los problemas con mayor impacto al pasajero que enfrentan las empresas de transporte aéreo, equipajes extraviados o demorados producto de un ineficiente proceso de conciliación de equipajes. Para esto se identificaron a nivel de todo el sistema las posibles causas. La propuesta finalmente fue la implementación de la automatización del proceso de conciliación de equipajes mediante la utilización de dispositivos capaces de leer el código de barras de las etiquetas o bag tags de los equipajes. De esta forma se pueden analizar los datos en tiempo real cada vez que se ingresa una maleta, haciendo el proceso proactivo y eficiente, permitiendo conocer la ubicación de la maleta y su estatus.

El cuarto trabajo titulado “*Sistema automático monitorizado de transporte y seguridad de equipajes en los aeropuertos*” (Lescano, 2010) plantea el diseño de un sistema Automático de monitorizado de transportes de Equipajes donde se puede realizar la contabilización, pesaje, revisión de seguridad, detectando el contenido de cada equipaje, con el objetivo de distribuir el

equipaje idóneo en las bandas transportadoras. También permite por medio de diferentes alarmas realizar reconocimiento de cada equipaje en el sistema.

El siguiente artículo “Redes logísticas ¿las organizaciones del futuro o el futuro de las organizaciones?” (Ferrari, 2013) tomado de la revista Científica de la Universidad de Mendoza tuvo como objetivo mostrar cómo los cambios ambientales han impactado en los parámetros de diseño de las organizaciones y en los paradigmas de gestión. Se configuran nuevos modos de gestión que exhiben atributos de flexibilidad, creatividad e innovación, y aprovechamiento de la cadena del valor, a través de la integración de los proveedores y clientes; demostrando así la importancia que tiene para la gerencia constituyendo un desafío principal como son los procesos logísticos en las organizaciones construidas sobre la base del cambio.

A través de los antecedentes investigativos a nivel institucional, nacional e internacional se pueden definir las experiencias útiles y beneficiosas que aportan significativamente al tema y objeto de la investigación, resaltando la importancia de aplicar e incorporar la filosofía y herramientas de mejoramiento continuo lean manufacturing, con la finalidad de poder identificar, tratar con mayor claridad los problemas y derroches que se pueden presentar tanto en el análisis planteado en los procesos logísticos de los sistemas de manejo de mercancías y equipajes dentro del Aeropuerto Internacional el Dorado como en muchas empresas manufactureras y de servicios.

5.3 Marco legal y normativo

La necesidad de que la seguridad sea más estricta en los aeropuertos ha puesto bajo el microscopio las políticas y los procedimientos de la aviación, este intenso escrutinio ha resultado en la modificación de las pautas de manejo de equipaje. Y vendrán cambios más rigurosos.

El compromiso de las organizaciones es apoyar la gestión estratégica, promover la cultura de servicio, cumplir los requisitos y expectativas de Clientes, usuarios y partes interesadas, requisitos legales y otros adquiridos voluntariamente para la eficacia y la mejora continua, y así ser reconocidos como el mejor aeropuerto de Latinoamérica por superar las expectativas de servicio de nuestros clientes y aliados.

Para esta investigación se tuvieron en cuenta:

5.3.1 Normativa internacional

Convenio de Montreal de 26 de octubre de 1990: Es un Convenio sobre Aviación Civil Internacional (en vigor en España desde el 28 de junio de 2004), está modificado por Reglamentos comunitarios, con el cual se busca regular el transporte internacional de personas y equipajes o carga en aeronaves a cambio de una remuneración y obligaciones de las partes relativas al transporte de pasajeros, equipajes y carga; responsabilidad del transportista y medida de la indemnización por daños.

Reglamento (CE) 261/2004 del Parlamento Europeo y del Consejo, de fecha 11 de febrero de 2004: por el que se establecen normas comunes sobre compensación y asistencia a los pasajeros aéreos en caso de denegación de embarque y de cancelación o gran retraso de los vuelos

5.3.2 Normativa nacional

La Resolución N° 02591 del 06 de Junio de 2013 de la Unidad Administrativa Especial la Aeronáutica Civil, quien trabaja para garantizar el desarrollo ordenado de la aviación civil, de la industria aérea y la utilización segura del espacio aéreo colombiano, facilitando el transporte intermodal y contribuyendo al mejoramiento de la competitividad del país.

En su Capítulo 3, Artículo 3.10.3, habla del manejo del Equipaje, derechos del pasajero y deberes del transportador. Se informa que el pasajero tiene derecho a transportar consigo y en el mismo vuelo la cantidad de equipaje que le indique el transportador de acuerdo con la capacidad de la aeronave y en todo caso, dentro de los cupos previstos en las normas aplicables. A falta de otra estipulación aprobada a la aerolínea, la cantidad de equipaje se limitará para vuelos nacionales a 20 Kilos en clase económica y a 30 en clase ejecutiva. Para vuelos internacionales el límite será de 40 Kilos.

Artículo 3.10.3.9.1. Mercancías peligrosas El pasajero no deberá embarcar a la aeronave ningún tipo de elemento, sustancias o materiales, que pueda ser considerado como mercancía peligrosa (explosivos, inflamables, tóxicos, corrosivos, radiactivos, etc.), lo cual incluye entre otros, fósforos, fuegos artificiales, combustibles, pinturas, disolventes, pegantes, blanqueadores, ácidos,

gases comprimidos o insecticidas. Del mismo modo deberá el pasajero abstenerse de embarcar cualquier tipo de elemento, droga o sustancia cuyo porte, tenencia, comercio o consumo sea prohibido. Cualquier elemento ordinario, cuyo carácter sea dudoso, deberá ser reportado al momento del chequeo, para que se determine si puede admitirse a bordo o no.

Adicional a esto la *Asociación de Transporte Aéreo Internacional (IATA)*: Es el instrumento para la cooperación entre aerolíneas, promoviendo la seguridad, fiabilidad, confianza y economía en el transporte aéreo, indica el manejo de materiales en aeropuertos el cual debe comenzar en un punto de entrada momento en el cual se le coloca una etiqueta de identificación a cada maleta, esta etiqueta tiene un código de diez dígitos, según las estipulaciones, el cual contiene información sobre la línea aérea, el número de vuelo, el destino, etc. Estos datos son procesados junto con el programa de vuelos del aeropuerto para verificar la puerta de partida, y el sistema de clasificación dirige automáticamente la maleta al sitio de embarque apropiado.

Teniendo en cuenta las estrategias para el desarrollo del sistema logístico nacional y su apoyo efectivo al incremento de competitividad y productividad en cuanto a la política nacional logística, el *Conpes 3547* (Consejo Nacional de Política Económica y Social) está catalogado como el máximo organismo de coordinación de la política económica en Colombia. No dicta decretos, sino que da la línea y orientación de la política macro, el documento se enfoca en el transporte de mercancía y la distribución de bienes y servicios, pues es notable que el transporte tiene un impacto de productividad y eficiencia a nivel empresarial.

5.4 Marco conceptual

Para el desarrollo del trabajo de investigación, se tienen en cuenta términos y definiciones específicas y técnicas, relacionadas al sistema de manejo de equipaje. Para mejorar la comprensión del documento se relacionan las siguientes palabras claves.

5.4.1 Palabras Clave

BHS: Sistema de manejo de Equipaje se usa para reunir, acumular, alimentar y transportar el equipaje.

Báscula: Dispositivo que pesa las maletas.

Banda de despacho: Introduce la maleta al sistema de transportadores.

Banda transportadora: Sistema de transporte continuo formado por una banda continua que se mueve entre dos tambores. Por lo general, la banda es arrastrada por la fricción de sus tambores, que a la vez este es accionado por su motor.

Bag Tag: Etiqueta que se le coloca a la maleta como identificación.

Carrusel: Plataforma giratoria sobre la que se descargan los equipajes.

Clasificador: Es un Sistema de selección y transporte de equipaje al destino de forma correcta, con instalaciones de alto rendimiento de manera rápida y precisa.

Counter: Mostrador de Recepción a los pasajeros.

Displays: Es una pantalla donde el pasajero puede ver el peso de su equipaje.

Equipaje: Se refiere a las valijas, bolsos, maletines y demás contenedores donde las personas trasladan todo lo necesario (ropa, zapatos, cosméticos, libros, documentos, etcétera) para sus viajes y desplazamientos.

Make up: Área de descargue final de equipaje.

Máquinas de RX: Aparato que envía partículas con forma de radiación electromagnética, tal como la luz visible a través del cuerpo. Las imágenes se registran en una computadora o en una película.

Mezanine: Piso intermedio entre dos plantas principales de un edificio.

OPAIN: Empresa constituida con el objetivo único de administrar, modernizar, desarrollar comercialmente, expandir, operar y mantener el Aeropuerto Internacional El Dorado.

Oversize: Fuera de dimensión.

Paneles de operador: Es el panel donde el operador realiza toda la operación de registro de los pasajeros y la maleta.

Sistema de Facturación: Son los únicos lugares de interacción entre los clientes y los sistemas de tratamiento de equipajes. En este sector tan cambiante, es necesario que los sistemas de facturación sean de excelente calidad y que cumplan con las necesidades especiales de los aeropuertos y clientes

6. Tipo de investigación

Este estudio se enfoca en una investigación de tipo descriptiva – proyectiva, ya que se pretende identificar los procesos internos dentro del sistema de manejo de equipaje a través de la aplicación y análisis de los instrumentos de recolección de información, para analizar cuáles son los factores y elementos más relevantes y susceptibles a mejorar, para brindar un mejor servicio a los usuarios del Aeropuerto el Dorado.

7. Marco metodológico

Los datos históricos recopilados mediante los formatos de análisis al sistema y los videos registrados, serán el soporte para el estudio y desarrollo del diagnóstico, se estudiarán las condiciones actuales del sistema de manejo de equipaje para identificar los aspectos más importantes de mayor interés para medir y realizar una propuesta de mejora.

En la tabla 1, se muestra el cuadro metodológico, con las fases propuestas para el desarrollo del trabajo de investigación. Posteriormente, se dará inicio al desarrollo de los objetivos específicos propuestos dentro del proyecto.

Tabla 1. Objetivos Específicos Cuadro Metodológico

Fases	Metodología	Técnicas de Recolección de Datos
1. Caracterización los procesos que se realizan actualmente en el sistema de manejo de equipaje para el Aeropuerto El Dorado	Planeación estratégica	Revisión bibliográfica
	Diagnostico organizacional	Matriz de stakeholders
	Análisis de los procesos del sistema de manejo de Equipaje	Matriz DOFA
	Herramientas Lean Manufacturing	Sesión de grupo y reuniones, mediante lluvia de ideas.
	VSM actual	Recopilación y análisis de la información histórica aportados por la empresa Análisis estadísticos de los datos obtenidos Elaborar un diagrama VSM actual de los procesos a analizar
2. Identificación de las principales oportunidades de mejora del proceso de manejo de equipaje del Aeropuerto el Dorado de Bogotá	Análisis descriptivo de los métodos de trabajo	Revisión video-gráfica Diagrama de Ishikawa
	Revisión y análisis de datos suministrados	Siete mudas o desperdicios de Lean manufacturing
	Herramientas Lean Manufacturing	Elaborar un diagrama VSM futuro del proceso de clasificación

3. Propuesta de acciones iniciales de mejora que se podrían realizar en el Sistema de manejo de Equipaje, para mantener y mejorar los niveles de calidad y servicios a los usuarios del Aeropuerto El Dorado.

Tratamiento de la información obtenida. Propuestas de mejoramiento

Construcción de Propuestas

Fuente: Elaboración propia

8. Resultados

A través del planteamiento del problema y la justificación, se establece el objetivo general del proyecto de investigación y sus respectivos objetivos específicos. Cada uno de los objetivos específicos define las fases de construcción de los resultados de la investigación presentados a continuación:

8.1. Caracterización de los procesos actuales del sistema de manejo de equipaje del Aeropuerto El Dorado

Uno de los principales objetivos del proyecto de investigación es la caracterización del proceso actual del sistema de manejo de equipaje del Aeropuerto el Dorado, para este ejercicio se establece un enfoque estratégico, táctico y operativo, con el fin de poder determinar los lineamientos y directrices que mantiene el Aeropuerto el Dorado, con temas de competitividad nacional y la importancia de determinar la situación actual del sistema de manejo de equipaje y su incidencia dentro de sus objetivos, metas y visión, articulados a los objetivos planteados dentro de los proyectos, planes y condiciones de competitividad y desarrollo impulsadas por el Estado colombiano.

En primera instancia se establece el análisis estratégico del Aeropuerto el Dorado, mediante la construcción de la matriz DOFA (Debilidades, Oportunidades, Fortalezas, Amenazas), con el fin de identificar y priorizar los factores internos y externos que tienen incidencia positiva o negativa en los intereses y la gestión de la terminal aérea.

8.1.1 Análisis estratégico

Dentro del análisis estratégico asociado para el Aeropuerto el Dorado se realiza la matriz DOFA, para evaluar los aspectos internos y externos de la organización y poder determinar las oportunidades de mejora más relevantes, de acuerdo a sus objetivos y gestión de transporte aéreo. Posteriormente, se establece la matriz de los stakeholders o grupos de interés asociados a la realización del proyecto y la gestión requerida por las partes en consideración con sus necesidades y expectativas en la consecución del proyecto de investigación planteado.

A continuación en la tabla 2, se establece la matriz DOFA (Debilidades, Oportunidades, Fortalezas y Amenazas), para el respectivo análisis de la gestión actual del Aeropuerto el Dorado y su relación con el sistema de manejo de equipajes.

Tabla 2. Matriz DOFA Sistema de manejo de Equipaje

	OPORTUNIDADES	AMENAZAS
ANALISIS DOFA	Mejorar el proceso de tratamiento de equipajes	Según normativa de aerolíneas el peso máximo permitido
	Disminuir los tiempos de entrega y salida de equipaje	Pérdida de equipaje
	Estandarizar el procedimiento de desatascos de equipaje en los chutes	Multas a la compañía por la mala clasificación y entregas
	Buscar proveedores locales de bienes y servicios	Daños de equipaje por atasco de equipaje Cortes de energía afectan la disponibilidad del sistema
FORTALEZAS:	<i>ESTRATEGIAS FO : ATAQUE</i>	<i>ESTRATEGIAS FA: DEFENSIVAS</i>
Sistema de información de control y monitoreo	Incluir dentro del Sistema de Gestión de calidad ISO 9001, el procedimiento de desatascos de equipaje en los chutes	Implementar mecanismos que faciliten el transporte eficiente del equipaje
Automatización del sistema de manejo de equipaje(BHS)	Realizar capacitaciones al personal en el Sistema Integrado de Gestión.	Los programas de mantenimiento preventivo se realizan a tiempo, si hay demoras se incurre en multas
Empresa multinacional	Actualizar los sistemas de información y Back up en servidores	
Asistencia en línea de escala mundial con central en Dinamarca y España	Establecer el procedimiento de selección, evaluación y reevaluación de proveedores de la norma ISO 9001	
Certificaciones en ISO 9001; 14001; OHSAS 18001		
Altos estándares y controles de seguridad en el manejo de equipajes		

DEBILIDADES:	<i>ESTRATEGIAS DO: REFUERZO/ MEJORA</i>	<i>ESTRATEGIAS DA: RETIRADA</i>
Aumento de equipajes atascados en el chute	Mantener la información documentada de los tiempos de entrega y salida de equipajes	Para disminuir las fallas de clasificación se requiere mejorar el Plan de Mantenimiento preventivo
Aumento en los tiempos de clasificación de equipajes		Mejorar la estructura física de transporte de equipajes
Fallas en el proceso de clasificación	Contratar personal técnico mecánico o eléctrico con curso de alturas	Reducir los costos y mejorar la calidad del servicio
Manejo de equipaje con recubrimientos	Desarrollar nuevos prototipos y mecanismos dentro del sistema de manejo de equipaje para mejorar los tiempos de entrega	Proponer la adquisición de planta eléctrica para evitar problemas con los sistemas de información
	Revisar la programación de tiempos de transporte del equipaje en los carros clasificadores	

Fuente: Elaboración propia

Al establecer el análisis DOFA para Sistema de manejo de Equipaje del Aeropuerto El Dorado, se pueden identificar las necesidades de mejorar los procedimientos y operaciones dentro del sistema de acuerdo al análisis de los problemas actuales, que pueden perjudicar o poner en riesgo la gestión del manejo de equipajes y los posibles daños a los mismos, de acuerdo a las debilidades y amenazas definidas mediante este análisis. Por esta razón, se establece la necesidad de llevar a cabo una mejor gestión de actividades, asociados dentro del sistema de gestión de calidad y las partes interesadas como proveedores y clientes.

También es necesario identificar de manera clara y precisa la relación de las partes interesadas dentro de la realización del proyecto, con el fin de establecer su relación de poder y su influencia dentro de los objetivos planificados, relacionados con la importancia para el Aeropuerto el Dorado de mantener sus altos niveles de servicio y calidad. A continuación en la tabla 3, se establece el análisis de la matriz de stakeholders definidas para el proyecto.

Tabla 3. Matriz de stakeholders - Aeropuerto el Dorado

MATRIZ DE STAKEHOLDERS								
Categoría de Stakeholders	Subgrupo	Necesidades	Requerimientos	INFLUENCIA		PODER		CONTROL Y EXPECTATIVAS
				ALTA	BAJA	ALTA	BAJA	
Clientes	OPAIN (A1)	Calidad de los productos y servicios	Facilitar la infraestructura para el desarrollo de las actividades.	X		X		Celebrar reuniones de avances sistemáticos Desarrollar el proyecto con éxito según el alcance, tiempo y presupuesto planificado
		Satisfacción del Cliente	Evitar tener equipajes quedados en el sistema					
		Innovación	Invertir I+D+i para el desarrollo de servicios de calidad					
Sponsor (Patrocinador)	Beumer Group (A2)	Principal responsable de la generación de recursos financieros, humanos y de materiales del proyecto	Obtener los resultados esperados del proyecto	X		X		Tener reuniones sólo cuando sea necesario. Percibir mejoras dentro del sistema de manejo de equipajes para su cliente.
Gerente del proyecto	Gerente del proyecto (A3)	Principal responsable de la obtención de los resultados esperados del proyecto	Iniciar, planificar, ejecutar, realizar seguimiento y control y dar cierre del proyecto de acuerdo a los objetivos propuestos, el alcance y el tiempo establecido	X		X		Supervisión y Gestión del Proyecto Indicadores de resultados Informes mensuales de avances
Equipo de Proyecto	Dirección (B1)	Conocimientos del negocio y tener información acerca del progreso del negocio	Formación e Indicadores mensuales	X			X	Celebrar reuniones productivas Check list de actividades de acuerdo al cronograma Reuniones semanales
		Conocer la logística del negocio	Plan de proyecto					
		Lanzar el proyecto	Terminar documentación Encontrar financiación Aceptación de stakeholders y puesta en marcha					
		Finalización del proyecto académico y técnico	Presentación del proyecto Entrega de documentación Aprobación de la documentación del proyecto					
		Personal (B2)	Conocer el producto Motivación, mejora y progresión profesional	Formación Plan RRHH	X			
								Atender y gestionar los requerimientos de personal, materiales, presupuesto para la ejecución del proyecto

Proveedores	Comercios (C1)	Aprender y actualizar el sistema	Formación	X	X	Tiempos de entrega de suministro y/o mecánica
		Beneficio a obtener	Establecer comisiones			
		Novedades, cambios y nuevas modalidades de venta	Información actualizada de los cambios de modelo de venta			
Proveedores de servicios y manufactura (C2)		Información de sistemas/productos que se van a necesitar	Revisión/aprobación de presupuestos	X	X	Proveer de los requerimientos de bienes y servicios con una relación costo/ beneficio y gana/ gana para cliente y proveedor
		Información acerca de novedades y nuevas propuestas	Reuniones aclarativas de nuevas ideas			
Servicios logísticos (C3)		Información de tipo de entregas a realizar	Mapa de recorrido	X	X	Gestionar los tiempos y movimientos de productos sin afectar la ejecución del proyecto
		Normas específicas a cumplir	Normas (temperatura, prioridades...)			
Entidades públicas	Aerocivil Ministerio de transportes	Información acerca de del proyecto	Presentación del proyecto	X	X	Regulaciones legales Reglamentaciones legales Servicios públicos al día
		Documentación del proyecto	Cumplimientos de los requisitos impuestos en plazo y calidad			
		Documentación exigida				

Fuente: Elaboración propia

El análisis de la matriz de stakeholders o partes interesadas del proyecto se establece bajo los criterios de influencia y autoridad sobre el proyecto, los cuales determinan las estrategias principales que se tienen que tener en cuenta para gestionar sus necesidades y expectativas e impacto positivo y/o negativo en la realización del proyecto. En la tabla 4, se establecen las partes interesadas y su clasificación de acuerdo a su poder e influencia.

Tabla 4. Análisis stakeholders poder / influencia

PODER SOBRE EL PROYECTO			
		BAJO	ALTO
INFLUENCIA SOBRE EL PROYECTO	ALTA	Estrategia: Trabajar con ellos. Equipo de proyecto	Estrategia: Trabajar para ello Clientes, Sponsor; Gerente de Proyecto
	BAJA	Estrategia: Mantener informados con mínimo esfuerzo: Entidades Públicas	Estrategia: Mantenerlos informados y nunca ignorarlos: Proveedores,

Fuente: Elaboración propia

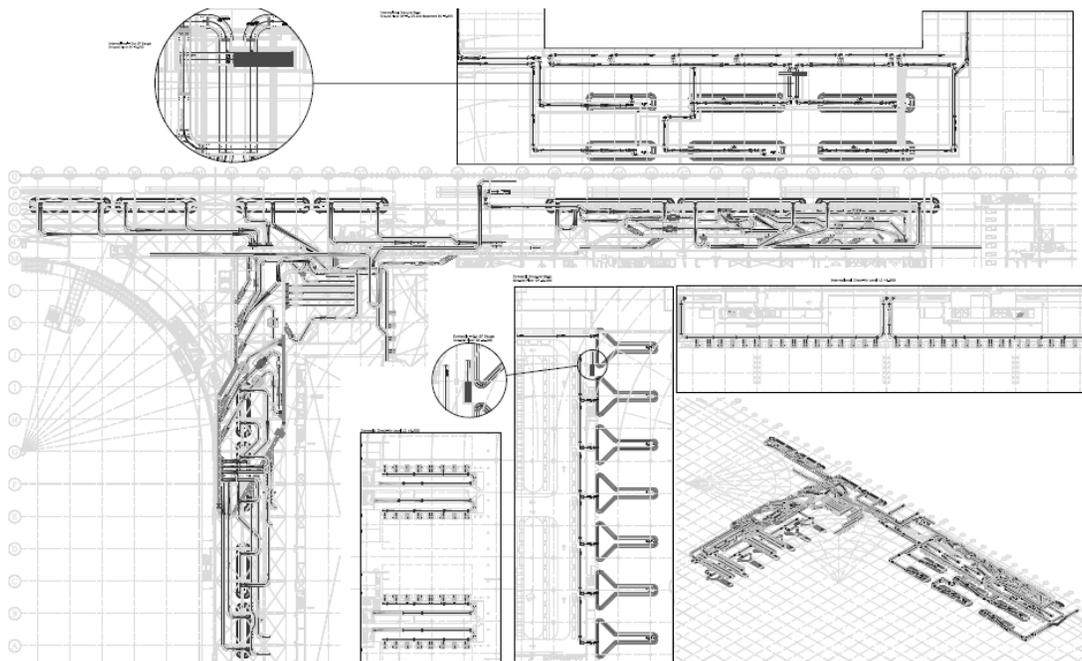
El análisis estratégico establecido a partir de la construcción de la matriz DOFA y la matriz de stakeholders, permite identificar la importancia del proyecto para el Aeropuerto el Dorado de acuerdo al estudio de sus factores internos y externos, con base a su situación actual y gestión de las necesidades y expectativas de las partes interesadas con la realización del proyecto.

8.1.2 Análisis táctico

Para efectos de este estudio se realizó inicialmente una descripción del proceso actual del proceso de manejo de equipajes, en el cual se encontrarán los puntos críticos y se brindará la solución a estos.

El Aeropuerto el Dorado es considerado el más moderno de Latinoamérica. Su sistema BHS tiene más de 7 kilómetros de bandas y su componente central son dos (2) clasificadores de equipaje con 600 bandejas cada uno, con la capacidad de procesar 10.000 maletas por hora, diferentes tipos de equipaje excepto aquel que considerado sobredimensionado será aceptado en el sistema de manejo de equipaje en los 128 mostradores de registro(counters), 8 counters de Re-check in (Conexiones), 4 bandas de entrada de equipaje de transferencia, 11 carruseles para equipajes de salida y 17 bandas de alimentación hacia los 13 carruseles de reclamo de equipaje. En la gráfica 11, se establece la distribución actual del sistema de manejo de equipaje dentro del aeropuerto el Dorado.

Gráfica 11. Mapa de distribución Física del sistema BHS



Fuente: Sistema de control y monitoreo SCADA, Aeropuerto El Dorado de Bogotá

Un aspecto importante a considerar son las dimensiones y especificaciones de las maletas dentro del sistema de manejo de equipajes. A continuación se describe el tamaño máximo y mínimo del equipaje aceptable en el sistema:

Tabla 5. Dimensiones del Equipaje Permitidas para el ingreso a el sistema BHS

Tamaño Normal de Equipaje:			Tamaño OOG de Equipaje:		
	Máximo	Mínimo		Máximo	Mínimo
Longitud	1370mm	230mm	Longitud	2400mm	300mm
Ancho	610mm	150mm	Ancho	1000mm	76mm
Altura	766mm	75mm	Altura	1000mm	76mm
Peso	55Kg	0,5Kg	Peso	55Kg	0,5Kg

Fuente: OPAIN S.A. Concesionario del Aeropuerto Internacional El Dorado

Si el equipaje cuenta con las características establecidas, permitirá una operación segura, evitando posibles daños y retrasos operacionales. Si el pasajero requiere enviar un equipaje de pequeñas dimensiones los agentes de los counters o el personal de servicio están obligados a utilizar una de las bandejas porta equipaje dispuestas para colocar el equipaje de tamaños y formas irregulares, equipaje que no tiene un fondo plano como los morrales deportivos, equipajes con tirantes, maletas pequeñas y redondas entre otras. Si se trata de equipajes con formas irregulares como sombrillas, coches, estos deberán ser entregados en el área de sobredimensionados (oversize).

El sistema BHS tiene la capacidad de clasificar automáticamente todos los equipajes que ingresen al sistema mediante unos scanners, los cuales detectan los códigos de barras de cada Bag Tag de los equipajes que ingresen por las bandas transportadoras ya sea desde check in, Recheck in o transferencia.

La información del equipaje que se carga en el sistema el número de Tag, hora de salida de vuelo, y así poder hacer seguimiento de los equipajes dentro del sistema. El bag tag debe colocarse en una parte visible en la parte superior de cada equipaje, junto con los mini tag, estos no deben estar deteriorados, borrosos o el sistema lo llevara automáticamente al área de codificación manual MES (Manual Encoding Station). El equipaje para ser ingresado al sistema siempre debe colocarse sobre las bandas transportadoras con las ruedas hacia arriba.

8.1.3 Análisis operacional

El análisis operacional está constituido por la caracterización del sistema de manejo de equipaje y los procesos que lo conforman. Este es uno de los puntos principales para abordar el problema de investigación, en la primera parte se establece la descripción de cada una de las etapas del proceso que lo conforman, con el fin de comprender mejor la situación actual. Posteriormente, se realiza la diagramación de los procesos aplicando las herramientas lean manufacturing a través del VSM (Value Stream Mapping) o mapeo del proceso actual, identificando de una forma más resumida y visual los aspectos más importantes que lo conforman.

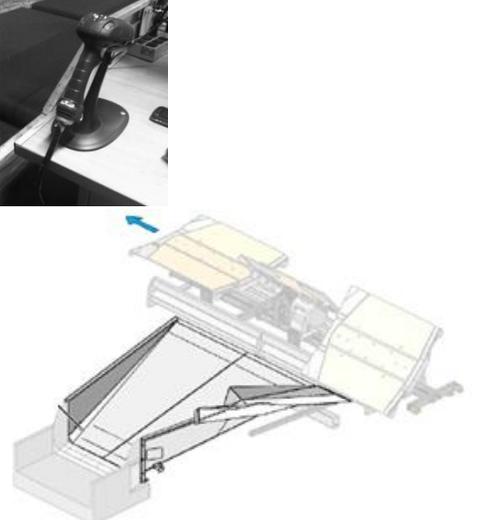
A continuación, en la tabla 6, se establece la descripción de cada uno de los procesos del sistema de manejo de equipajes BHS:

Tabla 6. Descripción del sistema BHS

Proceso	Descripción	
Check in	<p>Proceso mediante el cual un agente registra la llegada de un usuario y realiza el ingreso del equipaje alimentando el Sistema de Manejo de Equipaje (BHS).</p> <p>En este proceso se identifica el equipaje mediante un Bag tag o Sticker con código de barras que servirá para ser identificado y localizado en cualquier parte del sistema BHS.</p>	
Ingreso al sistema	<p>El equipaje realiza un recorrido sobre las líneas de (TR) transporte hasta llegar al clasificador finalizando la línea con una inducción. En este proceso se desplazan sobre las bandas transportadoras.</p>	

Inducción	<p>La inducción de bandas transportadoras en la que los objetos se transportan en 4 secciones de transportadores con fotocélulas. Está compuesta por 20 cintas equipadas con un motor y un inversor de frecuencia los cuales controlan la velocidad del equipaje inducido al clasificador.</p> <p>El equipaje es impulsado sobre estas últimas cintas de la inducción hasta ser ubicado en una bandeja del clasificador.</p>	
-----------	--	--

Clasificación	<p>En el proceso de clasificación, el equipaje realiza un recorrido en los clasificadores sobre una bandeja hasta llegar a la línea de inspección asignada. Durante el recorrido es identificado por una serie de scanner que permiten localizar el equipaje.</p>	
---------------	---	--

<p>Descargue en líneas de inspección RX</p>	<p>La maleta luego de ser clasificada de acuerdo al Bag Tag, es descargada en las líneas de inspección y seguridad para verificar que el equipaje no lleve ningún elemento extraño como: metal, armas, narcóticos etc.</p> <p>Luego de pasar por las máquinas de RX, el equipaje es de nuevo inducido al clasificador para ser enrutado en el destino.</p> <p>Existen 5 niveles de seguridad del equipaje el cual dependerá de su contenido; esto implica que el equipaje realice uno o cinco recorridos por las líneas de inspección,</p> <p>El ingreso a esta línea de bandas transportadoras es mediante una Tolva y finaliza nuevamente con una inducción.</p>	
---	--	---

Inducción	<p>El equipaje es de nuevo inducido al clasificador, esto de acuerdo a la ruta asignada.</p>	
-----------	--	--

Clasificación	El proceso de clasificación del equipaje para ser direccionado a su destino en el make up asignado	
Descargue en las líneas de make up	<p>El equipaje es descargado en las líneas de make up, llegando finalmente a un carrusel, de donde es retirado el equipaje del sistema.</p> <p>El ingreso a esta línea es mediante una Tolva, luego desciende por bandas transportadoras y termina el descargue finalizando el descenso con un chute de acero inoxidable hasta llegar al carrusel.</p>	

Fuente: OPAIN S.A. Concesionario del Aeropuerto Internacional El Dorado

Según la recopilación de los datos históricos registrados anualmente en los formatos de equipajes quedados y en el sistema de operación interno del Aeropuerto El Dorado, se evidencia un incremento de equipajes quedados, según lo demostrado en la gráfica 12. Los registros de los problemas fueron identificados dentro del BHS a través de la información almacenada por el sistema cerrado de cámaras y registros de procesamiento de equipaje del formato HDPE (Hoja de Procesamiento de Equipaje). Al analizar los datos reportados desde el año 2013 al 2015, se evidencia un incremento en los problemas de equipajes quedados en el sistema del 480%, pasando de 179 equipajes en el año 2013, a 864 equipajes en el 2015. (Opain, 2016).

Gráfica 12. Datos históricos de Equipajes quedados

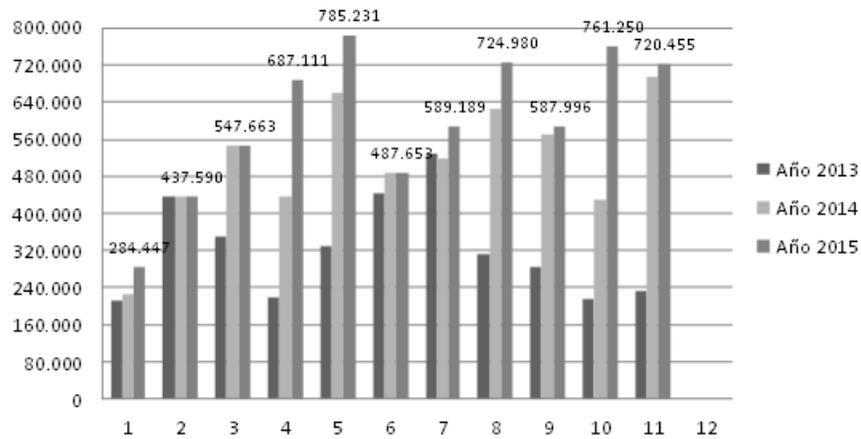


Fuente: Sistema de información BHS- Aeropuerto El Dorado

Al identificar la relación del número de paradas que mayor tienen incidencia dentro del sistema de manejo de equipaje se pueden comparar la relación creciente de problemas relacionados de acuerdo a los registros de alarma del sistema de información. Dentro de los datos obtenidos a partir del 2013 hasta el año 2015, se relaciona el número de incidencia por años en la gráfica 13.

Gráfica 13. Comparación Anual de Alarmas por atascos en el Sistema BHS

Comparación Anual de registro de alarmas por Atascos



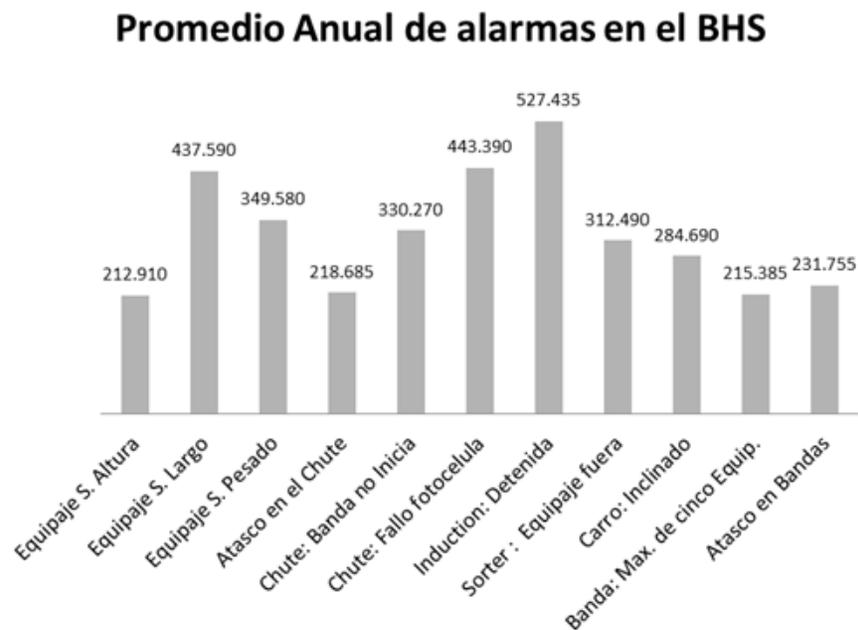
Fuente: Sistema SCADA BHS- Aeropuerto El Dorado

En la gráfica de comparación anual de atascos en el sistema BHS, el sistema de alarmas ha venido incrementando continuamente el número de errores y fallos dentro del sistema de manejo de equipajes, haciendo relación al incremento de equipajes quedados en el año 2015. Los

registros de alarmas generan micro paradas en el sistema, y aumento de las inspecciones y controles del personal para hacer los diferentes ajustes y operaciones para gestionar el flujo de equipajes dentro del sistema.

Al identificar las variables que mayor tienen incidencia dentro del sistema de manejo de equipaje se pueden tipificar los principales problemas asociados a los registros de alarmas del sistema de información. Dentro de los datos obtenidos a partir del 2013 hasta el año 2015, se relacionan en la gráfica 14.

Gráfica 14. Comparación Anual de Alarmas por atascos en el Sistema



Fuente: Sistema SCADA BHS- Aeropuerto El Dorado

En la gráfica se evidencia el reporte de los problemas más significativos del sistema de alarmas promedio anual registradas en el sistema de información y control SCADA del BHS, lo cual indica que hay una alta incidencia en los equipajes que están sobredimensionados, igualmente se evidencia los problemas relacionados a los equipajes atascados en los chute ya que relaciona tres de los principales problemas.

La mayoría de los atascos e incidencias en el sistema son resueltos por personal de apoyo que no debe tardar más de cinco minutos en ejecutar esta acción.

Finalmente con el análisis de los datos históricos anteriores, tuvo como objetivo la identificación de las incidencias más relevantes en el sistema, delimitando los números y los tipos de fallas más frecuentes, analizando la información obtenida y comparándola en los años 2013-2015, resaltando así que la mayoría de las incidencias ocurren en los chutes.

8.1.4 Mapeo del proceso situación actual

A través de la aplicación de las herramientas lean manufacturing, y con el fin de evaluar las condiciones actuales del sistema, se puede caracterizar la situación actual del proceso mediante la metodología del VSM (Value Stream Mapping) o mapeo del proceso de la situación actual.

A diferencia de la relación de los procesos asociados dentro del numeral 7.1.3 Análisis operacional; en la tabla 6, donde se realiza la descripción de cada uno de los procesos, esta es la base para realizar el diagrama VSM, de una forma resumida y grafica representando la interacción de los mismos con el flujo de valor dentro del sistema, en actividades y tiempo, es decir comprende un análisis cualitativo y cuantitativo de las operaciones, indicando de manera más precisa y acertada, en que proceso o procesos se debe hacer una mejor gestión de las actividades.

Se establece el VSM, como la herramienta del lean manufacturing que permite identificar aspectos importantes dentro del análisis del sistema de manejo de equipaje, el flujo de valor de los procesos que lo conforman desde que entra el pasajero del aeropuerto el Dorado con su(s) equipajes en check – in, hasta la posterior salida de los mismos en check –out su cargue dentro del avión, identificando los tiempos relacionados a cada uno de los procesos asociados, las actividades donde se pueden evidenciar fuentes de mudas o desperdicios y aquellos tiempos que no agregan valor a la operación y deben ser eliminados o mitigados al máximo.

En el grafico 15, se establece la relación de los elementos del sistema de manejo de equipaje a través de la representación del diagrama VSM en la situación actual.

A partir de la elaboración del VSM de la situación actual del sistema de manejo de equipaje del aeropuerto el Dorado, se establece de forma gráfica y representativa la información necesaria para identificar y caracterizar de una manera objetiva y resumida el flujo de valor que recorre los equipajes durante los procesos de procesamiento, clasificación, inspección y salida.

Dentro del diagrama se establecen la interacción de los clientes o pasajeros y el Aeropuerto el Dorado, como proveedor de servicios de transporte aéreos. También, mediante este análisis, se determina el tiempo de flujo de los procesos, estableciendo una relación del tiempo de ciclo de un equipaje y los tiempos muda o tiempos que no generan valor al proceso. Estas mudas en tiempo, están acompañadas de problemas o fallos dentro del sistema en sus condiciones actuales, como la entrada del equipaje y sus características de forma y tamaño, son variables de entrada las cuales deben ser estudiadas y analizadas con mayor claridad, para evitar afectaciones de la operación en el sistema.

Con la construcción del VSM, de la situación actual del sistema de manejo de equipaje, se establece una información preliminar de gran importancia para la toma de decisiones por parte del Aeropuerto el Dorado, respecto a la mediciones de servicio y calidad para sus usuarios en el transporte de sus equipajes, los puntos focales en donde debe intervenir para mejorar sus procesos, asociar a sus trabajadores para la conformación de grupos de trabajo para mejorar las condiciones actuales y poder determinar las condiciones futuras del sistema a través del diseño del VSM, de la situación futura o ideal.

8.2 Identificación de las principales oportunidades de mejora dentro del proceso de manejo de equipaje del Aeropuerto el Dorado de Bogotá

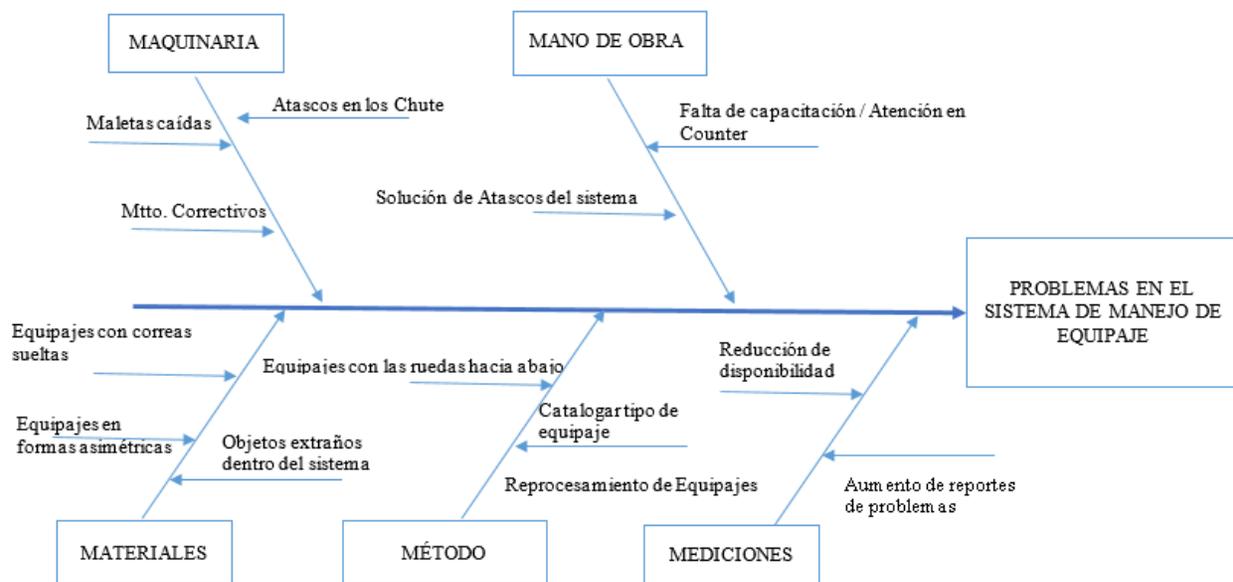
A través de la construcción del diagrama VSM de la situación actual del sistema de manejo de equipajes del Aeropuerto el Dorado, se establecen las bases para la postulación de oportunidades de mejora dentro de los procesos que lo conforman.

Para identificar y determinar con mayor precisión la identificación de los principales problemas y oportunidades de mejora encontrados en el sistema de manera visual, se realiza el siguiente diagrama de Ishikawa, segmentando las categorías que influyen dentro del sistema en los siguientes grupos; maquinaria, mano de obra, materiales, método y mediciones, estableciendo los principales problemas a través del análisis de causa – efecto planteado por este tipo de análisis.

8.2.1 Grafica ishikawa

Mediante la construcción de la grafica de Ishikawa, se identifican los siguientes problemas dentro de las categorías establecidas en el analisis de causa y efecto. En la grafica 16, se establece la información mas importante del diagrama de Ishikawa.

Grafica 16. Diagrama de Ishikawa



Fuente: elaboración propia

La relación de las causas más frecuentes de problemas dentro del sistema de manejo de equipajes quedados representadas a través del diagrama de Ishikawa, evidencian las mudas más significativas dentro del estudio. Asociando la herramienta lean manufacturing “7 mudas o derroches” a través de la tabla 7, se clasificaron los siguientes aspectos identificados y estudiados.

Tabla 7. Mudras del lean manufacturing sistema de manejo de equipaje

CLASIFICACIÓN DE MUDA	DESCRIPCIÓN	PROCESO ASOCIADO
Sobreproducción	Maletas atascadas en cualquier banda por tener las ruedas hacia abajo y herrajes o hebillas sueltas, genera que se tengan que realizar nuevamente su posición en banda de manera manual	Check in
Esperas	En los carruseles se detienen cuando el carrusel está lleno de equipajes y las personas encargadas no los liberan a tiempo.	Clasificación 1
Transportes	Maletas que en el proceso de check in no son colocados en la bandeja gris como son los equipajes que tienen tirantes o están fuera de las dimensiones permitidas (muy pequeños, livianos, pesados o redondos).	Check in
Sobreprocesamiento	El personal de registro y atención en los counters cambia con frecuencia y no está identificando las dimensiones permitidas para ingresar un equipaje al sistema, y no tienen los procedimientos y métodos claros.	Check in, ingreso al sistema, Inducción 1, Clasificación 1
Inventarios	Maletas que contengan líquidos y se derramen o estén mojadas hacen que se atasquen en los chute y no continúen con el flujo del proceso generan inventarios transitorios de equipajes en el sistema.	Ingreso al sistema, Inducción 1 y 2, clasificación 1 y 2
Movimientos	Maletas que por estar sin la dimensión permitida, se atascan entre las bandejas del clasificador ocasionando que la bandeja quede inclinada y dañe los sensores que se entran a lo largo del clasificador.	Ingreso al sistema, Inducción 1 y 2, clasificación 1 y 2
Retrabajo	Múltiples atascos en los chutes por maletas que no deslizan completamente por el chute hasta llegar a las bandas transportadoras por estar envueltas en Vinipel de forma asimétrica. Maletas con bag tags en mal estado o borroso.	Ingreso al sistema, Inducción 1 y 2, clasificación 1 y 2

Fuente: elaboración propia

A través de los registros fotográficos y del sistema de video, dentro del sistema de manejo de equipaje, fueron evidenciados con mayor claridad los problemas mencionados con el apoyo del siguiente material gráfico, según las imágenes 1 a 6 relacionadas a continuación:

Imagen 1. Equipaje recubierto con vinipel



Fuente: Sistema información BHS

Imagen 2 y 3. Obstrucción sistema BHS



Fuente: Sistema información BHS

Imagen 4. Problemas equipaje proceso de clasificación sistema BHS



Fuente: Sistema información BHS

Imagen 5 y 6. Problemas equipaje por posición y correas en la bandas del proceso de inducción.



Fuente: Sistema información BHS

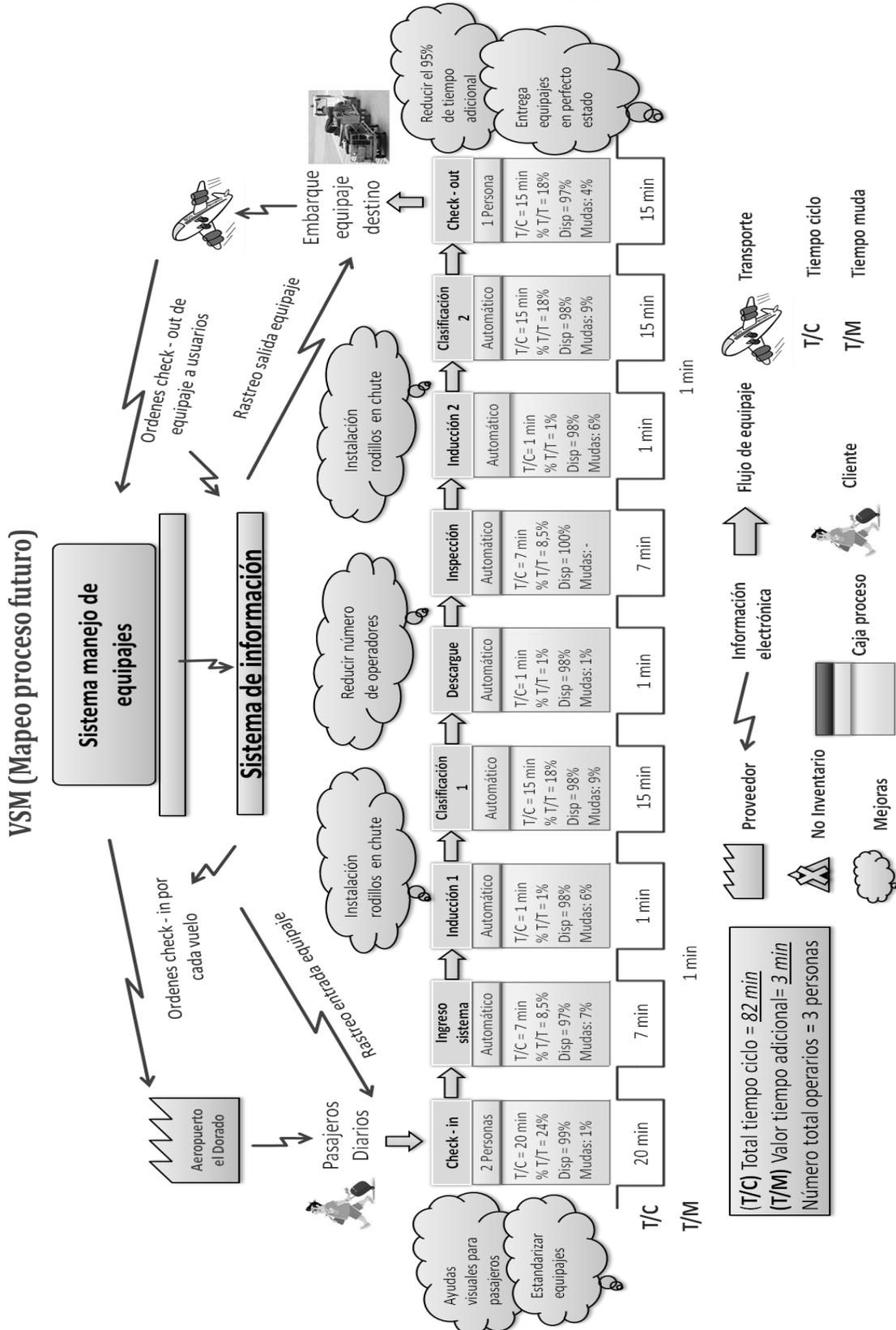
El análisis del sistema de manejo de equipajes mediante el diagrama de Ishikawa, la formulación de las siete mudas o desperdicios del lean manufacturing, permite la construcción del VSM estado deseado o ideal, con la información necesaria para evidenciar las posibles oportunidades de mejora que se pueden identificar dentro de sus procesos. A continuación se establece el diseño del diagrama VSM estado futuro.

8.2.2 Mapeo del proceso situación futura o deseada

El mapeo del proceso VSM, de la situación futura o deseada busca mejorar la interrelación de los procesos para buscar y mantener un flujo continuo de equipajes, de acuerdo a los niveles de calidad y servicio demandados por los usuarios y pasajeros del Aeropuerto.

Para la construcción del VSM futuro, se tiene en cuenta el VSM actual y la identificación de las mudas o desperdicios a través de la representación del diagrama de Ishikawa, con el análisis respectivo de cada una de las mudas presentes. A continuación en el grafica 17, se establece la diagramación del VSM futuro para el sistema de manejo de equipajes.

Grafica 17. VSM Situación Futura Sistema de Manejo de equipajes Aeropuerto el Dorado



Fuente: elaboración propia

Mediante la construcción del VSM de la situación futura o ideal del sistema de manejo de equipaje del aeropuerto el Dorado, se identifican las oportunidades de mejora que se proponen de manera preliminar en los procesos que se identifican mudas o desperdicios de acuerdo al análisis realizado en el numeral 7.1.2 “*Mapeo del proceso situación actual*”, del presente documento.

El mapeo del proceso de la situación futura permite identificar las siguientes oportunidades de mejora en el sistema de manejo de equipaje:

Ayudas visuales para pasajeros / estandarizar equipajes: Uno de los principales elementos para el estudio del sistema, son los equipajes como elemento de entrada dentro de la interacción de los procesos que lo conforman. Por este motivo, al establecer una mayor capacitación y sensibilización para que al momento de realizar sus viajes, tengan en cuenta las recomendaciones aportadas por el Aeropuerto el Dorado, como el tamaño y tipo de equipajes ideales para no tener ningún tipo de contratiempo o percance con su equipaje, al igual la de acatar las restricciones de elementos transportados. Para esto se propone a partir de la construcción de las ayudas visuales, indicar la clasificación de tipos de equipajes de acuerdo a su peso, tamaño y formas.

Instalación de rodillos en chute: de acuerdo al análisis de la situación actual, los registros de videos e imágenes, y el mapeo VSM actual, dentro del proceso de inducción y clasificación del sistema de manejo de equipajes, son las actividades más críticas que disminuyen la eficiencia y el aumento de los tiempos de sobreprocesamiento y ajustes por parte de los operarios. Siendo el sistema de manejo de equipajes automático, se espera que no sea requerido personal, actualmente se dispone de dos personas dedicadas a solucionar problemas cuando los equipajes presentan problemas en su distribución. Por este motivo, como propuesta para este problema se requiere la instalación de rodillos en los chutes, para que los equipajes mantengan un flujo continuo. El diseño y estructuración de esta propuesta es desarrollada de manera más amplia en el numeral 7.3 “*Propuestas de mejora para ser llevadas a cabo en el sistema de manejo de Equipaje del Aeropuerto El Dorado*”.

Reducción del tiempo adicional en un 95%: como el tiempo adicional que se representaba en el VSM estado actual estaba distribuido en las actividades realizadas a los ajustes manuales de

los operarios y los inventarios transitorios generados por este tipo de ajustes. Al establecer las mejoras correspondientes dentro del sistema como la estandarización de los equipajes dentro del check in, la instalación de los rodillos en los chute de los procesos de clasificación de equipajes, se espera que los tiempos adicionales o generados por mudas puedan llegar a reducirse un 95 %.

Entrega de equipajes en perfecto estado: también es necesario evaluar y mejorar continuamente los niveles de servicio y calidad del manejo de equipajes dentro del procesamiento en el sistema de equipajes, buscando a través de la implementación de las propuestas anteriores, realizar la entrega de los equipajes a los pasajeros con altos estándares de calidad, propios de los reconocimientos que actualmente el Aeropuerto el Dorado mantiene por la gestión de transporte aérea de pasajeros, mercancías y equipajes.

Al realizar la presentación de estas mejoras, se determina con mayor precisión el tiempo de ciclo de un equipaje y la reducción de los tiempos muda o tiempos que no generan valor al proceso. A continuación en la tabla 8, se establece la comparación del VSM actual y futuro.

Tabla 8. Comparación VSM Actual y Futuro

VSM	Tiempo entrega	Entregas a tiempo	Defectos PPM	Personal	Disponibilidad
Actual	82 min -95 min	84% – 96%	864	5	95%
Futuro	82 min	>=99%	<500	3	>=98%

Fuente: Elaboración propia

Para alcanzar las metas propuestas a través de la realización de la propuesta de mejora dentro del sistema de manejo de equipaje en el aeropuerto el Dorado es necesario tener en cuenta los siguientes aspectos:

Identificar y gestionar las expectativas y necesidades de los clientes.

Involucrar y capacitar al personal sobre la cultura de trabajo Toyota y las metodologías lean manufacturing; el flujo de valor, la identificación de mudas, las 5's, entre otras.

Reducir el número de actividades que no generan valor al sistema de manejo de equipajes

Implementar los sistemas de rodillos como propuesta para adecuar los chutes y el deslizamiento de los equipajes

Aumentar la disponibilidad del proceso

Crear una cultura de mejoramiento continuo

8.3 Propuestas de mejora para ser llevadas a cabo en el sistema de manejo de Equipaje del Aeropuerto El Dorado.

En el siguiente documento se presenta la propuesta para el mejoramiento del sistema de manejo de Equipaje con base en la aplicación de herramientas Lean manufacturing dentro del Aeropuerto El Dorado de Bogotá, que buscan eliminar dentro de los procesos o actividades, aquellas que usan más recursos de los necesarios de acuerdo al análisis planteado de tiempos de espera, transporte, exceso de procesado, movimientos innecesarios y no conformidades; para así conseguir la máxima eficiencia en todos los procesos y la competitividad del aeropuerto frente a los otros aeropuertos del país y del mundo.

La propuesta surge dada la problemática presentada en el capítulo 2 del presente documento, que se evidenciaron de acuerdo a los reportes almacenados en el sistema cerrado de cámaras y registros de procesamiento de equipaje del formato HDPE (Hoja De Procesamiento de Equipaje) donde reflejan mudas o problemas que requieren de mejoramiento para una mejor operación.

8.3.1 Diseño de propuesta

Para el desarrollo de la presentación de la propuesta se establecieron los siguientes parámetros para mostrar y describir las acciones de mejora en el Sistema de manejo de Equipaje en el Aeropuerto de Dorado.

- I Portada
- II Resumen de la propuesta
- III Propuesta técnica
- IV Propuesta económica

Dentro del anexo “*Consolidado proyecto*”, se establece un desglose más detallado y preciso acerca del desarrollo del proyecto, en función de los lineamientos de gestión de proyectos.

I. Portada:

Título del proyecto Propuestas para el mejoramiento del sistema de manejo de equipaje en el aeropuerto el Dorado de Bogotá

Objetivo general del proyecto Realizar propuestas para el mejoramiento del sistema de manejo de equipaje en el Aeropuerto a través de la aplicación de herramientas Lean Manufacturing.

Duración del proyecto 12 meses
Presupuesto proyectado (COP) 25.000.000

8.3.2 Resumen de la propuesta

La propuesta surge dada la problemática presentada en el sistema BHS del Aeropuerto Internacional el Dorado, el incremento significativo de equipajes quedados en el sistema por los diferentes conceptos anteriormente analizados; y el objetivo es presentar diferentes acciones utilizando las herramientas Lean manufacturing para mejorar sus operaciones y así ser una de las terminales aérea más competitiva a nivel mundial y de sus colaboradores, especialmente en el manejo de sus equipajes, donde los clientes buscan las mejores condiciones posibles tanto en la entrada del equipaje (Check in) como en su salida (Check out).

8.3.3 Propuesta técnica

Descripción de la propuesta: Se desarrollará una mejora dentro del sistema de manejo de equipajes (BHS), a través de la instalación de dispositivos de rodillos en los chutes, los cuales permitirán que el sistema sea más eficiente, mejorando los tiempo de respuesta, disminuyendo los problemas en esta área, y demostrando así calidad de servicio con un buen trato a los equipajes de los usuarios de la terminal aérea Aeropuerto El Dorado de la ciudad de Bogotá. Igualmente se realizará una campaña de capacitación y señalización en el área de check in tanto para los usuarios y personas que laboran allí, mostrando de una forma sencilla como se deben ingresar el equipaje al sistema de la forma correcta.

Para el desarrollo y ejecución de esta propuesta hay que tener las siguientes restricciones:

- a) El personal ejecutante del proyecto deberá estar siempre identificado, y con los implementos de seguridad industrial como lo establecen los lineamientos de OPAIN.
- b) El Tiempo y disponibilidad del sistema para trabajar en un clasificador. Este tiempo debe ser coordinado con el área de Operaciones. Solo se permite trabajar en un Clasificador

durante un máximo de 5 horas al día, lo cual implica que se trabaje en un chute/día de acuerdo a una planificación previa.

- c) El personal que ejecute la actividad debe contar con el curso de alturas actualizado.
- d) La actividad debe estar acompañada por un coordinador de alturas y/o una persona de HSEQ.
- e) Tener un permiso de trabajo y ATS firmados por el Supervisor que coordinara la actividad, en el que se especifica la señalización del área a intervenir, la disposición de un extintor, y la revisión del arnés que se utilizará.
- f) El personal debe tener los Epp`s completos, incluyendo los necesarios para trabajo en caliente (soldadura).

Dentro del sistema BHS del Aeropuerto el Dorado de Bogotá se evidenciaron múltiples incidencias en los chutes y en el área de Check in, de acuerdo a los reportes almacenados en el sistema cerrado de cámaras y registros de procesamiento de equipaje del formato HDPE (Hoja de Procesamiento de Equipaje), donde se reflejan los inconvenientes que requieren de mejoramiento para una mejor operación, con base en las herramientas de Lean manufacturing, con las cuales se busca eliminar todo tipo de procesos o actividades que usan más recursos de los estrictamente necesarios e identificar tiempos de espera, transporte, exceso de procesado, movimientos innecesarios y no conformidades; para así conseguir la máxima eficiencia en todos los procesos y la competitividad del aeropuerto frente a los otros aeropuertos del país y del mundo especialmente en el manejo de sus equipajes, donde los clientes buscan las mejores condiciones posibles tanto en la entrada del equipaje (Check in) como en su salida (Check out).

Se busca mantener el estatus e impacto significativo dentro de la región, el país y el continente que tiene el Aeropuerto, en la capacidad de mantener altos estándares de calidad y competitividad frente a otros aeropuertos en el mundo.

La importancia de la propuesta de mejoramiento radica en identificar aquellos aspectos donde se ve afectado los equipajes dentro del centro de procesamiento y distribución de equipajes, buscando un flujo continuo de acuerdo a las operaciones aéreas, como lo son demoras, retrasos en tiempos de entrada y salida de equipajes, daño o deterioro, perdida o sobre procesamiento de operaciones.

Aquellas operaciones y actividades que no generan valor dentro del proceso del sistema de manejo de equipajes, aumentan los costos operativos, disminuye la percepción de calidad y servicio al cliente del Aeropuerto y reducen las posibilidades de nuevos clientes, actores e inversores dentro de la terminal aérea, por lo tanto se resalta la importancia e impacto que genera la revisión, el diagnóstico y la formulación de propuesta de mejora, encaminadas a desarrollar nuevo aprendizaje, un crecimiento organizacional y la búsqueda del logro de ser reconocida como la mejor aerolínea en Suramérica y el mundo entero, por su experiencia al momento de viajar.

Dentro de los índices de desempeño logístico, como factor clave de competitividad, es de vital importancia que las operaciones inmersas dentro del transporte de pasajeros y mercancías se encuentren de forma alineada y precisa, con el fin de apalancar los proyectos nacionales de desarrollo y competitividad en curso.

Al llevar a cabo este proyecto de investigación, a partir del conocimiento adquirido en el transcurso de la especialización en Producción y Logística Internacional, se está buscando contribuir en el mejoramiento y competitividad de los actores más representativos de la competitividad nacional como lo es el Aeropuerto internacional el Dorado.

Planeación del proyecto:

Objetivo del proyecto: Realizar una propuesta para el mejoramiento del sistema de manejo de equipaje en el Aeropuerto a través de la aplicación de herramientas Lean Manufacturing.

Indicadores: Con el fin evaluar y hacer seguimiento de la propuesta se establecieron los siguientes indicadores de gestión que contienen información de calidad, cantidad y tiempo del proyecto:

El primero de ellos, es el indicador de gestión: *Cumplimiento del cronograma de actividades*, este indicador establece la relación del cronograma de actividades durante las fases en el ciclo de

vida del proyecto. La frecuencia de evolución del indicador se realizará en la finalización de cada fase del proyecto.

A continuación en la Tabla 9, se establecen los indicadores de gestión definidos dentro de la propuesta de mejora del sistema de manejo de equipajes.

Tabla 9. Formato de indicador de Gestión Cumplimiento del cronograma de Actividades

SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD	BEUMER GROUP GESTIÓN DE LA CALIDAD						Código:	GC-PROY-003	
	PROYECTO	INSTALACIÓN DE DISPOSITIVOS DE RODILLO					Versión:	001	
	FORMATO	INDICADORES DE GESTIÓN DEL PROYECTO					Fecha:	01/02/2016	
1. OBJETIVO DEL INDICADOR	Medir el avance de las actividades programadas y planificadas respecto a las actividades realizadas								
2. NOMBRE DEL INDICADOR	CUMPLIMIENTO DEL GRONOGRAMA DE ACTIVIDADES					3. FASE DEL PROYECTO	1. Diagnóstico <input checked="" type="checkbox"/>	4. Instalación <input checked="" type="checkbox"/>	
							2. Diseño <input checked="" type="checkbox"/>	5. Seguimiento y control <input checked="" type="checkbox"/>	
							3. Estimación recursos <input checked="" type="checkbox"/>	3. Finalización <input checked="" type="checkbox"/>	
4. DESCRIPCIÓN DEL INDICADOR	El indicador establece la relación del cronograma de actividades durante las fases en el ciclo de vida del proyecto								
5. TIPO DE INDICADOR	EFICACIA	<input checked="" type="checkbox"/>	EFICIENCIA	<input type="checkbox"/>	EFFECTIVIDAD	<input type="checkbox"/>	GESTIÓN DE RIESGOS	<input type="checkbox"/>	
6. FORMULA PARA CALCULAR INDICADOR	Actividades realizadas / Actividades programadas								
7. FRECUENCIA DE RECOLECCIÓN	Por fases del proyecto	8. FUENTE DE DATOS		Ciclo de vida del proyecto	9. UNIDAD DE MEDIDA		% Porcentual		
10. INFORMACIÓN DEL INDICADOR DE GESTIÓN DEL PROYECTO									
INDICADORES DE GESTIÓN		ALCANCE DEL PROYECTO (MESES)				RANGO DE GESTIÓN	EVALUACIÓN DE LA GESTIÓN	META	
		FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO				JUNIO
Cumplimiento del cronograma de actividades							>95%	Sobresaliente	>99%
RANGO Y EVALUACIÓN DE LA GESTIÓN									
RANGO DE LA GESTIÓN	SOBRESALIENTE: [95% - 100%]		<input checked="" type="checkbox"/>	Se han cumplido con las actividades propuestas según el cronograma del proyecto					
	SATISFACTORIO: [95% - 90%]		<input checked="" type="checkbox"/>	Se han cumplido con la mayoría del cronograma del proyecto, se han presentado cambios en el cronograma					
	DEFICIENTE: [<90%]		<input checked="" type="checkbox"/>	No se ha cumplido con el cronograma del proyecto, se han presentado cambios en varias actividades del proyecto					
GRÁFICA DEL INDICADOR						TENDENCIA			
<p>FEBRERO MARZO ABRIL MAYO JUNIO</p> <p>% de Eficiencia</p> <p>Meses del Proyecto</p>						FEBRERO			
						MARZO			
						ABRIL			
						MAYO			
						JUNIO			
11. INFORMACIÓN PARA EL ANÁLISIS Y MEJORA	OBSERVACIONES Y ANÁLISIS				OPORTUNIDADES DE MEJORA				
SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD	ELABORADO POR		REVISADO POR			APROBADO POR			
	Gerente de Proyecto		Coordinador Sistema de Gestion			Supervisor			Coordinador Sistema de Gestion
	Fecha: 1/02/2016		Fecha: 1/02/2016			Fecha: 1/02/2016			Fecha: 1/02/2016

Fuente: Elaboración Propia

En este formato anterior de indicador de gestión del proyecto, se encuentran los datos más importantes con el que este será evaluado. Contiene el objetivo del indicador que consiste en medir el avance de las actividades programadas respecto a las actividades realizadas. Realiza una breve descripción del indicador, en este caso, el indicador establece la relación del cronograma de actividades durante las fases en el ciclo de vida del proyecto; del mismo modo menciona su fórmula para realizar el cálculo del indicador, teniendo en cuenta la frecuencia en la recolección de datos que está determinada por cada fase de proyecto. Con los datos recopilados se realiza una gráfica para demostrar la tendencia a lo largo del tiempo a evaluar.

El segundo indicador que se tendrá en cuenta para el desarrollo del proyecto y con el fin de asegurar que una correcta utilización de los recursos financieros durante la ejecución de las actividades del proyecto, se pretende evaluar mediante el indicador: *Eficiencia de los costos del proyecto*; permitiendo conocer cumplimiento del presupuesto, realizando notificaciones oportunas en cada fases del proyecto ya que el seguimiento de este se realizará en el cierre de cada una. A continuación en la Tabla 10, se representa este indicador de gestión.

Tabla 10. Formato de indicador de Gestión Eficiencia de los costos del proyecto.

SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD		BEUMER GROUP					Código:	GC-PROY-003	
		GESTIÓN DE LA CALIDAD					Versión:	001	
		PROYECTO	INSTALACIÓN DE DISPOSITIVOS DE RODILLO				Fecha:	01/02/2016	
FORMATO	INDICADORES DE GESTIÓN DEL PROYECTO								
1. OBJETIVO DEL INDICADOR	Asegurar que se ha realizado la correcta utilización de los recursos financieros en las actividades del proyecto								
2. NOMBRE DEL INDICADOR	EFICIENCIA DE LOS COSTOS DEL PROYECTO					3. FASE DEL PROYECTO	1. Diagnóstico <input checked="" type="checkbox"/>	4. Instalación <input checked="" type="checkbox"/>	
							2. Diseño <input checked="" type="checkbox"/>	5. Seguimiento y control <input checked="" type="checkbox"/>	
							3. Estimación recursos <input checked="" type="checkbox"/>	3. Finalización <input checked="" type="checkbox"/>	
4. DESCRIPCIÓN DEL INDICADOR									
5. TIPO DE INDICADOR	EFICACIA	<input checked="" type="checkbox"/>	EFICIENCIA	<input type="checkbox"/>	EFFECTIVIDAD	<input type="checkbox"/>	GESTIÓN DE RIESGOS	<input type="checkbox"/>	
6. FORMULA PARA CALCULAR INDICADOR	Costos reales de ejecución / Costos planificados del proyecto								
7. FRECUENCIA DE RECOLECCIÓN	Por fases del proyecto	8. FUENTE DE DATOS	Presupuesto del proyecto; Ciclo de vida del proyecto	9. UNIDAD DE MEDIDA	% Porcentual				
10. INFORMACIÓN DEL INDICADOR DE GESTIÓN DEL PROYECTO									
INDICADORES DE GESTIÓN		ALCANCE DEL PROYECTO (MESES)					RANGO DE GESTIÓN	EVALUACIÓN DE LA GESTIÓN	META
		FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO			
Eficiencia de los costos del proyecto							>95%	Sobresaliente	>99%
RANGO Y EVALUACIÓN DE LA GESTIÓN									
RANGO DE LA GESTIÓN	SOBRESALIENTE: [95% - 100%]		<input checked="" type="checkbox"/>	Se han cumplido con la programación presupuestal de acuerdo a las actividades propuestas según el cronograma del proyecto					
	SATISFACTORIO: [95% - 90%]		<input type="checkbox"/>	Se han cumplido con la mayoría de actividades del cronograma del proyecto, se han presentado pocos cambios significativos con la programación presupuestal					
	DEFICIENTE: [<90%]		<input type="checkbox"/>	No se ha cumplido con el cronograma del proyecto, se han presentado cambios se han presentado varios cambios con la programación presupuestal					
GRÁFICA DEL INDICADOR							TENDENCIA		
<p style="text-align: center;">FEBRERO MARZO ABRIL MAYO JUNIO</p> <p style="text-align: center;">% de Eficiencia</p> <p style="text-align: center;">Meses del Proyecto</p>							FEBRERO		
							MARZO		
							ABRIL		
							MAYO		
							JUNIO		
11. INFORMACIÓN PARA EL ANÁLISIS Y MEJORA	OBSERVACIONES Y ANÁLISIS				OPORTUNIDADES DE MEJORA				
SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD	ELABORADO POR		REVISADO POR			APROBADO POR			
	Gerente de Proyecto		Coordinador Sistema de Gestion			Supervisor			
	Fecha: 1/02/2016		Fecha: 1/02/2016			Fecha: 1/02/2016			
		Coordinador Sistema de Gestion							
		Fecha: 1/02/2016			Fecha: 1/02/2016				

Fuente: Elaboración Propia

En el formato anterior, se describe el Objetivo que pretende medir el indicador que es asegurar una correcta utilización de los recursos, indicando que se debe recopilar la información y analizarla durante cada fase del proyecto, con la fórmula de para realizar el cálculo del indicador es analizando los costos reales de ejecución sobre los costos planificados del proyecto. Teniendo la información recopilada y de acuerdo a la tendencia que muestren los datos se determinará e cumplimiento del mismo.

El tercer indicador de gestión que se utilizará servirá para establecer el cumplimiento de los entregables del proyecto de acuerdo a lo planificado en el ciclo de vida. Este indicador se evaluará al finalizar la ejecución del proyecto. A continuación en la Tabla 11, se establece el indicador de gestión: “*Cumplimiento de los entregables del proyecto*”.

Tabla 10. Formato de indicador de Gestión Cumplimiento de los entregables del proyecto.

SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD		BEUMER GROUP GESTIÓN DE LA CALIDAD						Código:	GC-PROY-003	
		PROYECTO	INSTALACIÓN DE DISPOSITIVOS DE RODILLO						Versión:	001
		FORMATO	INDICADORES DE GESTIÓN DEL PROYECTO						Fecha:	01/02/2016
1. OBJETIVO DEL INDICADOR	Establecer los entregables del proyecto de acuerdo a los planificados									
2. NOMBRE DEL INDICADOR	<u>CUMPLIMIENTO DE LOS ENTREGABLES DEL PROYECTO</u>						3. FASE DEL PROYECTO	1. Diagnóstico <input type="checkbox"/>	4. Instalación <input type="checkbox"/>	
								2. Diseño <input type="checkbox"/>	5. Seguimiento y control <input type="checkbox"/>	
								3. Estimación recursos <input type="checkbox"/>	3. Finalización <input checked="" type="checkbox"/>	
4. DESCRIPCIÓN DEL INDICADOR										
5. TIPO DE INDICADOR	EFICACIA	<input checked="" type="checkbox"/>	EFICIENCIA	<input type="checkbox"/>	EFFECTIVIDAD	<input type="checkbox"/>	GESTIÓN DE RIESGOS	<input type="checkbox"/>		
6. FORMULA PARA CALCULAR INDICADOR	Entregables presentados/ Entregables planificados									
7. FRECUENCIA DE RECOLECCIÓN	Cierre de proyecto	8. FUENTE DE DATOS	Ciclo de vida del proyecto Acta de cierre de			9. UNIDAD DE MEDIDA	% Porcentual			
10. INFORMACIÓN DEL INDICADOR DE GESTIÓN DEL PROYECTO										
INDICADORES DE GESTIÓN		ALCANCE DEL PROYECTO (MESES)					RANGO DE GESTIÓN	EVALUACIÓN DE LA GESTIÓN	META	
		FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO				
Eficiencia de los costos del proyecto							>95%	Sobresaliente	>99%	
RANGO Y EVALUACIÓN DE LA GESTIÓN										
RANGO DE LA GESTIÓN	SOBRESALIENTE: [95% - 100%]			Se han cumplido con todos los entregables del proyecto según el objetivo propuesto						
	SATISFACTORIO: [95% - 90%]			Se han cumplido con la mayoría de entregables, sin afectar la aceptación del mismo						
	DEFICIENTE: [<90%]			No se ha cumplido con los entregables del proyecto, por lo tanto no se cumplió con el objetivo del proyecto, se decidira las acciones posteriores al cierre del proyecto						
GRÁFICA DEL INDICADOR							TENDENCIA			
							FEBRERO			
							MARZO			
							ABRIL			
							MAYO			
							JUNIO			
11. INFORMACIÓN PARA EL ANÁLISIS Y MEJORA	OBSERVACIONES Y ANÁLISIS					OPORTUNIDADES DE MEJORA				
SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD	ELABORADO POR		REVISADO POR			APROBADO POR				
	Gerente de Proyecto		Coordinador Sistema de Gestion			Supervisor				
	Fecha: 1/02/2016		Fecha: 1/02/2016			Fecha: 1/02/2016				

Fuente: Elaboración Propia

Igualmente como los anteriores formatos descritos, se encuentra el formato para el tercer indicador que utilizará en el proyecto tiene como objetivo establecer los entregables del proyecto de acuerdo a la planificación del proyecto en el ciclo de vida. Este indicador se evaluará y se recopilará la información en el cierre del proyecto utilizando la fórmula de total de entregables presentados sobre los entregables planificados. En el formato describe también el modo de la gestión del indicador, que permitirán la evaluación del mismo, contemplado por unos rangos que indicaran si la gestión es Satisfactoria, Sobresaliente o deficiente. Contiene también la representación gráfica del indicador.

La importancia de establecer indicadores de gestión dentro de la propuesta, es para definir el seguimiento al desempeño de las actividades y recursos establecidos, y como medio de apoyo para saber cómo se está desarrollando el proyecto, comparándose con un nivel de referencia, el cual podrá determinar en qué momento intervenir para tomar una acción correctiva o preventiva según el caso.

8.3.4 Actividades y metas

De acuerdo a la caracterización realizada mediante la aplicación de herramienta Lean manufacturing, en la tabla 12 se plantearan las siguientes propuestas en los ítems:

Tabla 12. Actividades y metas de la propuesta

Área	Problemática	Propuesta
Check in	Señalización en los Counters	Colocar avisos informativos de recomendaciones, reglamentarios, prevención y obligatorios en la recepción y entrega de equipaje (ejemplo: entrega de equipaje solo a personal autorizado) Barreras de acceso en las básculas.
	Falta de capacitación	El área de recursos humanos deberá crear un plan de capacitaciones anual dirigidas a las área directivas, administrativa y operativa con el fin de brindar una mejor servicio a los usuarios del Aeropuerto.

Stand ubicados dentro del Aeropuerto que envuelven el vinipel	Se recomienda no permitir puestos o lugares dentro del aeropuerto que realizan esta actividad debido a que esto genera caídas de las maletas y atascos dentro del sistema BHS.
Sistema BHS	<p>Múltiples atascos en los chutes por maletas que no se deslizan completamente hasta llegar a las bandas transportadoras.</p> <p>Implementación de dispositivos tecnológicos en los chutes para evitar aquellos aspectos donde se ve afectado los equipajes dentro del centro de procesamiento y distribución de equipajes; buscando un flujo continuo de acuerdo a las operaciones aéreas, como lo son demoras, retrasos en tiempos de entrada y salida de equipajes, daño o deterioro, pérdida o sobre procesamiento de operaciones.</p> <p>Para brindar un servicio de calidad y entregas a tiempo.</p>

Fuente: Elaboración Propia

8.3.5 Especificaciones Técnicas Del Producto

Se pretende demostrar las características del prototipo propuesto para la reducción de equipajes atascados en los chute, buscando un flujo continuo en la operación del sistema evitando así demoras, retrasos en tiempos de entrada y salida de equipajes, daño o deterioro, pérdida o sobre procesamientos de operaciones. La ficha de producto contiene las características generales del proyecto y adicionalmente las especificaciones que lo contiene, con sus requisitos, fuentes, condiciones y cantidades; y se puede observar en la Tabla 13:

Tabla 13. Formato Ficha de producto propuesto

		BEUMER GROUP		Código:	GC-PROY-002
		GESTIÓN DE LA CALIDAD		Versión:	001
PROYECTO	INSTALACIÓN DE DISPOSITIVOS DE RODILLO			Fecha:	01/02/2016
FORMATO	FICHA DE PRODUCTO			Fecha:	01/02/2016
1. NOMBRE DEL PROYECTO	Instalación de dispositivos de rodillos en el Sistema de manejo de equipaje (BHS) Aeropuerto El Dorado de Bogotá				
2. NOMBRE DEL PRODUCTO	Dispositivo de rodillos				
3. OBJETIVO DEL PRODUCTO	Instalación de dos dispositivos de rodillos que constan de rodillos de 650mm de longitud y de 850 mm de longitud, los dos con un diámetro de 5mm respectivamente; colocados de forma horizontal en los 46 Chutes o Tolvas ubicados proporcionalmente en cada clasificador (Inferior y Superior) del Sistema de manejo de equipaje dispuesto en el Aeropuerto El Dorado de Bogotá (BHS).				
4. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	Desarrollar mejora dentro del sistema de manejo de equipajes (BHS), a través de la instalación de dispositivos de rodillos que permitan atender con la mayor eficiencia y calidad de servicio, los equipajes de pasajeros de la terminal aérea Aeropuerto El Dorado de la ciudad de Bogotá				
ESPECIFICACIONES DE PRODUCTO MATERIALES					
<i>Requisitos</i>	<i>Fuente</i>	<i>Condiciones</i>			<i>Cantidad (uind.)</i>
Estructura Rectangular construida en perfil de acero angular de lados de 70mm en forma de L, con medidas de 990 mm x 240mm.	Proveedor	Perfil en acero al carbon de 2 mm de espesor			46
Rodillo transportador de Aluminio de 850 mm de largo y diametro de 50 mm	Proveedor	Diametro de tubo 50 mm x 1.5			92
		Velocidad Máx. de transporte 0.3 m/s			
		Capacidad de carga máx. 350 N			
		Rodillo de Bajo nivel de ruido			
Tornillos avellanados en acero inoxidable de 8 mm	Proveedor	Tornillo cabeza avellanada con allen DIN-7991			460
		M8 x 16 x 4,40 mm (d, D, h)			
Estructura Rectangular construida en perfil de acero angular de lados de 70mm en forma de L, con medidas de 790 mm x 240mm.	Proveedor	Perfil en acero al carbon de 2 mm de espesor			46
Rodillo transportador de Aluminio de 650 mm de largo y diametro de 50 mm	Proveedor	Diametro de tubo 50 mm x 1.5			92
		Velocidad Máx. de transporte 0.3 m/s			
		Capacidad de carga máx. 350 N			
		Rodillo de Bajo nivel de ruido			
Tornillos avellanados en acero inoxidable de 8 mm	Proveedor	Tornillo cabeza avellanada con allen DIN-7991			460
		M8 x 16 x 4,40 mm (d, D, h)			
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL PRODUCTO					
5. PRODUCTO DESCRIPCIONES TECNICAS Y ESPECIFICACIONES	PESO: 2,5 Kg SISTEMA: mecánico de rodillos ALTO: 100 mm LARGO: 650 mm y 850 mm ANCHO: 50 mm MATERIAL: Acero y aluminio				
6. ESPECIFICACIONES TECNICAS DE DISEÑO Y FABRICACIÓN PARA LA APROBACIÓN DEL PRODUCTO	ASPECTO			FACTOR DE CALIDAD ACEPTABLE	
	Ajuste de rodillos en soporte				
	Funcionalidad de los rodillos				
	Ensamble de las piezas				
SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD	ELABORADO POR	REVISADO POR		APROBADO POR	
	Supervisor Ing. Mecánico	Proveedor	Gerente de Proyecto	Beumer Grupo	
	Fecha: 1/02/2016	Fecha: 1/02/2016	Fecha: 1/02/2016	Fecha: 1/02/2016	

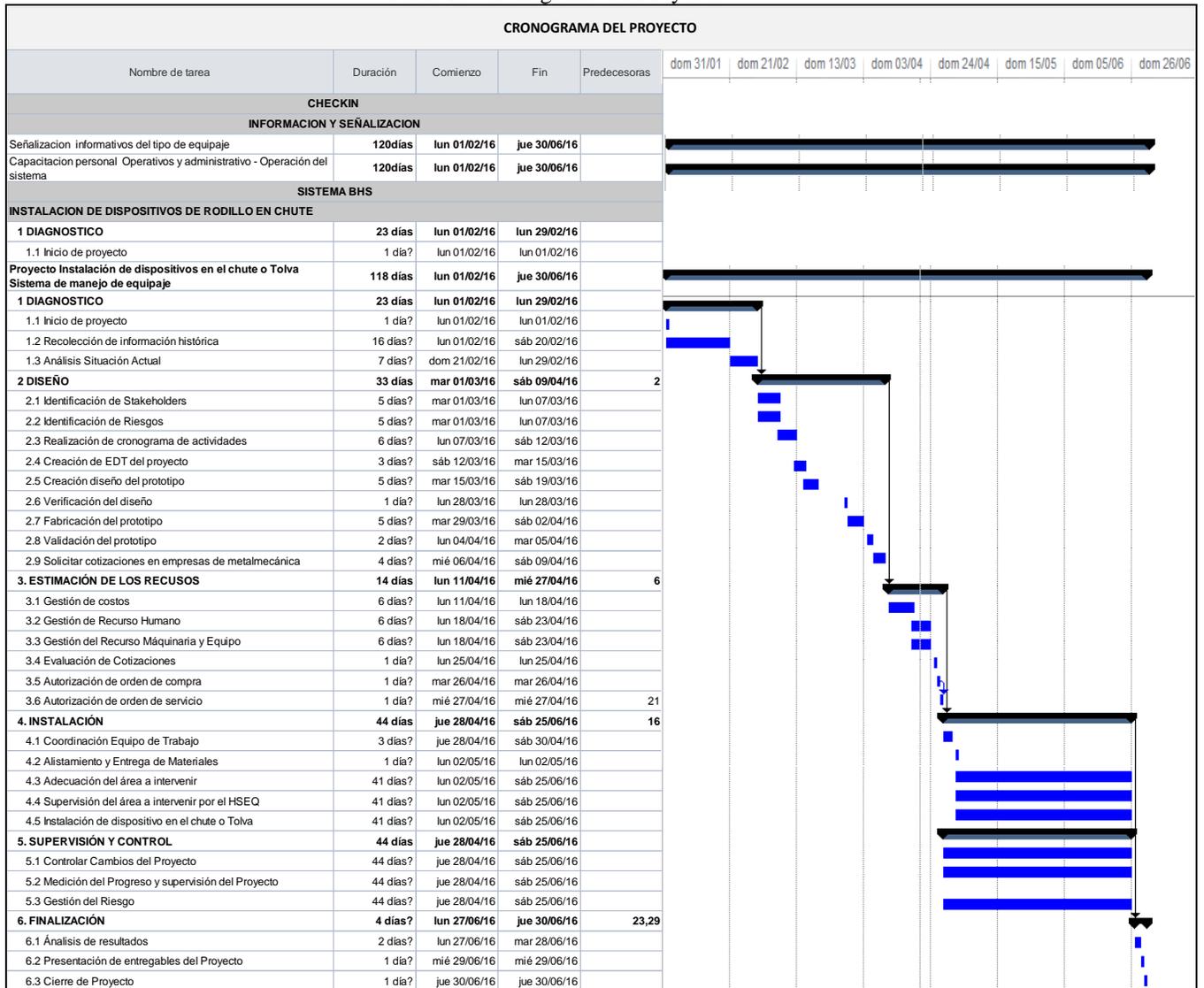
Fuente: elaboración propia

El prototipo de rodillos que será instalado en los Chutes consta de una estructura rectangular construida en perfil de acero angular de lados de 700 mm en forma de L, con medidas de 990mm x 240mm. En su parte interior lleva un rodillo transportador de aluminio de 850 mm de largo y de diámetro de 50mm. Cada chute tendría instalado un dispositivos grande y otro con las medidas más pequeñas de 790mm x 240mm; colocados de forma horizontal en los 46 Chutes o Tolvas ubicados proporcionalmente en cada clasificador (Inferior y Superior).

Calendario de trabajo: El calendario establece la programación de las actividades a realizar con los recursos asignados, el cual permite conocer al detalle el inicio y fin de cada actividad, así como las que se desarrollan paralelamente.

A continuación en la tabla 14, se detalla el cronograma del proyectos para la propuesta de mejoramiento, inicialmente se mencionan las actividades del área de check in que se desarrollarán paralelamente con la instalación de dispositivos de rodillo en los chute.

Tabla 14. Cronograma del Proyecto



Fuente: Elaboración propia

9. Análisis de la información

A partir de un diagnóstico del proceso de clasificación de equipaje, se generará la información preliminar acerca de las condiciones actuales del sistema de clasificación de equipaje, asociando los aspectos a medir y evaluar (maquinaria - equipos, mano de obra y métodos de trabajo). El resultado obtenido servirá de soporte para la aplicación de herramientas Lean Manufacturing, con el fin de proponer acciones de mejora que se pueden realizar en el Sistema de manejo de equipaje, para mantener y mejorar los niveles de calidad y servicios a los usuarios del Aeropuerto El Dorado.

10. Planteamiento de la solución

De acuerdo al planteamiento del problema inicial, referente al planteamiento del problema, se estableció durante el trabajo de investigación una investigación exploratoria – proyectiva, con el fin de abordar el estudio y análisis de la situación actual, caracterizando el sistema de manejo de equipajes del aeropuerto el Dorado, para establecer a partir del análisis de variables cuantitativas y cualitativas asociadas al uso y aplicación de metodologías lean manufacturing, la consecución de propuesta de mejora, que permitan al sistema eliminar o mitigar los impactos negativos más significativos a través de la puesta en marcha e implementación de la propuesta formulada tras el estudio respectivo.

Dentro de la propuesta se establece a partir del numeral “8.3. *Propuestas de mejora para ser llevadas a cabo en el sistema de manejo de Equipaje del Aeropuerto El Dorado*”, una serie de acciones y postulación de mejoras en el proceso, que buscan reducir los lead time o tiempos de ciclo de los equipajes dentro del sistema, con el fin de reducir los problemas presentados por el manejo de equipajes que según los datos reportados en el año 2015, superaban los máximos permitidos dentro de la operación, esperando así la reducción y/o eliminación de las posibles multas o sanciones que pueda incurrir el aeropuerto el Dorado por estos problemas presentados.

Uno de los factores principales dentro del planteamiento del problema son los niveles de atención al cliente y calidad del servicio del aeropuerto el Dorado y el reconocimiento de su gestión a través de distinciones internacionales de excelencia. La aplicación de las propuestas presentadas está en función de mejorar cada vez más estos altos estándares de calidad y proporcionar a los usuarios del aeropuerto, un medio de transporte seguro, confiable, eficiente y competitivo nacional e internacionalmente.

La propuesta requiere una inversión inicial, detallada a profundidad dentro del numeral “9. *Análisis financiero*”, dentro de la cual se especifican los requerimientos de mano de obra y maquinaria y equipo para conseguir la puesta en marcha y funcionamiento de la mejora más importante y relevante dentro de los procesos de inducción y clasificación del sistema.

10.1 Impactos esperados

De acuerdo al desarrollo de la propuesta, se establece los posibles beneficios que pueden llegar a percibir el Aeropuerto el Dorado con la implementación de las mejoras descritas en el numeral 8.3 del presente documento.

A continuación se establece la relación de los costos de oportunidad estimados y proyectados:

Disminución de los problemas por manejo de equipajes para los usuarios del aeropuerto, evitando las respectivas multas o sanciones que pueden llegar a presentarse por las quejas de los usuarios a través de las aerolíneas. De igual manera, la reducción de tiempos y costos asociados al procedimiento realizado, en recursos económicos y humanos requeridos para gestionar y dar respuesta oportuna a estas solicitudes.

Reducción de los tiempos de procesamiento de los equipajes durante el recorrido dentro del sistema, aumentando la disponibilidad de la operación y reduciendo los costos asociados a reprocesos, ajustes manuales y mantenimientos correctivos por daños generados.

Optimizar la operación dentro del sistema de manejo de equipaje, mediante la eficiencia de los procesos automatizados, reduce el personal dispuesto a resolver los problemas, incidentes y fallas del sistema. Por lo tanto, este personal puede realizar las actividades de mantenimiento, para lo cual está contratado.

11. Fuentes de obtención de la información

Las fuentes de información consultadas para la consecución del trabajo de investigación fueron clasificadas de la siguiente manera:

Fuente primaria: análisis directo del sistema de manejo de equipaje y los procesos y actividades que lo conforman, registros y documentos del sistema de manejo de equipajes, registros de videos e información documentada a través de los formatos de HDPE (Hoja De Procesamiento de Equipaje), datos históricos, informes de operación, manuales de procedimientos, sistema de control y monitoreo, sistema de información Aeropuerto el Dorado

Fuentes secundarias: referencias bibliográficas, trabajos de grado, antecedentes investigativos, marco legal y normativo, bases de datos institucionales.

Las fuentes de información fundamentaron la obtención de la información, para poder determinar y abordar de manera objetiva el desarrollo del trabajo propuesto.

12. Análisis financiero

Para tener un control de los recursos disponibles y presentar los diferentes gastos en la ejecución del proyecto, es necesario establecer un presupuesto de la propuesta del proyecto, desglosando cada gasto por las categorías o fases del proyecto y las actividades que las componen.

A continuación en la tabla 15, se presenta el presupuesto para la propuesta de mejoramiento del sistema de manejo de equipaje en el aeropuerto el Dorado de Bogotá:

Tabla 15. Costeo del Proyecto

COSTEO DEL PROYECTO																	
NOMBRE DEL PROYECTO		INSTALACIÓN DE DISPOSITIVOS DE RODILLO										SIGLA DEL PROYECTO: SBHS					
No.	Entregable	Actividad	TIPO DEL CURSO: PERSONAL				TIPO DEL CURSO: MATERIAL O CONSUMIBLE				TIPO DEL CURSO: MAQUINAS O NO CONSUMIBLES						
			Nombre del recurso	Unidades	Cantidad	Costo unitario	Costo total	Nombre del recurso	Unidades	Cantidad	Costo unitario	Costo total	Nombre del recurso	Unidades	Cantidad	Costo unitario	Costo total
SISTEMA BHS																	
SEÑALIZACIÓN Y CAPACITACION																	
1	Señalización Informativos del tipo de equipaje	Señalización Informativos del tipo de equipaje	Supervisor Ing. Mecánico	dia	120	5.417	650.000	Pancartas / tarjetas	und	150	3500	525000					
2	Capacitación personal	Capacitación personal Operativos y administrativo	Supervisor Ing. Mecánico	dia	120	5.417	650.000	folleto	und	150	1800	270000	computador	dia	120	12.000	750.000
INSTALACION DE DISPOSITIVOS DE RODILLO EN CHUTE																	
1	Acta de constitución de proyecto	1.1 Inicio de proyecto	Gerente de proyecto	dia	1	116.667	116.667	hoja	hoja	2	80	160	computador	dia	1	12.000	12.000
2	Videos de registro	1.2 Recolección de información Histórica	Supervisor Ing. Mecánico	dia	18	53.333	960.000						Camara (video)	hora	18	1.200	21.600
3	Formatos HDPE (Hoja de Defecto de Procesamiento de Equipaje)		Supervisor Ing. Mecánico					registro en formato HDPE	hoja	100	80	8.000					
4	Informe	1.3 Análisis Situación Actual	Supervisor Ing. Mecánico	dia	7	53.333	373.333	hoja	hoja	2	80	160	computador	dia	1	12.000	12.000
5	Matriz de stakeholders	2.1 Identificación de interesados	Supervisor Ing. Mecánico	dia	7	53.333	373.333					0	computador	dia	1	12.000	12.000
6	Matriz de Riesgos	2.2 Identificación de los riesgos	Gerente de proyecto	dia	6	116.667	700.000					0	computador	dia	1	12.000	12.000
7	Cronograma	2.3 Realización cronograma actividades según la línea a intervenir	Gerente de proyecto	dia	6	116.667	700.000					0	computador	dia	1	12.000	12.000
8	EDT	2.4 Creación de EDT del proyecto	Supervisor Ing. Mecánico	dia	3	53.333	160.000					0	computador	dia	1	12.000	12.000
9	Plano	2.5 Creación diseño de prototipo	Supervisor Ing. Mecánico	dia	10	53.333	533.333					0	computador	dia	1	12.000	12.000
10	Ficha técnica y especificaciones	2.6 Verificación del diseño	Supervisor Ing. Mecánico	dia	1	53.333	53.333					0	computador	dia	1	12.000	12.000
11	Prototipo	2.7 Fabricación de prototipo						Prototipo	und	46	120.000	5.520.000					
12	Formato evaluación de prototipo	2.8 Validación del prototipo	Supervisor Ing. Mecánico	dia	2	53.333	106.667	hoja	hoja	1	80	80					
13	Cotizaciones	2.9 Solicitar cotizaciones en empresas de metalmecánica	Jefe de Compras	dia	4	40.000	160.000					0					
14	Presupuesto	3.1 Gestión de Costos	Jefe de Compras	dia	7	40.000	280.000					0					
15	Matriz de roles y responsabilidades	3.2 Gestión de Recurso Humano	Jefe de Gestión Humana	dia	6	66.667	400.000					0					
16	Listado de verificación de herramientas e insumos		Supervisor Ing. Mecánico	dia	1	53.333	53.333	hoja	hoja	1	80	80					
19	Maquinaria y Herramientas	3.3 Gestión de Recursos Maquinaria y equipo						Disco de corte	und	15	6.000	90.000	Pulidora	und	1	150.000	150.000
								Tornillería	und	400	800	320.000	Equipo de soldadura	und	1	450.000	450.000
								Electrodos	kg	15	15.000	225.000	Taladro inalámbrico	und	1	250.000	250.000
16	Formato de control comparativo de proveedores	3.4 Evaluación de Cotizaciones	Jefe de Compras	dia	2	5.000	10.000	EPP'S	und	3	180.000	540.000	Arnés	und	2	150.000	300.000
17	Orden de compra	3.5 Autorización de orden de Compra	Gerente de proyecto	dia	1	116.667	116.667	hoja	hoja	1	80	80					
20	Orden de servicio	3.6 Autorización de orden de servicio	Supervisor Ing. Mecánico	dia	1	53.333	53.333	hoja	hoja	1	80	80					
21	Instrucciones de instalación y montaje	4.1 Coordinación Equipo de trabajo	Supervisor Ing. Mecánico	dia	2	53.333	106.667	hoja	hoja	1	80	80					
22	Herramientas y dispositivos	4.2 Alistamiento y entrega de materiales	Almacenista	dia	1	36.667	36.667										
23	Registro Fotográfico	4.3 Adecuación del área a intervenir	Técnico Electromecánico	dia	1	36.667	18.333										
24	ATS	4.4 Supervisión del área a intervenir por HSEQ	Técnico HSEQ	dia	49	40.000	1.960.000	hoja	hoja	1	80	80					
25	Permiso de Trabajo	4.5 Instalación de dispositivo en el chute o Tolva	Técnico Electromecánico	dia	49	36.667	1.796.667	hoja	hoja	1	80	80					
27	Formato de cambios	5.1 Controlar cambios de proyecto	Gerente de proyecto	dia	49	116.667	5.716.667	hoja	hoja	1	80	80					
28	Informe semanal de avance de desempeño (Indicadores de Gestión)	5.2 Medición del Progreso y supervisión del Proyecto	Supervisor Ing. Mecánico	dia	49	53.333	2.613.333						computador	hora	8	12.000	96.000
29	Informe de Análisis de Riesgos Cuantitativos y Cualitativos	5.3 Gestión de Riesgo	Técnico HSEQ	dia	2	40.000	80.000						computador	hora	8	12.000	96.000
30	Lección aprendida	6.1 Análisis de resultados	Gerente de proyecto	dia	2	116.667	233.333										
31	Formato de cambios		Gerente de Proyecto	dia	1	116.667	116.667	hoja	hoja	1	80	80					
32	Lista de chequeo y evidencias fotográficas	6.2 Presentación de entregables del proyecto	Gerente de Proyecto	dia	1	116.667	116.667	hoja	hoja	1	80	80					
33	Acta de cierre	6.3 Cierre de Proyecto	Gerente de Proyecto	dia	1	116.667	116.667						computador	hora	8	12.000	96.000
Total Recurso Personal			\$19.245.000														
Total Recurso Consumible			\$7.499.600														
Total Recurso No consumible			\$2.305.600														
Presupuesto Total del Proyecto			\$29.050.200														

Fuente: Elaboración Propia

Para la elaboración del presupuesto se tuvieron en cuenta todos los entregables que hacen parte de la propuesta de mejoramiento al sistema, estos se dividen en dos secciones principales del proyecto, la primera es la señalización y capacitación al personal y la otra sección corresponde a la instalación del dispositivo de rodillos con todos sus requerimientos, que a su vez son todos los ítems que componen en el ciclo de vida del proyecto y se enumeran en la siguiente Tabla 16:

Tabla 16. Entregables del Proyecto según la actividad a ejecutar

NOMBRE DEL PROYECTO		
No.	Entregable	Actividad
SISTEMA BHS		
SEÑALIZACION Y CAPACITACION		
1	Señalización informativos del tipo de equipaje	Señalización informativos del tipo de equipaje
2	Capacitación personal	Capacitación personal Operativos y administrativo
INSTALACION DE DISPOSITIVOS DE RODILLO EN CHUTE		
1	Acta de constitución de proyecto	1.1 Inicio de proyecto
2	Videos de registro	1.2 Recolección de información Histórica
3	Formatos HDPE (Hoja de Defecto de Procesamiento de Equipaje)	
4	Informe	1.3 Análisis Situación Actual
5	Matriz de stakeholders	2.1 Identificación de interesados
6	Matriz de Riesgos	2.2 Identificación de los riesgos
7	Cronograma	2.3 Realización cronograma actividades según la línea a intervenir
8	EDT	2.4 Creación de EDT del proyecto
9	Plano	2.5 Creación diseño de prototipo
10	Ficha técnica y especificaciones	2.6 Verificación del diseño
11	Prototipo	2.7 Fabricación de prototipo
12	Formato evaluación de prototipo	2.8 Validación del prototipo
13	Cotizaciones	2.9 Solicitar cotizaciones en empresas de metalmecánica
14	Presupuesto	3.1. Gestión de Costos
15	Matriz de roles y responsabilidades	3.2 Gestión de Recurso Humano
18	Listado de verificación de herramientas e insumos	3.3 Gestión de Recursos Maquinaria y equipo
19	Maquinaria y Herramientas	
16	Formato de control comparativo de proveedores	3.4 Evaluación de Cotizaciones
17	Orden de compra	3.5 Autorización de orden de Compra
20	Orden de servicio	3.6 Autorización de orden de servicio
21	Instrucciones de instalación y montaje	4.1 Coordinación Equipo de trabajo
22	Herramientas y dispositivos	4.2 Alistamiento y entrega de materiales
23	Registro Fotográfico	4.3 Adecuación del área a intervenir
24	ATS	4.4 Supervisión del área a intervenir por HSEQ
25	Permiso de Trabajo	
26	Orden de servicio	4.5 Instalación de dispositivo en el chute o Tolva
27	Formato de cambios	5.1 Controlar cambios de proyecto
28	Informe semanal de avance de desempeño (Indicadores de Gestión)	5.2 Medición del Progreso y supervisión del Proyecto
29	Informe de Análisis de Riesgos Cuantitativos y Cualitativos	5.3 Gestión del Riesgo
30	Lección aprendida	6.1 Análisis de resultados
31	Formato de cambios	
32	Lista de chequeo y evidencias fotográficas	6.2 Presentación de entregables del proyecto
33	Acta de cierre	6.3 Cierre de Proyecto

Fuente: Elaboración Propia

Inicialmente se realizó un pronóstico del presupuesto del proyecto de 25.000.000 de pesos, pero al realizar el ejercicio de la construcción del presupuesto, este se vio afectado incrementando así en 4.050.000 pesos. La inversión final de la realización del proyecto se verá reflejada en la disminución de quejas, retrasos o pérdidas de equipajes, afectando así la imagen y calidad de buen servicio como está catalogado el Aeropuerto El Dorado.

La finalidad del presupuesto o costeo del proyecto es limitar los gastos innecesarios que pueden llegar a ocurrir en la ejecución del proyecto, además de esto, cuantifica en términos financieros los diversos componentes del plan de acción, sirviendo como medio de comunicación entre diferentes niveles para la toma de decisiones.

13. Talento humano

Al establecer la filosofía del lean manufacturing en el desarrollo del proyecto de investigación, se establece como una muda o desperdicio el “*talento humano*”, que se refiere a no utilizar o canalizar los aportes y la información para eliminar las mudas o desperdicios dentro del sistema de manejo de equipaje, la cual puede ser suministrada por el personal del aeropuerto el Dorado, así como de las partes interesadas.

También es importante resaltar el compromiso del personal administrativo, táctico y operativo del aeropuerto el Dorado de adoptar y fomentar la filosofía del lean manufacturing, con el fin de participar activamente en la identificación y solución de los problemas presentes en el sistema.

Dentro de las oportunidades de mejora en los procesos, se establece que el personal se reduce de cinco operarios a tres, esta relación resulta beneficiosa para la empresa y sus trabajadores, ya que se espera que los operarios presentes dentro de los procesos de inducción y clasificación, son operarios estacionales, los cuales pueden llevar a cabo las labores respectivas de mantenimiento, para lo cual estaban definidos dentro de sus funciones.

14. Conclusiones y recomendaciones

El Aeropuerto internacional el Dorado, es la terminal aérea estratégica de transporte de pasajeros y mercancía más importante del país en la actualidad, por lo tanto debe estar alineado a los planes, proyectos y metas de competitividad y desarrollo por los entes nacionales. Dentro de la gestión de su sistema de manejo de equipajes se deben establecer procesos y actividades cada vez más eficientes, ágiles y tecnológicas, con el fin de abordar la demanda de pasajeros nacionales e internacionales con altos estándares de calidad y servicio en sus operaciones.

La caracterización de la situación actual de manejo de equipajes del aeropuerto el Dorado, a través de la recopilación de la información de fuentes primarias y secundarias, permitió llevar a cabo un diagnóstico más acertado y preciso de la relación de los procesos, identificando de manera clara los elementos de entrada, sus actividades y los elementos de salida, para mejorar la comprensión de las variables de análisis más significativas y de mayor impacto en las operaciones dentro del manejo de equipajes.

Dentro del estudio realizado al sistema, se establece que las maletas y equipajes como elemento de entrada al sistema tiene una gran influencia en la operación de check in y check out, esto se debe a que de acuerdo a los tamaños, dimensiones y formas del equipaje, estas pueden afectar el desempeño y funcionamiento de los elementos dentro de los procesos, lo cual genera afectaciones en tiempo, servicio, clasificación y salida. Aquellos equipajes que no fueran puestos de manera correcta a la entrada del sistema, generaban atascos y problemas, por lo tanto es necesario hacer mayor énfasis en la educación y sensibilización de los usuarios del aeropuerto respecto a los posibles daños que pueden tener de sus pertenencias si no utilizan adecuados equipajes y los ingresan al sistema con las recomendaciones brindadas por el personal de check-in del aeropuerto.

Cuando un equipaje es direccionado a una línea de bandas transportadoras, su parte inicial es el chute o tolva que será la encargada de recibir el equipaje e iniciar el recorrido por la línea. En esta tolva es donde se evidencia que algunos equipajes son atascados por diferentes motivos posición, dimensión de equipajes, embalaje (plástico- Vinipel), equipajes húmedos o por diferentes motivos que impiden que el equipaje resbale con facilidad.

La comprensión y adopción de la filosofía lean manufacturing, dentro del desarrollo de las operaciones del sistema de manejo de equipajes por parte del personal administrativo, táctico y operativo fue de gran importancia, ya que su ayuda y aportes contribuyeron con la identificación de los problemas más representativos a partir de la aplicación de la lluvia de ideas, para generar la información consignada dentro del diagrama causa – efecto o diagrama de Ishikawa, la cual fueron la base y soporte para el desarrollo de los objetivos planteados dentro del proyecto.

La aplicación de la herramienta lean manufacturing VSM (Value Stream Mapping), permitió hacer un mejor análisis y comprensión de todo el proceso de manera gráfica y precisa, que a comparación de la descripción de cada uno de los procesos, ofrece más información de análisis y estudio para la identificación de problemas dentro de sistema. Por otra parte, asociar el VSM estado actual con la metodología lean “siete mudas o derroches”, identifico en que procesos se generaban mudas, su correcta clasificación y posterior tratamiento. La asociación de estas herramientas fue la base para la construcción de las propuestas de mejoramiento dentro del sistema, a través de la aplicación de conceptos y metodologías de carácter productivo y logístico.

Se identificaron las oportunidades de mejora con el fin de reducir los reprocesos de equipaje en el recorrido del BHS, atacando directamente las principales causas de estos como lo son los chutes, uno de los elementos por el que tiene que transitar un equipaje obligatoriamente, sin importar el recorrido que este haga en el sistema, de esta situación problema se establece una de las propuestas de mejora más representativa, la cual consiste en la instalación de unos dispositivos de rodillo que permitirán el fácil deslizamiento, rapidez y sobre todo que permitirán reducir los equipajes se queden allí atascados, mejorando el flujo de valor dentro del sistema.

A través del trabajo desarrollado bajo los conceptos de gestión de proyectos, se establecieron las acciones correspondientes para llevar a cabo la construcción del prototipo del sistema de rodillos, como propuesta de mejora para reducir las mudas por ajustes y sobre procesamiento del equipaje. Para esto se realizó una planeación cronológica de insumos, materiales y mano de obra requeridos para el desarrollo del mismo, teniendo en cuenta un presupuesto determinado.

El programa de capacitación al personal de atención del check in es muy importante, ya que esta es la entrada de alimentación al sistema, y de allí pueden comenzar una serie de errores que afectarán el recorrido del equipaje, causando demoras y atascos en el BHS. No se realizará únicamente la capacitación al personal si no que se realizaran una serie de ayudas visuales que permitirán a los usuarios identificar cual es la forma adecuada de ingreso al sistema (ej. si llevan correas sueltas, si es sobredimensionado, si es delicado,...etc.), de empaque o si no debe ser guardado en la bodega del avión.

A través de la implementación de las propuestas presentadas para el mejoramiento de las condiciones actuales del sistema de manejo de equipajes se busca optimizar la operación automática en la que opera el sistema y la interacción de sus procesos en condiciones ideales, brindando una mayor eficiencia en las operaciones y un menor impacto en los problemas o mudas. La operación manual que realizan los empleados del sistema, debe estar orientada a brindar asistencia técnica en casos de requerir soporte técnico en la operación, y no de reprocesar los equipajes en el sistema.

El VSM estado futuro o ideal, busca considerar la implementación de la propuesta expuesta, ya que puede tener un impacto significativo en la reducción de los tiempos no productivos o que no agregan valor al sistema, las propuestas de mejora de acuerdo a las mudas identificadas según la construcción del VSM estado actual, la reducción de operarios necesarios, aumentar la disponibilidad total, y mantener los tiempos de procesamiento efectivos o tiempos de ciclo ideales, los cuales están acordes a los niveles de operación y servicio del aeropuerto.

Al concluir el desarrollo de la propuesta de mejoramiento del sistema de manejo de equipajes BHS en el Aeropuerto el Dorado, se establecen las siguientes recomendaciones orientadas a mantener y mejorar las condiciones actuales:

Extender las propuestas presentadas, de acuerdo al análisis e interpretación de los resultados obtenidos hacia la implementación de las mismas, con el fin de mejorar las condiciones actuales del sistema, reducir y mitigar el número de equipajes procesados con problemas o mudas identificadas.

Generar dentro de los pasajeros del aeropuerto, mejores canales de información y comunicación acerca de la importancia de considerar llevar un equipaje apropiado al momento de viajar con los beneficios en cuanto al manejo y procesamiento del equipaje, pueden significar para el usuario un compromiso e importancia que manifiesta el aeropuerto en mejorar la experiencia de volar, haciendo posible una interacción y apropiación mucho más cercana y receptiva de estas partes.

Revisar la construcción de la propuesta e identificar la inversión inicial planteada, según la relación costo / beneficio que se puede obtener, en concordancia al cumplimiento de los

objetivos de servicio al cliente y altos estándares de calidad expresados por el Aeropuerto internacional el Dorado a sus clientes y partes interesadas.

Apropiarse de la filosofía lean manufacturing y las diversas metodologías de análisis y mejoramiento de procesos que ofrece, de acuerdo a las condiciones que se pretenden optimizar, mejorando la eficiencia de los recursos humanos, económicos, físicos y tecnológicos y demás beneficios que se pueden llegar a percibir con la correcta aplicación de estas metodologías y herramientas.

BIBLIOGRAFÍA

Arrieta, J. & Salcedo, A. & Sossa, S. (2011). “*Aplicación lean manufacturing en la industria colombiana. Revisión de literatura en tesis y proyectos de grado*” Medellín, Antioquia. Universidad EAFIT. Disponible en: http://www.laccei.org/LACCEI2011-Medellin/RefereedPapers/PE298_Arrieta.pdf

Buitrago, A. Delgado, G. & Valdés, J. (2011). *Propuesta de mejoramiento de la confiabilidad de los inventarios en la empresa O-I Cali aplicando herramientas de Seis Sigma y Lean Manufacturing*. Santiago de Cali, Colombia Universidad San Buenaventura Cali. Facultad de Ingeniería Industrial.

Cavada, J. Cortés, C. Goeppinger, R. & Rey, P. (2012) *Modelo de Simulación de los Procesos en Patio de Equipajes en un Aeropuerto de Alta Demanda*. Revista Ingeniería de Sistemas. Volumen XXVI. Santiago, Chile. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas.

Consejo Nacional de Política Económica y Social República de Colombia Departamento Nacional de Planeación (2008). Política nacional logística. Bogotá, Colombia. Disponible en: <http://www4.unfccc.int/sites/nama/layouts/UN/FCCC/NAMA/Download.aspx?ListName=NAMA&Id=82&FileName=CONPES%203547%20-%20Politica%20Nacional%20Logistica.pdf>

Crisplant Member of Beumer Group (2013). *E-Doc Mastermap*. Aeropuerto Internacional Eldorado de Bogotá. #11751. Rev.03

Ferrari, M. M. L. (2013). Redes logísticas ¿las organizaciones del futuro o el futuro de las organizaciones? Revista Científica de la Universidad de Mendoza. Argentina.

Galán, J. (2009). *Descripción funcional y física de sistemas de tratamiento de equipaje*. Barcelona, España. Universidad Politécnica de Catalunya. Disponible en: <http://hdl.handle.net/2099.1/88166>

González, L. (2013). *Propuesta para la utilización de Lean Manufacturing en el centro de distribución nacional de la empresa Hyundai Colombia Automotriz S.A.* Bogotá D.C. Escuela Colombiana de Carreras Industriales. Facultad de Ingeniería Industrial

Gómez, C. (2009). *El Aeropuerto El Dorado como centro de logística y distribución hacia el mejoramiento de la competitividad Regional y Nacional*. Bogotá D.C. Universidad Pontificia Javeriana. Facultad de Administración de Empresas.

González & Domingo & Perez, (2013). *Técnicas de mejora de la calidad*. Universidad Nacional de Educación a distancia. Madrid, España. 2013. pág. 125 -126

Guajardo E. (2003). *Administración de la calidad total*. Editorial Pax México. México D.F. pág. 72

Gutiérrez, H. (2013). *Control estadístico de la calidad y Seis Sigma*. (3a. Ed.) McGraw-Hill Interamericana. Página 443. Tomado de <http://www.ebooks7-24.com>

Lescano Córdova, M. F. (2010). “*Sistema automático monitorizado de transporte y seguridad de equipajes en los aeropuertos*” Quito, Ecuador. Universidad San Francisco de Quito.

Londoño, J. (2012) “*Responsabilidad contractual del transportador aéreo en Colombia por accidentes, retrasos, pérdidas, y daños al equipaje*” Santiago de Cali, Colombia. Universidad de San Buenaventura Cali.

Madariaga, F. (2013). *Lean Manufacturing: Exposición adaptada a la fabricación repetitiva de productos mediante procesos discretos*. Bubok Publishing. pág. 10

Martínez, A. (2013). *Estimación de la demanda del tráfico de pasajeros en vuelos domésticos de los 5 aeropuertos más importantes de Colombia*. Chía, Cundinamarca. Universidad de la Sabana. Escuela de Ciencias Económicas y Administrativas.

Membrado, Joaquín. (2013): *Metodologías avanzadas para la planificación y mejora*. Edición Díaz de Santos. Madrid, España. Pág. 75 -76

Ministerio de Fomento (2016). Embarque de Pasajeros. España. Disponible en: http://www.fomento.gob.es/mfom/lang_castellano/direcciones_generales/aviacion_civil/pasajero/s/embarque_de_pasajeros/default.htm

Opain. (2016). *Archivo de equipajes quedados*. Sistema de información OPAIN.

International Air Transport Association (IATA) (2016). Disponible en: <http://www.iata.org/Pages/default.aspx>

OPAIN S.A. Concesionario del Aeropuerto Internacional El Dorado (2016). Política de calidad. Bogotá, Colombia. Disponible en: <https://www.opain.co/politica.php>

Pande, P. & Neuman, R. & Cavanagh, R. (2002), *Las claves del seis sigma: la implementación con éxito de una cultura que revoluciona el mundo empresarial*. Editorial Mc Hill. España. p 14-16.

Ronquillo, J. (2015) “*Implementación de un sistema de automatización en el proceso de conciliación de equipajes para una empresa de transporte aéreo de pasajeros*” Guayaquil, Ecuador. Escuela Superior Politécnica del Litoral. Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción.

Serrano, N. & Gómez, A. & Carreño, J. (2015). *Protocolo para la prevención del riesgo biológico generado por la exposición del personal de asistencia en tierra en la manipulación de residuos provenientes de vuelos internacionales en el Aeropuerto Internacional el Dorado*. Bogotá D.C. Escuela Colombiana de Carreras Industriales. Especialización en gerencia de seguridad y salud en el trabajo.

Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil | UAEAC. (2016) Disponible en: <http://www.aerocivil.gov.co/AAeronautica/Rrglamentacion/RAC/Paginas/Inicio.aspx>

Vargas, D. & Sarmiento, J. (2012). *Propuesta de gestión para optimizar la entrega de paquetes por vía aérea en la empresa transportadora comercial S.A. – TCC*. Bogotá D.C. Escuela Colombiana de Carreras Industriales. Facultad de Ingeniería Industrial

Villamil, D. (2012). *Propuesta para el mejoramiento y la competitividad Internacional a los procesos de Importación de Carga General dentro de la Gerencia de Logística en S.DR Bun Colombia*. Bogotá D.C. Escuela Colombiana de Carreras Industriales. Facultad de Comercio Internacional.

Villaseñor & Galindo, (2011). *Manual Lean Manufacturing Guía Básica Monterrey*. Mexico. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey. Segunda Edición p.43 – 53.

CIBERGRAFIA

<http://www.iata.org/Pages/default.aspx>

<http://www.aerocivil.gov.co/AAeronautica/Rrglamentacion/RAC/Paginas/Inicio.aspx>

<http://www4.unfccc.int/sites/nama/ layouts/UN/FCCC/NAMA/Download.aspx?ListName=NAMA&Id=82&FileName=CONPES%203547%20-%20Politica%20Nacional%20Logistica.pdf>

<https://www.opain.co/politica.php>