



POSGRADOS

Maestría en **PRODUCCIÓN Y OPERACIONES INDUSTRIALES**

RPC-SO-30-No.506-2019

Opción de
titulación:

PROPUESTAS METODOLÓGICAS Y
TECNOLÓGICAS AVANZADAS

T E M A :

PROPUESTA DE MEJORAS DEL PROCESO DE REPARACIÓN DE
CONTENEDORES, MEDIANTE TÉCNICAS LEAN SIX SIGMA,
PARA LA OPTIMIZACIÓN DE RECURSOS, TIEMPOS Y COSTOS
DE LA EMPRESA TERCON

A U T O R :

MARCO VINICIO GUACHUN SANCHEZ

D I R E C T O R :

LAURA LEONOR GARCES VILLON

Guayaquil - Ecuador
2022

Autor:



Marco Vinicio Guachun Sanchez.

Ingeniero Mecánico Automotriz

Candidato a Magister en Producción y Operaciones Industriales
por la Universidad Politécnica Salesiana – Sede Guayaquil.

mguachun@est.ups.edu.ec

Dirigido por:



Laura Leonor Garces Villon

Ing. Laura Garcés, MBA

lgarces@ups.edu.ec

Todos los derechos reservados.

Queda prohibida, salvo excepción prevista en la Ley, cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública y transformación de esta obra para fines comerciales, sin contar con autorización de los titulares de propiedad intelectual. La infracción de los derechos mencionados puede ser constitutiva de delito contra la propiedad intelectual. Se permite la libre difusión de este texto con fines académicos investigativos por cualquier medio, con la debida notificación a los autores.

DERECHOS RESERVADOS

©2022 Universidad Politécnica Salesiana.

GUAYAQUIL – ECUADOR

MARCO VINICIO GUACHUN SANCHEZ

***PROPUESTA DE MEJORAS DEL PROCESO DE REPARACIÓN DE CONTENEDORES
MEDIANTE TÉCNICAS LEAN SIX SIGMA, PARA LA OPTIMIZACIÓN DE RECURSOS,
TIEMPOS Y COSTOS DE LA EMPRESA TERCON***

RESUMEN

Este proyecto de investigación tiene por objetivo realizar propuesta de mejoras del proceso de reparación de contenedores mediante técnicas lean six sigma, para la optimización de recursos, tiempos y costos de la empresa Tercon. La metodología lean six sigma usa como base las cinco etapas del ciclo DMAIC (Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar).

En la etapa Definir. El servicio de reparación de contenedores que realiza la empresa consta de varios procesos, por lo cual se desarrolló una selección del proceso que requiere ser mejorado considerando varios parámetros, el proceso seleccionado es la reparación de contenedores y el abastecimiento del contenedor. Para este efecto se utilizó las herramientas: matriz de priorización, diagrama de flujo, mapeo de procesos, Sipoc, ctq's.

En la etapa Medir se realizó la recolección de datos para determinar el tiempo de ciclo y el cálculo de capacidad del proceso. Para este efecto se utilizó las herramientas: Diagrama de flujo del proceso, plan de recolección de datos, cálculo de capacidad del proceso. Se analizaron 300 contenedores de un total de 604 con un periodo de 1 mes.

En la etapa Analizar, se determinó las variaciones del proceso, las causas y los efectos. Siendo las principales fuentes de variación del proceso los elevados tiempos en el ingreso y retiro de contenedores y sus causas: la falta de personal de operación de máquina, el criterio deficiente en la distribución de máquinas portac contenedores, las deficientes clasificación contenedores y la falta de kpi's de control.

En la etapa Mejorar. Se plantea las propuestas de mejora del proceso, aplicando un diseño de simulación mediante software y demostrando como las propuestas inciden positivamente en la mejora. Para finalizar en la etapa de Control se plantea el desarrollo de un kpi para el seguimiento del desempeño del proceso mejorado.

Palabras clave: Tiempo de ciclo, lean six sigma, simulación, herramientas, reparación de contenedores.

ABSTRAC

This research project aims to make a proposal for improvements in the container repair process using lean six sigma techniques, for the optimization of resources, times, and costs of the Tercon company. The lean six sigma methodology is based on the five stages of the DMAIC cycle (Define, Measure, Analyze, Improve and Control).

At the Define stage. The container repair service carried out by the company consists of several processes, for which a selection of the process that needs to be improved was developed considering several parameters, the selected process is the repair of containers and the supply of the container. For this purpose, the tools were improved: prioritization matrix, flow chart, process mapping, Sipoc, ctq's.

In the Measure stage, data collection was carried out to determine the cycle time and the calculation of the process capacity. For this purpose, the tools were taken process flow diagram, data collection plan, calculation of process capacity. 300 containers out of a total of 604 were analyzed with a period of 1 month.

In the Analyze stage, process variations, causes, and effects will be narrowed down. Being the main sources of variation of the process the high times in the entry and removal of containers and their causes: the lack of machine operation personnel, the poor criteria in the distribution of container machines, the poor classification of containers and the lack of kpi's of control.

In the stage Improve. Proposals for process improvement are proposed, applying a simulation design using software and demonstrating how the proposals have a positive effect on improvement. To finish in the Control stage, the development of a kpi is proposed to monitor the performance of the improved process.

Keywords: Cycle time, lean six sigma, simulation, tools, container repair.

AGRADECIMIENTOS

A mi Señor Jesús, por todas sus bendiciones en mi vida.

Un especial agradecimiento a la Empresa Tercon Terminales de Contenedores Cía. Ltda. Y sus máximos representantes. Ing. Jorge Montalvo (Gerente General), Ing. Oswaldo Carrión (Gerente de Operaciones) por permitirme desarrollar este proyecto y brindarme todas las facilidades y la valiosa ayuda de su amplio conocimiento.

Al gran equipo de los departamentos de Operaciones y M&R de la empresa Tercon, por su gran aporte, dedicación y colaboración en el desarrollo de este proyecto. En especial a Wilson Castillo, José Palma, Omar Medina, Cristian Macias, Kecia Montalvan, Jose León, Jhon Vera, Jose Soto

A toda mi familia, por su apoyo comprensión y cariño.

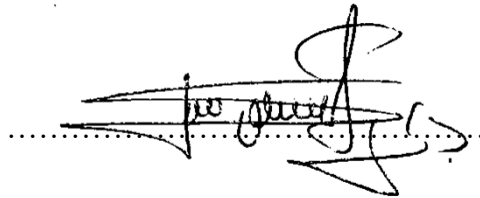
A la Universidad Politécnica Salesiana y su cuerpo de docentes.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mi amada esposa, Abigail y mis amados hijos: Camila, Belén y Jonatan. Son mi fuente de inspiración, mi razón de vivir y la energía que me impulsa a ser mejor cada día.

DECLARACION DE RESPONSABILIDAD

La responsabilidad por la investigación realizada, recolección de datos, resultados, interpretaciones, conclusiones y recomendaciones corresponden exclusivamente al autor del presente documento.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Marco Vinicio Guachun Sanchez', is written over a horizontal dotted line. The signature is stylized and somewhat cursive.

MARCO VINICIO GUACHUN SANCHEZ

0104266275

ÍNDICE DE CONTENIDO

Contenido	
AGRADECIMIENTOS	IV
DEDICATORIA	V
DECLARACION DE RESPONSABILIDAD.....	VI
ÍNDICE GENERAL	VII
CAPÍTULO I	1
INTRODUCCIÓN.	1
Situación Problemática. Antecedentes.	1
Problema General	2
Justificación	2
Objetivo general	3
Objetivos específicos	3
CAPÍTULO II.....	4
MARCO TEÓRICO.....	4
El contenedor.....	4
Administración de la calidad total	14
CAPÍTULO III.....	26
MÉTODOLIGIA.....	26
Tipo y diseño de la investigación	26
Diseño de investigación.....	28
Unidad de observación población y muestra.....	30
CAPÍTULO IV.....	31
PROPUESTA DE MEJORAS DEL PROCESO DE REPARACIÓN.....	31
Etapa Definir.....	32
Etapa Medir	45
Etapa Analizar	54
Etapa Mejorar	63
Etapa Controlar	80
CONCLUSIONES	83

RECOMENDACIONES	84
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	85
ANEXOS.....	91

INDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Especificaciones de contenedor de 20' y 40' pies.....	6
Tabla 2.	Puntuación por parámetros.....	37
Tabla 3.	Tabla de calificaciones.....	37
Tabla 4.	Calificación de proceso vs parámetros.....	38
Tabla 5.	Matriz de priorización.....	39
Tabla 6.	Distribuciones de probabilidad (estado actual). .	59
Tabla 7.	Resultados de corrida de simulación, situación actual.....	62
Tabla 8.	AMEF planteamiento de mejoras.....	67
Tabla 9.	Matriz de priorización de mejoras.....	68
Tabla 10.	Plan de acción de mejora del proceso.....	69
Tabla 11.	Resultados de corrida de simulación, proceso mejorado.....	77

INDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Abreviatura para tipos de contenedores.....	5
Figura 2.	Contenedor 40' Reefer High Cube.....	7
Figura 3.	Dimensión interior contenedor 40' Reefer High Cube	7
Figura 4.	Dimensión interior contenedor 40' Reefer High Cube	8
Figura 5.	Partes que constituyen un contenedor.	9
Figura 6.	Identificación del contenedor..	10
Figura 7.	Procesos para la reparación de contenedores.	13
Figura 8.	Desviación estándar.....	16
Figura 9.	Six Sigma como métrica, metodología y sistema de gestión.	17
Figura 10.	Cost of poor quality.	18
Figura 11.	Rendimiento por operación y rendimiento combinado de un proceso	21
Figura 12.	Herramientas básicas para Seis Sigma.....	22
Figura 13.	El diagrama de Pareto completo.	24
Figura 14.	El diagrama de Pareto completo.	25
Figura 15.	Las cinco etapas del DMAIC.....	31
Figura 16.	Esquema de los procesos principales de la empresa Tercon.....	33
Figura 17.	Mapa general de procesos de la empresa en estudio.....	34
Figura 18.	Sipoc, proceso reparación de contenedores.	41
Figura 19.	Característica Crítica para la Calidad.	44

Figura 20.	Diagrama de flujo del proceso de reparación de contenedores.....	46
Figura 21.	Esquema de variables a medir.....	48
Figura 22.	Grafica prueba de normalidad.....	51
Figura 23.	Grafica de capacidad de proceso.....	52
Figura 24.	Diagrama de Ishikawa.....	57
Figura 25.	Representación gráfica del modelo.....	58
Figura 26.	Medidas de tendencia central.....	59
Figura 27.	Modelo de simulación en 2D.....	61
Figura 28.	Modelo de simulación en 2D.....	62
Figura 29.	AMEF.....	64
Figura 30.	Plano con la propuesta de distrubucion de máquinas.....	70
Figura 31.	Clasificación actual de contenedores e ingreso al taller de reparación.....	74
Figura 32.	Propuesta: criterio de clasificación de contenedores e ingreso al taller.....	75
Figura 33.	Medidas de tendencia central.....	76
Figura 34.	Parámetros del proceso.....	77
Figura 35.	Modelo de simulación.....	78
Figura 36.	Cálculo del proceso mejorado.....	80

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN.

1.1 Situación Problemática. Antecedentes.

El contenedor es el elemento fundamental que se utiliza en las operaciones de comercio exterior, brindando beneficios tales como: carga, descarga, trasbordo, seguridad y protección de la mercadería a comercializar y puede ser a temperatura controlada, isoterma, frigorífico, desarmable, etc. El almacenaje, mantenimiento y el transporte de contenedores implican procesos indispensables y costosos, para este fin se han constituido grandes empresas que brindan este servicio con gran capacidad y eficiencia (Larrucea, J. Sagarra, R. Mallofré, J. 2013)

Con el objetivo de contribuir a la gran labor del comercio exterior en el país, la empresa Tercon Terminales de Contenedores Cía. Ltda. abre sus puertas en el año 1981 con su principal servicio de almacenaje y reparación de contenedores. Durante el transcurso de los años la empresa y sus procesos han ido evolucionando de acuerdo con el entorno, al requerimiento de los clientes y a la tecnología.

El gran crecimiento tecnológico, la constitución de nuevas empresas que brindan los mismos servicios y la gran variabilidad de la demanda de la cadena de suministro del comercio exterior ponen en alto relieve la complejidad y la competitividad a las empresas dedicadas a brindar este servicio. Es indispensable entender y poner en manifiesto el gran interés que deben prestar las empresas a la mejora continua de sus procesos, utilizando técnicas de producción y operación industriales de alto nivel, de esta manera estarán siempre preparados a la variabilidad de la demanda y sobre todo a los entornos VUCA (volatilidad, la incertidumbre, la complejidad y la ambigüedad) (Cuevas, R. Bodea, N. & Torres P, 2021), para ser más productivos y a la vez más competitivos. La empresa Tercon Terminales de Contenedores Cía. Ltda. Consciente y en atención

a lo mencionado, busca encaminar sus procesos hacia niveles altos de la industria, en ese sentido nace la idea de definir, analizar, y realizar propuestas de mejora continua en busca de dar siempre el valor agregado y satisfacción a sus clientes.

1.2 Problema General

Para definir, analizar, y realizar propuestas de mejora continua del problema de investigación se ha propuesto un problema general y tres problemas específicos que están formulados en forma de pregunta y se detallan a continuación

1.3 Justificación

Los constantes avance en tecnología y las técnicas de gestión de alto nivel, en el entorno nacional y mundial, exigen mayor competitividad en las operaciones de las empresas ligadas al comercio exterior. La empresa Tercon Terminales de Contenedores Cía. Ltda., donde se desarrollará el presente trabajo, sabe que es clave el desarrollo constante de mejorar sus procesos, siendo esto un baluarte que le permite optimizar tiempos, recursos y costos. De esta manera se ha consolidado como una empresa competitiva y exitosa en su amplia trayectoria a través del tiempo. En ese contexto, es indispensable mencionar que los objetivos de esta investigación están alineados a la política de la empresa, a los valores y principios, a su misión y visión y también a su mejor estrategia de trabajo que se orienta a buscar la mejora continua de sus procesos, siendo así se justifica el presente trabajo de investigación debido a que compagina con las necesidades de la empresa. El enfoque estará en el proceso de reparación de contenedores, debido a que en la actualidad la empresa necesita elevar la cantidad de contenedores reparados optimizando tiempos, recursos y costos, para cubrir la demanda y elevar su capacidad operativa.

Entrando más en detalle de la necesidad de la empresa, consideramos lo siguiente: la alta variabilidad y combinación de defectos de los contenedores por reparar, los tiempos de ingresos de contenedores a la zona de reparación, los tiempos de espera, la ubicación y almacenamiento, los movimientos repetitivos, el alto uso de máquinas para mover contenedores, son las variables más importantes que definen el tiempo de ciclo del proceso de reparación y que generan la necesidad de ser tratadas con herramientas y técnicas de alto nivel de la producción y operaciones industriales. Con la realización de este proyecto se pretende definir, analizar, plantear propuestas de mejora en el proceso de reparación de contenedores mediante la aplicación de conceptos y herramientas técnicas como el que nos brinda Lean Six Sigma, para encontrar soluciones concretas y viables enfocados en el servicio al cliente y que permitan optimizar recursos, tiempos y costos.

1.4 Objetivo general

Proponer mejoras en el proceso de reparación de contenedores, mediante técnicas lean six sigma, para la optimización de recursos, tiempos y costos de la empresa Tercon Terminales de Contenedores Cía. Ltda.

1.5 Objetivos específicos

- a) Medir, analizar y evaluar la situación actual del proceso de reparación de contenedores durante noviembre 2021, para identificar brechas con las buenas prácticas de lean six sigma.
- b) Reducir hasta un 15% el tiempo de ciclo, los costos de reparación e incrementar el throughput, para mejorar los procesos de reparación de contenedores.
- c) Demostrar mediante la aplicación del uso de la simulación discreta con software, el impacto de la propuesta de mejora, junto a recomendaciones a adoptar por la organización en estudio.

CAPÍTULO 2

MARCO TEÓRICO

Esta sección está constituida por datos técnicos de contenedores, bases teóricas de la metodología lean six sigma.

2.1 El contenedor.

El Convenio Internacional sobre la Seguridad de los Contenedores (CSC, por sus siglas en inglés) define el contenedor como un elemento del equipo de transporte, de carácter permanente y suficientemente resistente para permitir su empleo repetido. Especialmente ideado para facilitar el transporte de mercancías por uno o varios modos de transporte, sin manipulación intermedia del embarque. La contenedorización conecta múltiples infraestructuras para que un contenedor pueda llevar la carga desde el origen hasta el destino. La contenedorización requiere que la infraestructura acomode un objeto estandarizado, el contenedor en sí, construido sobre múltiples sistemas. Sarmiento, L. A. (2019).

Larrucea, J. (2018). Menciona que la existencia del contenedor marítimo surge de la necesidad de agrupar las cargas para su transporte y comercialización. Su uso de manera más intensa se realizó desde las últimas décadas del pasado siglo xx y mantiene un crecimiento espectacular, que se evidencia en las tendencias de las estadísticas anuales de los principales puertos comerciales del mundo. Este medio de transporte intermodalidad ha ido adaptándose a las necesidades de los usuarios en cuanto a rapidez y seguridad en los tráficos de mercancías. Se ha afirmado que el contenedor es una de las grandes creaciones del hombre y ha transformado nuestra forma de comercializar en todo el mundo.

2.1.1 Tipos, tamaños, partes y construcción de un contenedor

Según. de Larrucea, Mallofré, Sagarra (2017). Debido a la gran variedad de tipos de mercadería a transporta así también existe varias clases y tipos de contenedores.

Existen varias clases de contenedores entre los cuales están:

- Secos
- Tanque o cisterna
- Refrigerados

También existen varios tipos contenedores los más utilizados son:

- Estándar
- Open Top
- Refrigerado
- Flat Rack
- Tanque

Para simplificar el lenguaje y un mejor entendimiento se utilizan abreviaciones como se detallan en la tabla 1.

Figura 1. Abreviatura para tipos de contenedores.

Fuente: <https://econtainers.co/ec>

Abreviatura	Tipo	Detalle
SD	Estándar Dry	Estándar carga seca (común)
OT	Open Top	Techo abierto (de lona)
RF	Reefer	Refrigerado
FR	Flat Rack	Base de parantes
TK	Tank	Tanque
HC	High Cube	9'6" de altura

En cuanto al tamaño de los contenedores, el estándar ISO indica que las medidas para los contenedores son: de 20' pies y 40' pies de largo, destinados al tránsito internacional. El primero se conoce comúnmente como TEU (unidad que equivale a 20' pies de largo, del inglés twenty equivalent units) y el segundo como FEU (unidad que equivale a 40' pies de largo, del inglés forty equivalent units). La medida del número de contenedor a bordo de un buque y en una terminal portuaria, de forma convencional, es el TEU, contabilizando un FEU como dos TEU. Sarmiento, L. A. (2019)

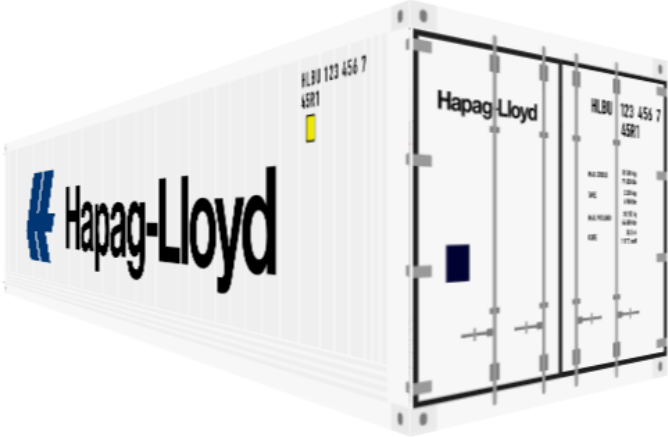
Tabla 1. Especificaciones de contenedor de 20' y 40' pies.

Fuente: <https://econtainers.co/ec>

Detalle	20'	40'
Largo	5898mm (Interior)	12030mm (Interior)
	6058mm (Exterior)	12190 mm (Exterior)
Ancho	2350mm (Interior)	2350mm (Interior)
	2438mm (Exterior)	2430 mm (Exterior)
Alto	2390mm (Interior)	2390mm (Interior)
	2591mm (Exterior)	2590mm (Exterior)
Peso	2300kg	4100 kg
Máx. Carga útil	28235 kg	27160 kg
Tara	2245 kg	3320 kg
Máx. bruto	30480 kg	30480 kg

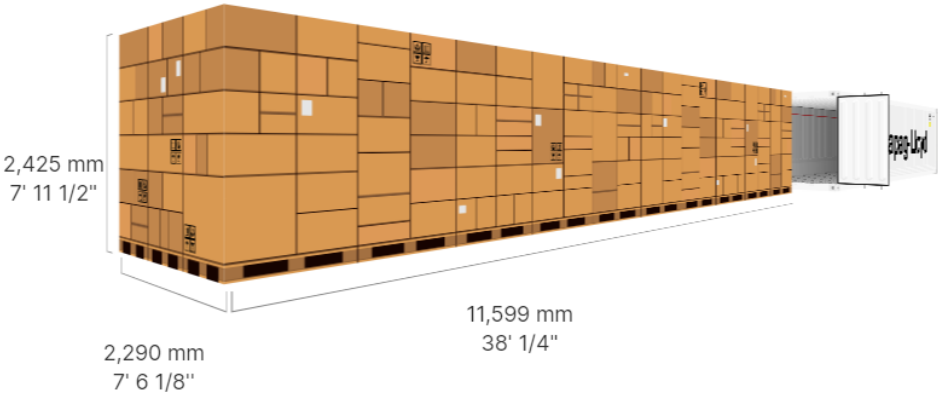
A manera a de ejemplo, en las figuras 1, 2, 3 se presenta un containers 40' Reefer High Cube.

Figura 2. Contenedor 40' Reefer High Cube



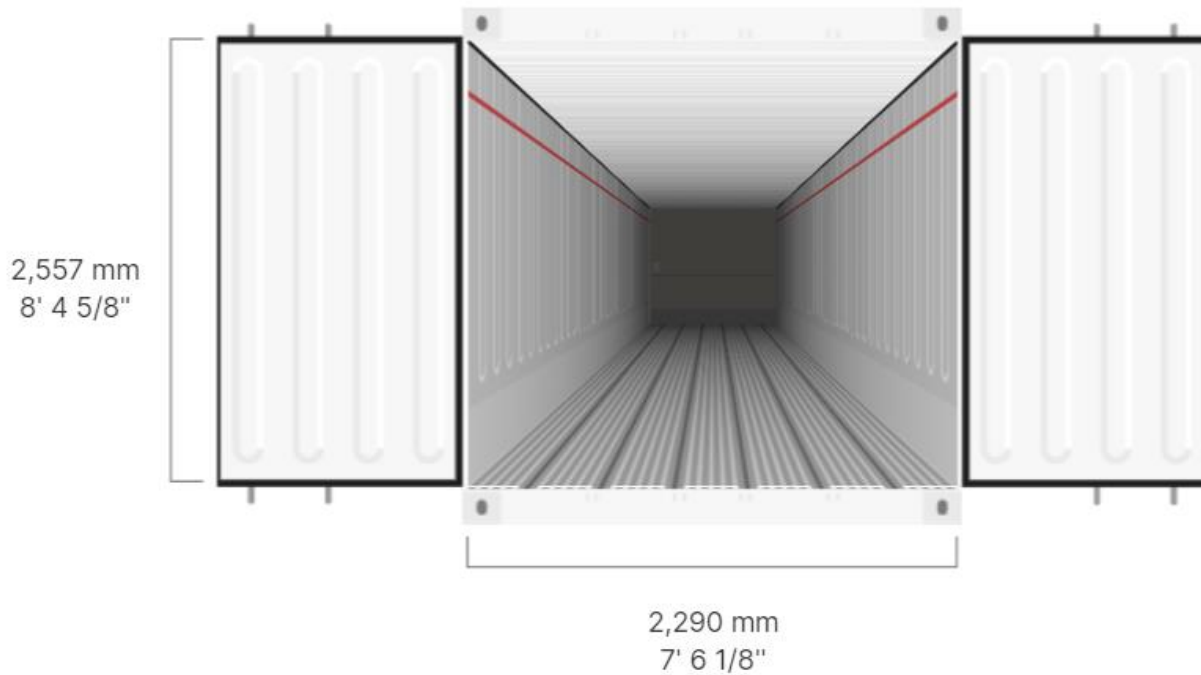
Nota. Predeterminado Containers 40' Reefer High Cube. Fuente <https://www.hapag-lloyd.com/> (2015)

Figura 3. Dimensión interior contenedor 40' Reefer High Cube



Nota. Dimensión interior Containers 40' Reefer High Cube. Fuente <https://www.hapag-lloyd.com/> (2015)

Figura 4. Dimensión interior contenedor 40' Reefer High Cube



Nota. Dimensión interior Containers 40' Reefer High Cube. Fuente <https://www.hapag-lloyd.com/> (2021)

Por lo general el contenedor puede dividirse en tres partes: la estructura, las paredes y la base. En la fig. 4 se detalla la forma y la terminología de los elementos que constituyen un contenedor. Larrucea, J. (2018)

Entre los materiales utilizados por los constructores de contenedores están los siguientes: el acero corrugado de alta resistencia, aluminio que soportan la corrosión y reduce el peso del contenedor, madera, fibra de vidrio, acero inoxidable. Larrucea, J. (2018)

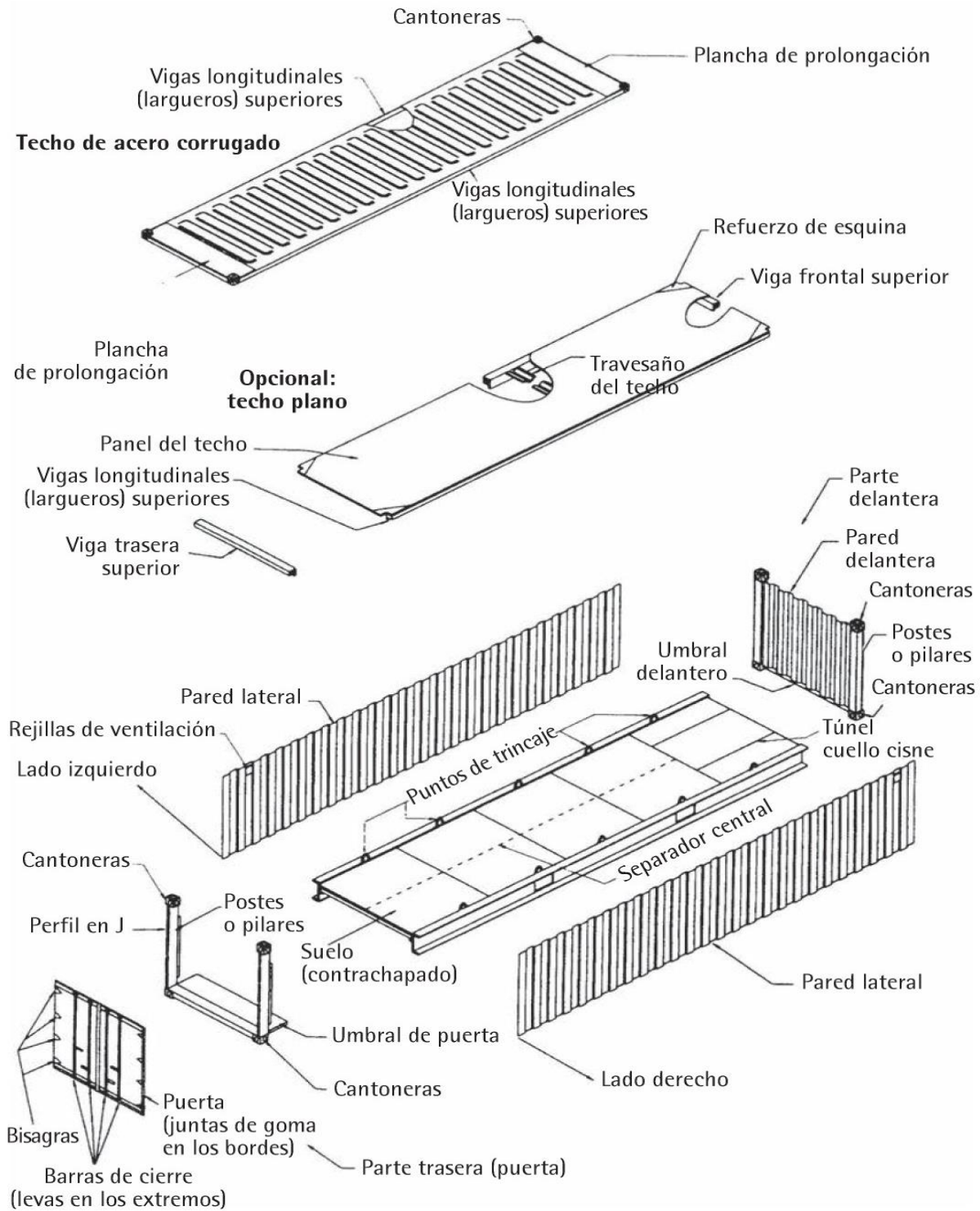


Figura 5. Partes que constituyen un contenedor.

Fuente: Larrucea, J. (2018)

2.1.2 Identificación de un contenedor

Cada contenedor tiene marcado su identificación con una combinación de 11 dígitos alfanuméricos, las tres primeras letras son las que identifican al propietario y la cuarta letra puede ser: “U” que identifica contenedores, “J” que identifica equipo auxiliar adosable y “Z” que identifica chasis o trailers de transporte vial. Este código necesita estar registrado en el BIC (Bureau International des Containers et du Transport Intermodal). de Larrucea, Mallofré, Sagarra (2017).

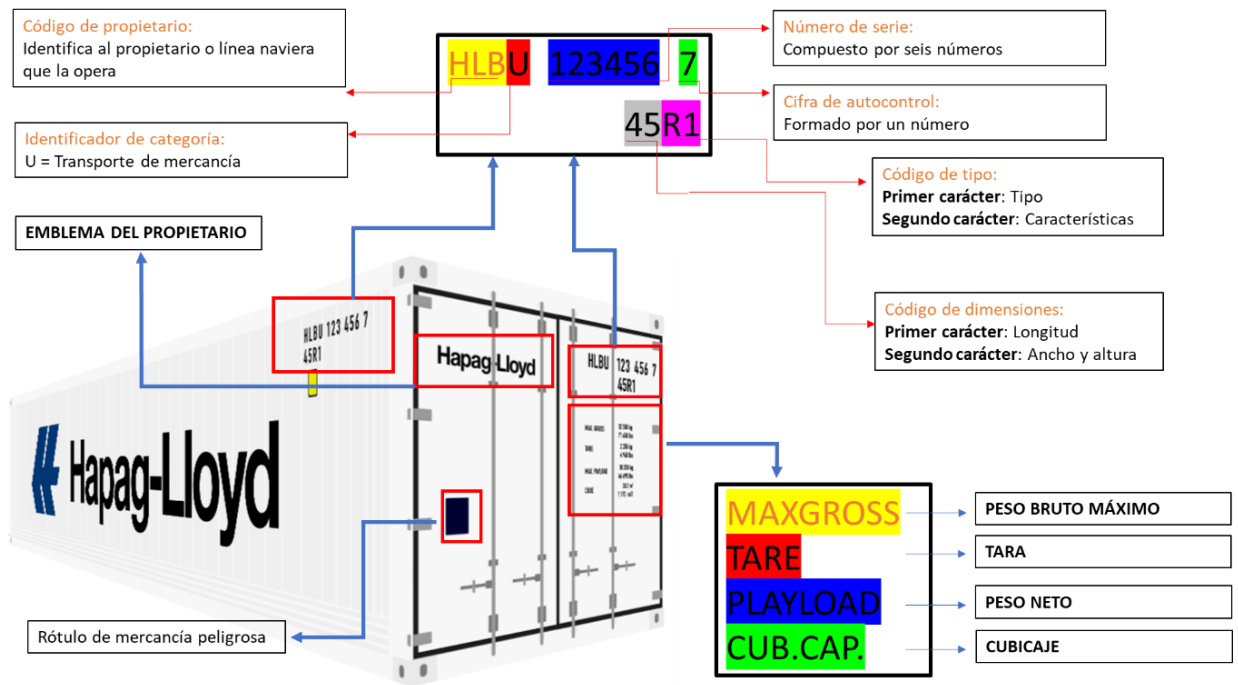


Figura 6. Identificación del contenedor.

Fuente: Larrucea, Mallofré, Sagarra, R. (2017).

2.1.3 Inspección de contenedores

Las compañías navieras y las de alquiler tienen repartidos millones de contenedores por toda la red portuaria mundial, bien sea embarcados a bordo de buques, en terminales portuarias, en fase de consolidación a cargo de expedidores, descargados por receptores, o bien a la espera en depósitos de almacenamiento, mantenimiento y reparación. Es en los depósitos de almacenamiento donde se realizan los procesos para tener un contenedor habilitado y en óptimas condiciones para transportar la mercancía.

Para el efecto de inspección, mantenimiento y reparación de contenedores los depósitos siguen estándares internacionales preestablecidos desde hace décadas atrás. El Institute of International Container Lessors (IICL), la ACC y el Convenio Internacional de Naciones Unidas sobre la Seguridad de los contenedores (CSC 72), son las organizaciones internacionales que rigen los estándares para la inspección y reparación de contenedores. Si bien es cierto que los criterios de inspección, mantenimiento y reparación de contenedores son acuerdos entre los depósitos y los propietario o usuario de los contenedores, actualmente los manuales más completos con estos criterios y los más utilizados por los propietarios y usuarios son los de IICL y las principales modalidades de inspección de contenedores son:

- On hire
- Off hire
- In ser-vice
- Condition survey
- Post repair

Entre las guías y los manuales publicados por el IICL están los siguientes:

- Guide for Container Equipment Inspection
- General Guide for Container Cleaning

- Specifications for Steel Container Refurbishing
- Guide for Container Damage Measurement
- IICL Supplement on Container Inspection and Repair: Gray Areas
- Repair Manual for Steel Freight Containers.

Larrucea, Mallofré & Sagarra. (2017).

Es correcto lo que menciona Larrucea, J. (2018). Habitualmente las compañías navieras negocian contratos con los depósitos de contenedores y entre sus acuerdos comerciales están las tarifas de reparación, el almacenamiento, la inspección y sus tipos. Para brindar todos los servicios descritos, los depósitos de contenedores cuentan con personal propio y altamente calificado, mismos que inspeccionan los contenedores en el momento que ingresan al depósito, se realizan un listado de averías encontradas y elaboran un presupuesto estimado de reparación esto es en el caso de que existan averías, el presupuesto es enviado al cliente para su aprobación y posterior reparación, también se realiza otros estimados para mantenimiento si el contenedor requiere limpieza, eliminar sobrantes de mercadería, etc. Si el contenedor se encuentra en buen estado y no necesita ningún servicio simplemente es aceptado y apilado en una zona destinada. Para tener una idea general de cada uno de los tipos de inspección mencionados anteriormente, a continuación, se presenta un detalle de acuerdo con lo expuesto en Larrucea, Mallofré & Sagarra. (2017).

- La inspección On Hire Inspección realizada antes del arrendamiento de un contenedor para acreditar su estado de conservación.
- La inspección Off-Hire Survey: Inspección realizada para verificar el estado en el que el contenedor es devuelto por el cliente.
- La inspección In Service se practica mientras el contenedor sigue en alquiler y se aprovecha el período en que el contenedor se encuentra descargado y almacenado en el depósito a la espera de un nuevo servicio.
- La inspección Post repair survey se refiere a aquella inspección efectuada tras la reparación de un contenedor.

2.1.4 Reparación de contenedores

Según lo mencionado anteriormente, las inspecciones de averías en contenedores se realizan utilizando las referencias de los estándares internacional, mencionado el IICL como el más utilizado en la actualidad. Para las reparaciones de las averías también se siguen los mismos lineamientos con estándares internacionales. El propósito de la reparación es restaurar la estructura del contenedor poniéndolo en un nivel óptimo de funcionamiento, de esta forma se asegura el comercio intermodal mundial. El proceso de reparación de los contenedores implica una serie de pasos a seguir y las empresas que brinda este tipo de servicio buscan estandarizar al máximo sus procesos. En la fig.6 se observa un diagrama de flujo para los procesos típicos a seguir para la reparación de contenedores. IICL ha consolidado los procedimientos básicos de reparación aplicables a muchos componentes de acero, también incluye información sobre materiales de reemplazo, preparación de superficies y pintura, soldadura, reparaciones no conformes (“inadecuadas”), precauciones generales de seguridad y garantía de calidad. IICL. (2006)

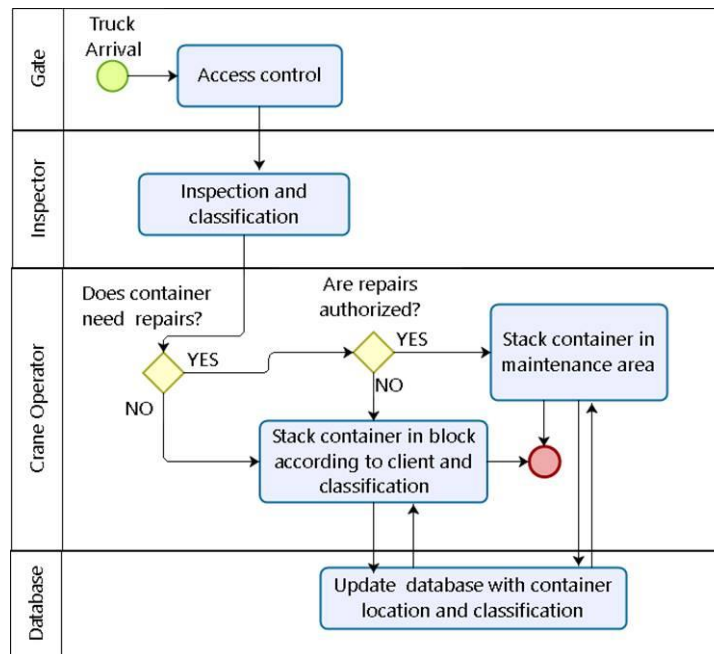


Figura 7. Procesos para la reparación de contenedores.

Fuente. <https://www.simio.com/> (2021).

2.2 Administración de la calidad total

La norma ISO 9000 define la calidad como “grado en el que un conjunto de características inherentes de un objeto cumple con los requisitos”. El término “calidad” puede utilizarse acompañado de adjetivos tales como pobre, buena o excelente (Norma ISO 9000, 2015).

Chase & Jacobs (2014) definen a la administración de la calidad como “la administración de toda la organización de modo que sobresalga en todas las dimensiones de productos y servicios importantes para el cliente” indicando dos objetivos operacionales fundamentales:

- Diseño cuidadoso del producto o servicio.
- Garantizar que los sistemas de la organización produzcan consistentemente el diseño.

2.3 La mejora continua

La norma ISO 9000-2015, define la mejora continua como “actividad recurrente para mejorar el desempeño”, es decir “Las organizaciones con éxito tienen un enfoque continuo hacia la mejora.” También manifiesta que la mejora es esencial para que una organización mantenga los niveles actuales de desempeño y que los beneficios potenciales traducen a obtener excelencia en el desempeño de los procesos, de la capacidad de la organización y de la satisfacción al cliente. Además, mejora el enfoque en la investigación y la determinación de la causa raíz de los problemas seguido de las acciones preventivas y correctivas (ISO 9000, 2015). En relación con expuesto, la norma ISO 9001-2015 enuncia como un requisito lo siguiente: “La organización debe determinar y seleccionar las oportunidades de mejora e implementar cualquier acción necesaria para cumplir los requisitos del cliente y aumentar la satisfacción del cliente”.

Por otra parte, los métodos de la administración de la calidad y mejora continua de los procesos de una organización han sido elementos esenciales en el transcurso del desarrollo industrial a nivel de la historia. Issa Bass & Barbara Lowaton, (2009) mencionan que desde Frederick W. Taylor, el inventor de la gestión científica, ideó técnicas para la gestión de fábricas y estudios de tiempo y movimiento. Eli Whitney, creó los métodos para las piezas intercambiables y Henry Ford desarrolló las modernas líneas de montaje que se utilizan en la producción en masa en la actualidad. Estos inventos fueron los precursores de las metodologías modernas de mejora de la calidad y la productividad. Durante las últimas tres décadas, se han introducido en las empresas de todo el mundo muchas metodologías de gestión destinadas a mejorar los procesos de producción. La gestión de calidad total (TQM) o el control de calidad en toda la empresa (CWQC), se han considerado nada más que modas pasajeras y han desaparecido casi inmediatamente después de su aparición. De hecho, todas las estrategias de mejora de procesos (Six Sigma, TQM, CWQC, Lean, TOC, etc.) tienen la misma filosofía subyacente; todos están orientados a la satisfacción del cliente e insisten en la necesidad de que todas las secciones de una empresa cooperen para mejorar todos los aspectos de sus operaciones.

El enfoque siempre está en producir productos y servicios de alta calidad al menor costo posible mediante la reducción de desperdicios y la mejora continua.

2.4 Metodología Lean Six Sigma

Meran, John, Roenpage & Staudter, (2008) describen este término de la siguiente manera: Six Sigma + Lean significa "seis desviaciones estándar". La visión Six Sigma + Lean significa que la desviación estándar de una distribución normal se ajusta +/- seis veces entre los límites de especificación definidos por el cliente (límite de especificación superior = USL y límite de especificación inferior = LSL).

El valor localizado corresponde a un nivel de calidad del 99,9999998%. La experiencia práctica muestra que los procesos fluctúan con el tiempo. por al menos +/- 1,5 sigma, esto significa

que en al final se alcanza un nivel de calidad del 99,9997% y esto corresponde a una tasa de error de 3,4 defectos por millón de oportunidades (DPMO).

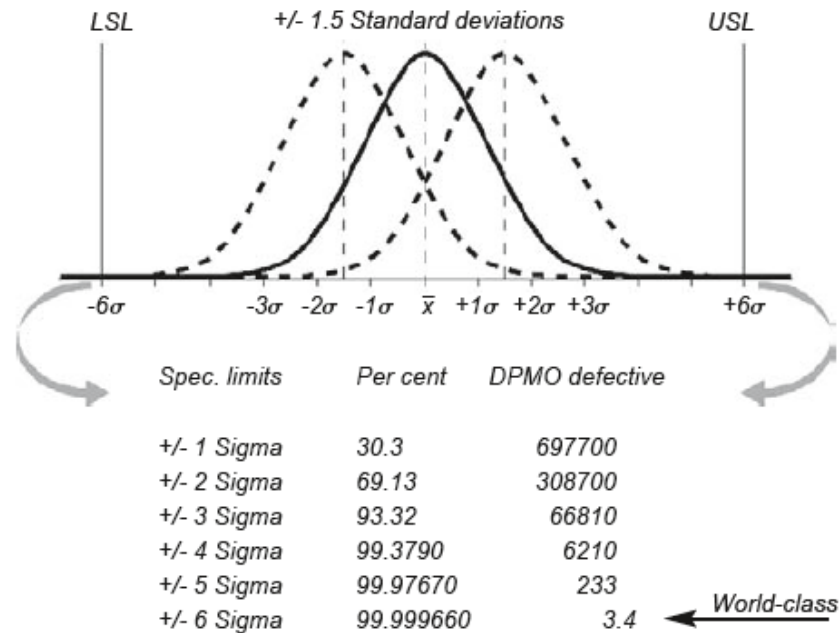


Figura 8. Desviación estándar. Fuente: Meran, John, Roenpage & Staudter, 2008

Es necesario recalcar que entre las herramientas metodológicas más utilizadas para la administración de la calidad y la mejora continua en las empresa es el Lean Six Sigma, su uso ha demostrado ser una forma poderosa y eficaz de proporcionar resultados operativos positivos sostenidos en organizaciones de todo el mundo, en razón de que es una metodología híbrida que reúne al Lean que tiene como objetivo eliminar el desperdicio mediante la cultura organizacional y el Six Sigma es una metodología que tiene como objetivo reducir las variaciones en los procesos de producción con el fin de mejorar la calidad (Issa Bass & Barbara Lowaton, 2009). Se debe agregar que los principales beneficios de Lean Six Sigma está asociado con la mejora de la rentabilidad corporativa y la reducción de los costos operativos. Lean se enfoca en la reducción de costos (menores costos operativos) y Six Sigma se enfoca en la mejora de la rentabilidad (mayor calidad y satisfacción del cliente que conduce a mayores ventas) (Tranchete M, 2015).

- Mayor rentabilidad y reducción de costos
- Mejora de la calidad y la satisfacción del cliente.
- Estrategia de gestión mejorada, flexibilidad y agilidad
- Mayor protección del medio ambiente
- Mejora del desarrollo de habilidades, la moral y la satisfacción laboral de los empleados.

McCarty, Daniels, Bremer & Gupta (2005) consideran que el Six Sigma debe ser utilizado como: una métrica, una metodología y un sistema de gestión. “El Six Sigma como métrica, es la medida utilizada para evaluar el desempeño del proceso y los resultados de los esfuerzos de mejora: una forma de medir la calidad”. Las organizaciones utilizan la metodología six sigma para medir la calidad como un indicador que refleja el grado de control de un proceso determinado con la finalidad de cumplir con el estándar de desempeño establecido para ese proceso.

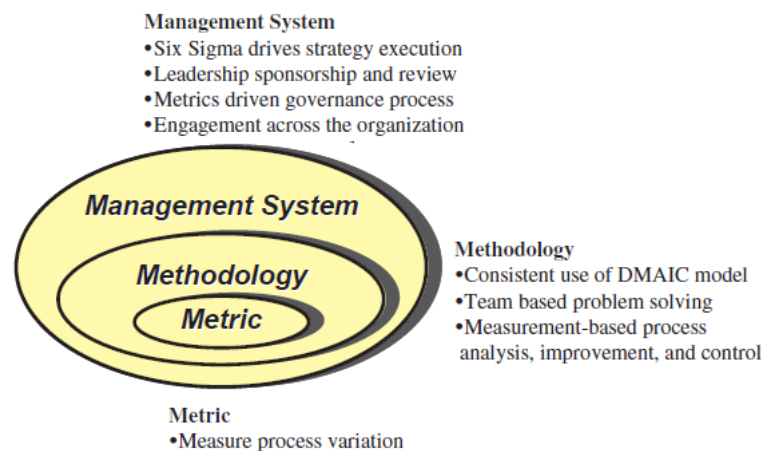


Figura 9. Six Sigma como métrica, metodología y sistema de gestión. Fuente: McCarty, Daniels, Bremer & Gupta, 2005

2.4.1 Métricas del Seis Sigma

C.S.C.S (2018) en su Guía Completa de Six Sigma expresa que el Six Sigma es tanto una metodología para la mejora de procesos como un concepto estadístico que busca definir la variación inherente a cualquier proceso. La variación en un proceso genera oportunidades de error; las oportunidades de error conducen a riesgos de defectos en el producto. Los defectos del producto, ya sea en un proceso tangible o en un servicio, conducen a una baja satisfacción del cliente. Al trabajar para reducir la variación y las oportunidades de error, el método Six Sigma finalmente reduce los costos del proceso y aumenta la satisfacción del cliente. A este evento algunos autores lo califican como el costo de baja calidad “cost of poor quality” (COPQ: por sus siglas en ingles) En la figura 9 se representa el COPQ, en el cual se evidencia en los defectos y las consecuencias de la baja calidad.



Figura 10. Cost of poor quality.

Fuente: Certiprof.com, 2021

Gutiérrez & Vara (2013) indican que la mala calidad no sólo trae como consecuencia clientes insatisfechos sino también mayores costos; por lo tanto, no es posible competir en calidad ni en precio, menos en tiempos de entrega. Un proceso de mala calidad es errático, costoso, inestable y no se puede predecir. Los costos de la mala calidad pueden ser muy altos dependiendo del desempeño de la empresa, e incluso llegan a representar entre 25 y 40% de las ventas de la empresa. McCarty, Daniels, Bremer & Gupta (2005) mencionan que la escala Sigma mide los defectos por millón de oportunidades (**DPMO**). Six Sigma equivale a 3,4 defectos por millón de oportunidades. El Sigma métrica permite comparar procesos diferentes en términos del número de defectos generados por el proceso en un millón de oportunidades.

Gutiérrez & Vara (2013) El índice Z se emplea como métrica en Seis Sigma cuando la característica de calidad es de tipo continuo; sin embargo, muchas características de calidad son de atributos. En este caso se utilizará como métrica a los Defectos por millón de oportunidades de error (DPMO). El cálculo del **DPMO** está definido por la siguiente formula:

$$DPMO = \frac{\text{Número de defectos en una muestra}}{\text{Número total de oportunidades de defecto en una muestra}} \times 1,000,000$$

Otra métrica de calidad es el Índice **DPU** (defectos por unidad) que es igual al número de defectos encontrados entre el número de unidades inspeccionadas. No toma en cuenta las oportunidades de error, es una métrica que determina el nivel de no calidad de un proceso que no toma en cuenta las oportunidades de error, se determina con la siguiente formula:

$$DPU = \frac{d}{U}$$

Donde:

U es el número de unidades inspeccionados en las cuales se observaron d defectos;

En la misma línea se encuentra también el Índice DPO (defectos por oportunidad) esta métrica de calidad es igual al número de defectos encontrados entre el total de oportunidades de error al producir una cantidad específica de unidades, está determinada por la siguiente formula.

$$DPO = \frac{d}{U \times O}$$

O , es el número de oportunidades de error por unidad.

Por otro lado, el Rolled Throughput Yield (RTY) es la probabilidad que un proceso se complete en todos sus pasos sin fallas. El rendimiento combinado del proceso es el producto de los rendimientos de sus etapas, la siguiente ecuación detalla este enunciado:

$$YC = Y1 \times Y2 \times \dots \times Yk$$

$$Y_i = \frac{\text{Número de unidades que pasan a la primera vez en la etapa } i}{\text{Número de unidades probadas en la etapa } i}$$

El índice YC se interpreta como la probabilidad de que una unidad esté libre de defectos desde la primera hasta la última etapa del proceso. Gutiérrez & Vara (2013) plantea el siguiente ejemplo para mejorar la comprensión del tema. Supongamos un proceso con cinco etapas y los rendimientos para cada una de ellas que se muestran en la figura 10. En la gráfica se aprecian el rendimiento por etapa, así como la forma en la que va disminuyendo el rendimiento acumulado

hasta que, al final, coincide con el rendimiento combinado, como se aprecia en $Y_C = 60.8\%$; por lo tanto, la probabilidad de que una unidad pase libre de defectos a lo largo de los cinco pasos es de 60.8%. Asimismo, la tendencia descendente del rendimiento acumulado indica una disminución de la probabilidad de que una unidad llegue hasta al final libre de defectos; además, entre más fuerte sea esa tendencia, indicará una mayor presencia de no calidad (desperdicios y retrabajos).

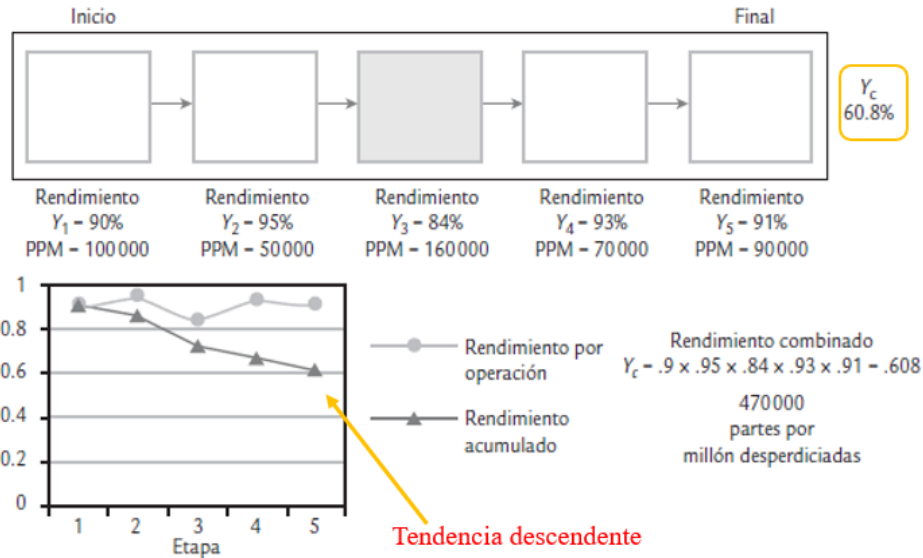


Figura 11. Rendimiento por operación y rendimiento combinado de un proceso Gutiérrez & Vara (2013)

2.4.2 Herramientas para Seis Sigma

Es importante conocer también las herramientas de implementación que utiliza la metodología six sigma. Gutiérrez & Vara (2013) realiza una clasificación interesante de las herramientas para el six sigma en la figura 11 se puede observar este detalle.

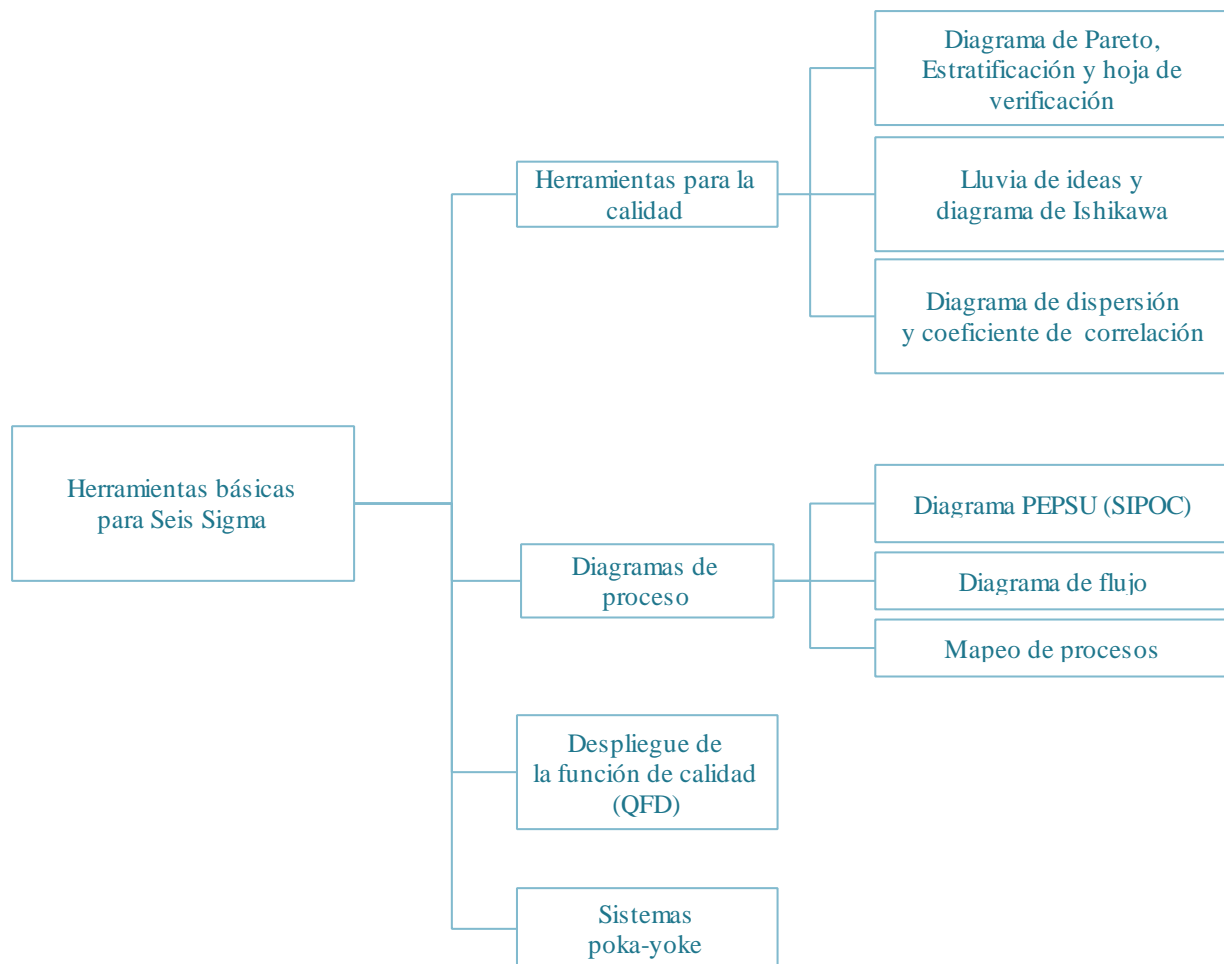


Figura 12. Herramientas básicas para Seis Sigma. Gutiérrez & Vara (2013)

2.4.3 Herramientas para Calidad

a) Diagrama de parto

El principio de Pareto es también conocido como la regla del 80-20, distribución A-B-C, es decir que el 80% de los problemas se originan en el 20% de las causas, en términos de calidad se podría decir que El 80% de la insatisfacción del cliente se debe al 20% de defectos. Issa Bass & Barbara Lowaton, (2009)

Pyzdek (2003) presenta algunos pasos que a continuación se detallan para realizar el análisis de Pareto.

Pasos para realizar un análisis de Pareto

- Determine las clasificaciones (categorías de Pareto) para el gráfico.
- Seleccione un intervalo de tiempo para el análisis.
- Determine las ocurrencias totales (es decir, costo, recuento de defectos, etc.) para cada categoría.
- Calcule el porcentaje de cada categoría dividiendo la categoría total por el total y multiplicar por 100.
- Ordene las categorías desde el mayor número total de ocurrencias hasta el pequeño.
- Calcule el "porcentaje acumulado" sumando el porcentaje de cada categoría a la de cualquier categoría anterior.
- Construya un gráfico con el eje vertical izquierdo escalado de 0 a al menos el gran total. Ponga una etiqueta apropiada en el eje. Escala la vertical derecha eje de 0 a 100%, siendo 100% en el lado derecho a la misma altura como el gran total en el lado izquierdo.
- Rotule el eje horizontal con los nombres de las categorías. La categoría más a la izquierda debería ser el más grande, el segundo más grande a continuación, etc.
- Dibuje barras que representen la cantidad de cada categoría. La altura de la barra está determinada por el eje vertical izquierdo.
- Dibuje una línea que muestre la columna de porcentaje acumulativo de Pareto. tabla de análisis. La línea de porcentaje acumulativo está determinada por el eje vertical derecho.

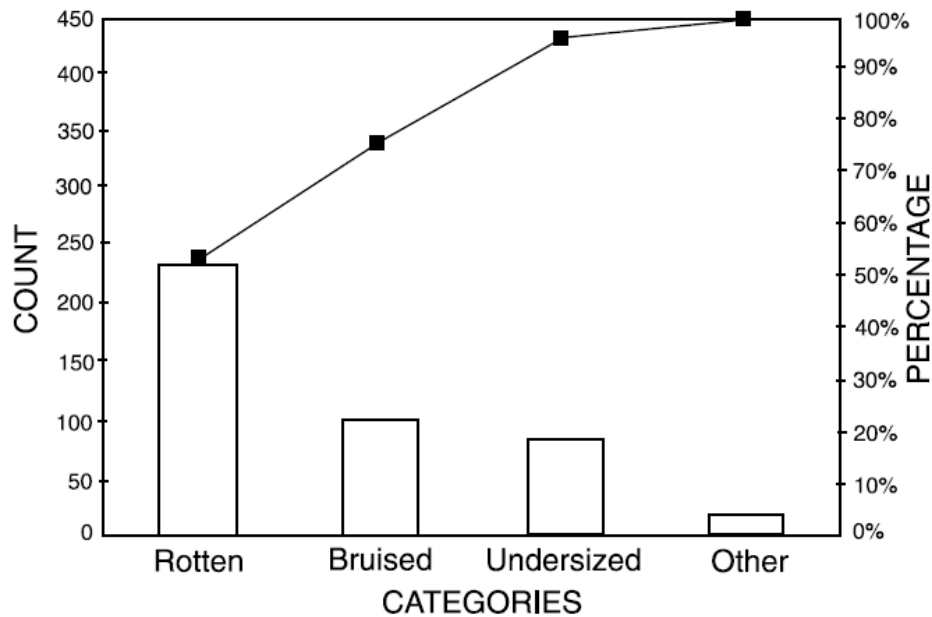


Figura 13. El diagrama de Pareto completo. Pyzdek (2003)

b) El diagrama Ishikawa

El diagrama de Ishikawa o diagrama causa y efecto es una herramienta analítica que proporciona una forma visual y sistemática de vincular diferentes causas (entrada) con un efecto (salida). Conocido también como diagrama de pescado debido a su forma, muestra la relación entre un efecto y sus causas de primer, segundo y tercer orden.

Se utiliza para visualizar la relación entre un resultado y sus diferentes causas. Muy a menudo, existe más de una causa para un efecto en los negocios. Issa Bass & Barbara Lowaton, (2009)

C.S.C.S (2018) Presenta una forma muy interesante los pasos a seguir para crear un diagrama de Ishikawa.

- Dibuja una espina de pescado y cuatro conectores principales.
- Explique las categorías del diagrama de espina de pescado.

- Personas. - hace referencia a cualquier persona que lleve a cabo o interactúe con un proceso.
- Proceso o máquina. - se refiere al proceso por el cual las entradas se convierten en salidas.
- El procedimiento o método. - se refiere a la forma en que se hacen las cosas, ya sea mediante documentos escritos o reglas no escritas.
- Los materiales son los insumos, como las materias primas, en el proceso.
- El equipo incluye la tecnología o las máquinas necesarias para realizar el trabajo.
- El medio ambiente es el área inmediata que rodea el proceso.
- C. El procedimiento o método se refiere a la forma en que se hacen las cosas, ya sea mediante documentos escritos o reglas no escritas.
- D. Los materiales son los insumos, como las materias primas, en el proceso.
- mi. El equipo incluye la tecnología o las máquinas necesarias para realizar el trabajo.
- F. El medio ambiente es el área inmediata que rodea el proceso.

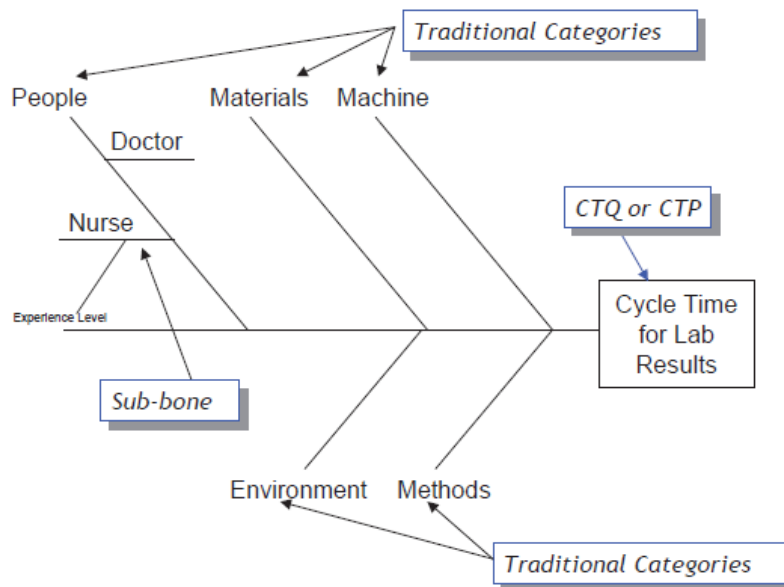


Figura 14. El diagrama de Pareto completo. McCarty, Daniels, Bremer & Gupta (2005)

CAPÍTULO 3

MÉTODOLIGIA

3.1 Tipo y diseño de la investigación

De acuerdo con el problema planteado sobre la propuesta de mejoras en los procesos de inspección y despacho de contenedores, utilizando técnicas Lean Six Sigma, es necesario que la investigación sea cuantitativa de tipo experimental, en razón, que se utilizarán datos numéricos y se aplicarán técnicas de alto nivel de la gestión de producción y operaciones industriales, adicional se utilizará software de simulación para conducir experimentos.

El alcance de la investigación cuantitativa consta de cuatro puntos: exploratoria, descriptiva, correlacional y explicativa. A continuación, se detallan para su posterior análisis. Hernández, Fernández, & Baptista, (2014)

Exploratorios

- Investigan problemas poco estudiados
- Indagan desde una perspectiva innovadora
- Ayudan a identificar conceptos promisorios
- Preparan el terreno para nuevos estudios

Descriptivos

- Consideran al fenómeno estudiado y sus componentes
- Miden conceptos

- Definen variables

Correlacionales

- Asocian conceptos o variables
- Permiten predicciones
- Cuantifican relaciones entre conceptos o variables

Explicativos

- Determinan las causas de los fenómenos
- Generan un sentido de entendimiento
- Son sumamente estructurados

Es necesario dividir la secuencia del desarrollo de la investigación en tres fases.

La primera fase, tiene un enfoque exploratorio donde se utilizará medios y técnicas de recolecciones de información para estudiar y entender los problemas en el proceso de reparación de contenedores.

La segunda fase, tiene un alcance descriptivo que servirá para determinar mediante el análisis de la información levantada, cuáles son los problemas más trascendentales en cuanto a recursos y tiempos que se presentan en el proceso de reparación contenedores. Luego se planteará las propuestas de mejora.

La tercera fase tiene un alcance de la investigación correlacional, porque se determinará cómo las propuestas de mejora planteadas tendrán gran impacto en la solución de los problemas descritos.

3.2 Diseño de investigación

Para el desarrollo de la propuesta de mejoras en el proceso de reparación de contenedores, utilizando técnicas Lean Six Sigma, será necesario aplicar las cinco etapas del ciclo DMAIC (Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar).

En la etapa 1 Definir: En esta etapa se afinará la comprensión sobre los problemas que existen en el proceso de reparación de contenedores, definiendo claramente la situación actual, quiénes son los clientes y definir sus necesidades. Para este efecto se utilizará diferentes herramientas, tales como: el diagrama de flujo, mapeo de procesos, SIPOC, CTQ'S.

En la etapa 2 Medir: En esta etapa se utilizarán las herramientas y técnicas para la recolección de información del desempeño actual del proceso de reparación de contenedores de, utilizaremos herramientas y técnicas tales como: el muestreo estadístico, encuestas, DPMO, PPM, DPU, Pareto, según sea el caso. La información recolectada se enfocará en: los tiempos de ingresos de contenedores a la zona de reparación, tiempo de espera, número de defectos en reparaciones, número de bahías de trabajo, número de contenedores reparados por periodo de tiempo, tiempo de ciclo de reparación, la ubicación, la utilización de maquinaria para realizar movimientos de contenedores. Esta información será utilizada para determinar fuentes de variación y servirá como referencia para validar las mejoras que se plantearán en la etapa 4. De esta manera tendremos una clara visión de la situación actual y los principales problemas del proceso de reparación de contenedores.

Esta etapa termina cuando se cuente con una muestra suficiente de información que se sea útil para la etapa de analizar, siguiendo un plan de recolección de información.

Etapa 3 Analizar: Luego de la recolección de la información en la etapa 2, se realizará el análisis e interpretación de la información, en esta etapa el objetivo es identificar los síntomas que indican de los problemas y determinar cuidadosamente las causas más probables de los problemas (raíz del problema). Para esta etapa se utilizará el Software Simio para construir un modelo inicial de simulación y evaluar el diseño del proceso actual con esto se pretende visualizar las causas de los problemas del proceso de reparación de contenedores. También se utilizará herramientas y técnicas tales como: Cursograma, Análisis estadísticos utilizando Software Minitab, Hipótesis, Histogramas, Ishikawa, 6M, 9 Desperdicios, 5 Porqués, según sea el caso, esto será una gran ayuda para identificar y cuantificar las causas raíz de los problemas.

Etapa 4 Mejorar: Con el análisis realizado en la etapa 3 y habiendo determinado las causas raíz de los problemas, en esta etapa se planteará las mejoras y soluciones viables y que atiendan las causas raíz a los problemas existentes en el proceso de reparación de contenedores, enfocados en la optimización de: tiempos, recursos y costos, asegurando de que se corrija o reduzca el problema al máximo, para el efecto utilizaremos herramientas tales como: Evento Kaizen, AMEF, Cursograma. En esta etapa se utilizará también el modelo de simulación inicial construido en la etapa 3, para evaluar las mejoras, para ello ingresaremos los nuevos datos considerando los cambios planteados y se realizarán corridas que nos ilustrarán los resultados positivos que brindarán las mejoras planteadas.

Etapa 5 Controlar: Con las mejoras planteadas en la etapa 4 tendremos datos diferentes a los obtenidos en la etapa de medición y con los resultados obtenidos de la simulación, en esta fase se puede realizar un análisis de control estadístico utilizando Minitab y también se puede diseñar un sistema que mantenga las mejoras logradas para esto se enfocará en tres niveles: proceso, documentación y monitoreo.

3.3 Población y muestra

La población, son todos los contenedores que se reparan en el taller. Se considera un promedio de 28 contenedores reparados diarios por 22 días hábiles de trabajo en un mes, siendo así la población sería de 616 contenedores. La muestra, es considerada como unidades reparadas.

$$n = \frac{N * Z^2 \alpha * p * q}{d^2 * (N - 1) + Z^2 \alpha * p * q}$$

N = Total de la población

$$Z^2 \alpha = 1,96^2 \text{ (seguridad 95\%)}$$

p = proporción esperada (60% = 0,6)

$q = 1-p$ (en este caso $1 - 0.6 = 0,4$)

d = precisión o margen de error (5%)

$$n = \frac{616 * 1,96^2 * 0,6 * 0,4}{0,05^2 * (616 - 1) + 1,96^2 * 0,6 * 0,4}$$

$n = 231$ contenedores

CAPÍTULO 4

PROPUESTA DE MEJORAS DEL PROCESO DE REPARACIÓN DE CONTENEDORES

En este capítulo se presenta la propuesta de mejoras del proceso de reparación de contenedores para la empresa en estudio, utilizando la metodología lean six sigma. Se eligió esta metodología porque se centra en reducir la variabilidad de los procesos y elevar la capacidad operativa considerando en todo momento la calidad. El esquema mostrado en la Figura 14, desglosa las cinco etapas del ciclo DMAIC que utiliza la metodología y las herramientas que se aplicarán a lo largo del desarrollo de este capítulo.

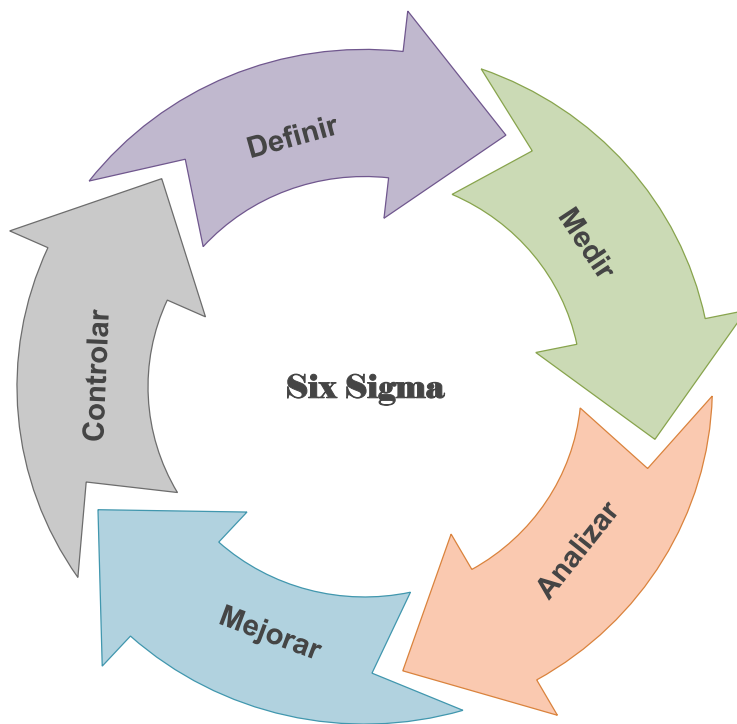


Figura 15. Las cinco etapas del DMAIC. Fuente: Propia

4.1 Etapa Definir.

La misión en esta etapa es identificar el proceso en el cual los parámetros de tiempo de ciclo tienen mayor impacto, seleccionarlo y enfocar la atención en dicho proceso. Para ello es importante conocer los procesos generales que sigue la empresa para brindar su servicio y detallarlos en un mapa general de procesos.

4.1.1 Selección del Proyecto

En la Figura 16. Se presenta el esquema general del funcionamiento de la empresa y sus principales procesos. Con la idea de tener una visión clara del servicio que presta la empresa, a continuación, se detalla su funcionamiento, esto no permitirá desarrollar el mapa general de procesos y la selección del proceso el cual deseamos mejorar.

Todo inicia en el área de operaciones de la empresa en estudio, el transportista llega con el contenedor a la garita de ingreso “control gate” donde se realiza el chequeo de la documentación correspondiente, luego el transportista traslada el contenedor al área de inspección, ahí es donde una máquina portacontenedores se encarga de descargar del vehículo y un inspector (IICL) evalúa el estado del contenedor y realiza un informe de daños (a este informe se lo denomina estimativo de daños), este informe a su vez se envía mediante sistema al departamento de M&R, la información es revisada, presupuestada y cargada en el sistema del cliente para su aprobación. Luego de la inspección el contenedor es apilado por una máquina portacontenedores en las bahías predeterminadas para este fin en espera de la aprobación por parte del cliente para la reparación. Una vez que el cliente aprueba el “estimativo” se actualiza el sistema interno de Tercon y con dicha información el departamento de operaciones realiza un listado de unidades autorizadas a reparar y luego se realiza la ubicación y clasificación, para este efecto una máquina portacontenedores realiza los movimientos necesarios para ubicar los contenedores autorizados en una zona asignada de clasificados para luego alimentar las zonas de reparación de contenedores según sea necesario, con el contenedor ya en la zona de reparación, se procede a imprimir la hoja

del “estimativo” para asignar el trabajo a los técnicos de reparación, dichos técnicos reciben el documento y proceden a retirar los repuestos y materiales de bodega y luego inmediatamente proceden con la reparación, al finalizar la reparación el jefe de área supervisa que la reparación este bien realizada, luego se solicita una máquina portac contenedores para que realice los movimientos de los contenedores reparados e inmediatamente ingresen contenedores dañados. El contenedor reparado se trasporta a una zona de almacenaje para su despacho posterior.

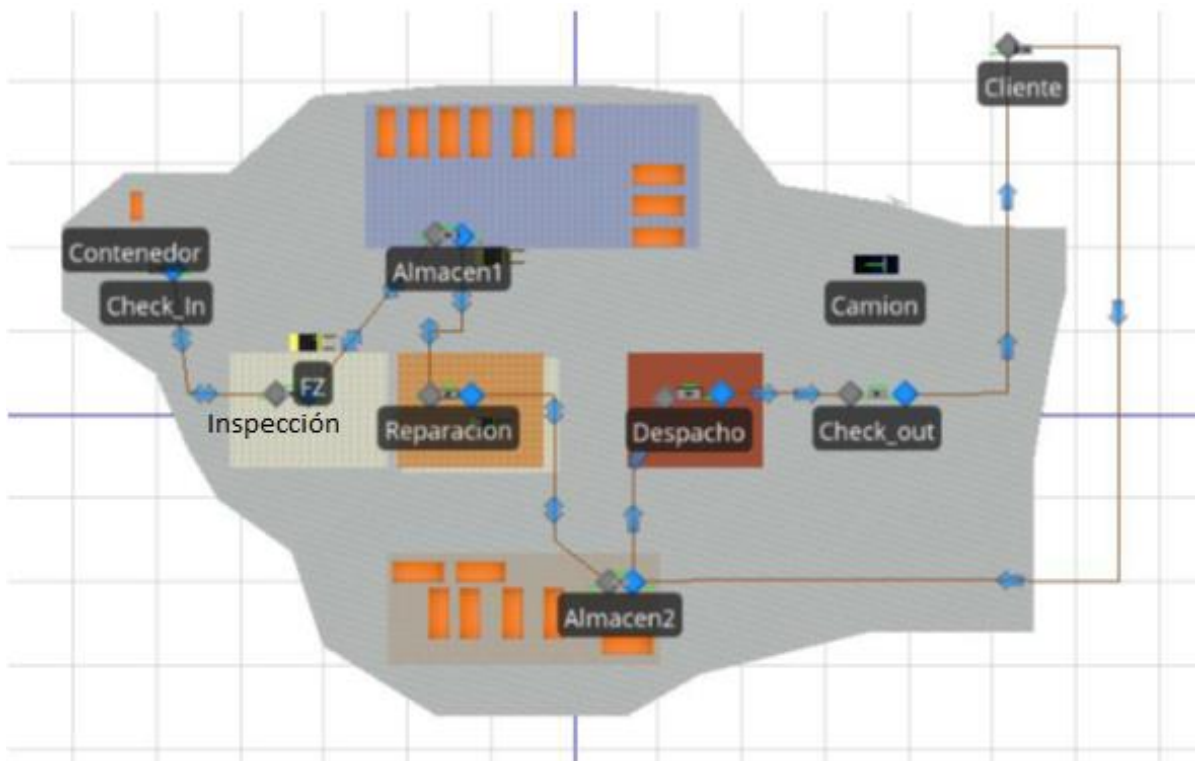


Figura 16. Esquema de los procesos principales de la empresa Tercon. Fuente: Autor del documento

En la Figura 17. Se presenta el mapa general de procesos de la empresa en estudio de inicio a fin, considerando los departamentos responsables de cada uno de ellos.

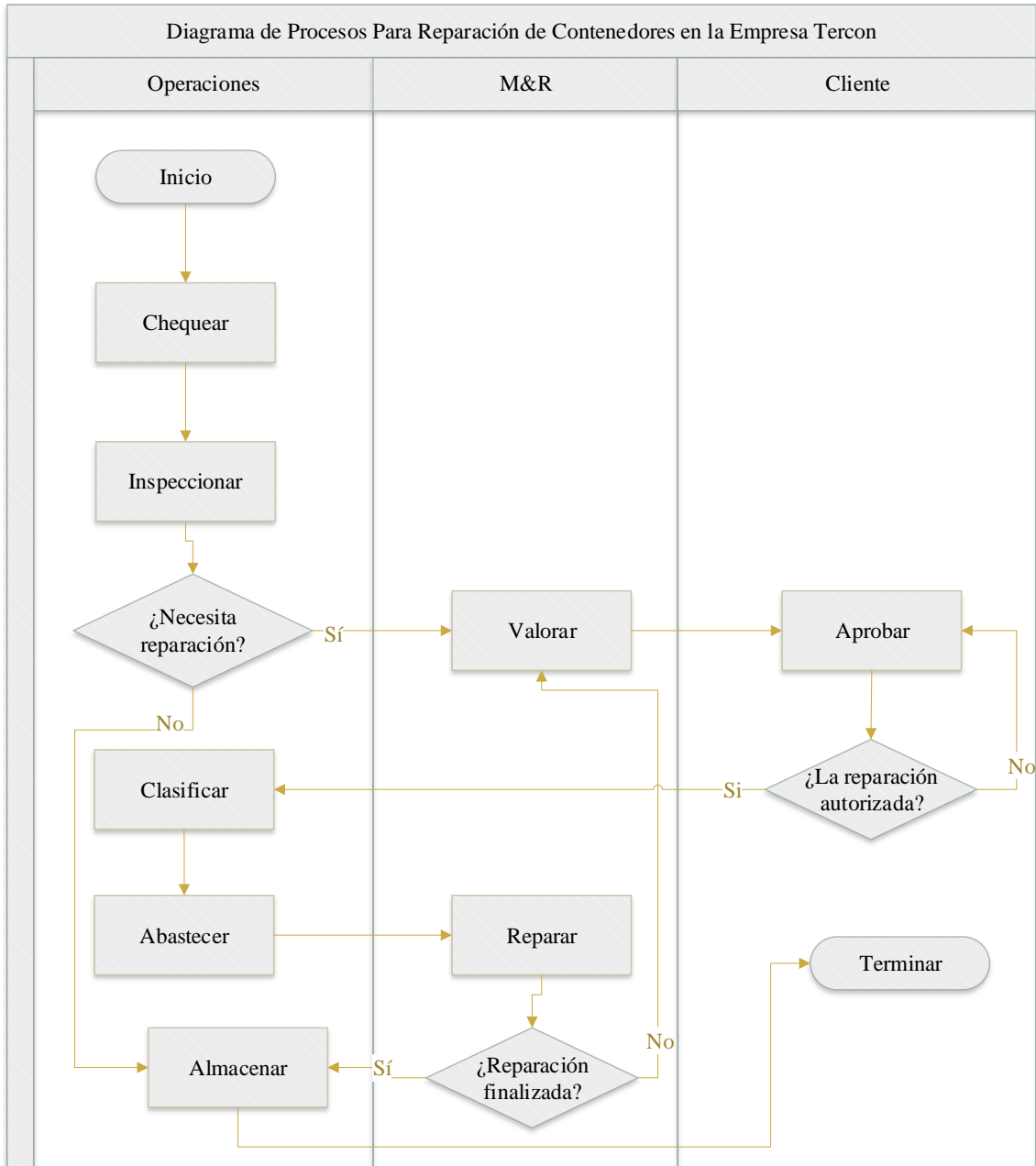


Figura 17. Mapa general de procesos de la empresa en estudio. Fuente: Autor de documento

Con la visión ampliada de los procesos de toda la empresa y su funcionamiento, se precede a construir la matriz de priorización, esta herramienta nos ayudará de determinar bajo diferentes criterios el proceso en el cual debemos enfocarnos. Consiste en una tabla que presenta diferentes criterios y mediante valoraciones a esos criterios se puede hacer una elección, esto servirá para

clasificar problemas de los procesos mencionados en base a la ponderación de opciones y aplicación de criterios.

Para construir la matriz de priorización se considera los siguientes puntos:

- a) Definir objetivo de priorización
- b) Definir las opciones
- c) Definición de parámetros
- d) Jerarquización de parámetros.
- e) Definir puntuación de acuerdo con la jerarquización de parámetros.
- f) Construcción de la tabla de calificaciones
- g) Calificación de cada proceso respecto a los parámetros
- h) Suma producto de las puntuaciones contra las calificaciones

a) Definir objetivo de priorización. - Jerarquizar los procesos en función de sus parámetros críticos.

b) Definir las opciones. - Las opciones en este caso son los procesos seleccionados, esta selección se la realizó con la ayuda del gerente de operaciones de la empresa en estudio.

- Inspección
- Valoración
- Autorización
- Abastecimiento
- Reparación

c) Definición de parámetros. - Los parámetros críticos que interviene en los procesos son:

- Tiempo de ciclo (dato tomado a juicio de experto)
- % uso de máquina (dato tomado a juicio de experto)
- Turnos de trabajo (dato tomado a juicio de experto)

d) Jerarquizar parámetros.

En función al grado de importancia asignamos una jerarquía a cada parámetro, en orden ascendente, siendo 1 la jerarquía más alta.

Parámetro	Jerarquía
Tiempo de ciclo	1
% uso de máquina	2
Turnos de trabajo	3

e) Definir puntuación de acuerdo con la jerarquización de parámetros.

Parámetro	Puntuación
Tiempo de ciclo	10 puntos
% uso de máquina	5 puntos
Turnos de trabajo	1 punto

Los parámetros y las ponderaciones antes descritas son consideradas de acuerdo con el alto grado de impacto que causan en los procesos, es decir, si dichos parámetros inciden negativamente en los procesos mencionados, representará pérdidas económicas en la empresa. Con esta información iniciamos la construcción de la tabla de matriz de priorización. Ver Tabla 2

Tabla 2. Puntuación por parámetros. Fuente: Autor de documento

Puntuación por parámetros		10	5	1	
Jerarquización		1	2	3	
Proceso	Parámetros	Tiempo de ciclo	% Ocupación de máquina	Turnos de trabajo	Total
		Inspección			
Valoración				0	
Aprobación				0	
Abastecimiento				0	
Reparación				0	

f) Construcción de la tabla de calificaciones

En este punto calificamos cada parámetro con los criterios alto, medio y bajo. En la Tabla 3 se observa la clasificación.

Tabla 3. Tabla de calificaciones. Fuente: Autor del documento

Parámetro	Calificación	Criterio
Tiempo de ciclo	10	Bajo
	5	Medio
	1	Alto

% Ocupación de maquina	10	Bajo
	5	Medio
	1	Alto
Turnos de trabajo	10	Bajo
	5	Medio
	1	Alto

g) Calificación de cada proceso respecto a los parámetros

Agregamos a nuestra matriz de priorización la calificación realizada en el ítem f) en la Tabla 4 se puede observar lo enunciado.

Tabla 4. Calificación de proceso vs parámetros. Fuente: Autor del documento.

Puntuación por parámetros		10	5	1
Jerarquización		1	2	3
Proceso	Parámetros	Tiempo de ciclo	% Ocupación de maquina	Turno de trabajo
		Inspección	10	10
Valoración	10	10	5	
Aprobación	1	10	10	
Abastecimiento	1	1	10	
Reparación	5	5	5	

h) Suma producto de las puntuaciones contra las calificaciones

Por último, realizamos el cálculo aplicando suma producto de la puntuación por parámetros contra calificaciones.

Tabla 5. Matriz de priorización. **Fuente: Propia**

Puntuación por parámetros		10	5	1	
Jerarquización		1	2	3	
Proceso	Parámetros	Tiempo de ciclo	% Ocupación de maquina	Turno de trabajo	Total
Inspección		10	10	5	155
Valoración		10	10	5	155
Aprobación		1	10	10	70
Abastecimiento		1	1	10	25
Reparación		5	5	5	80

En la matriz de priorización se observa que los parámetros críticos causan gran impacto en los procesos: abastecimiento, reparación y aprobación, no obstante, el proceso “aprobación” no se considera debido a que depende netamente de la decisión del cliente final.

En conclusión, el enfoque del proyecto de mejora continua a realizar se centrará en el proceso “reparación” de contenedores.

4.1.2 Mapeo del proceso (SIPOC)

El propósito de la construcción del Sipoc es de identificar a los proveedores y a los usuarios del proceso seleccionado “reparación de contenedores”, para entender la relación entre ellos, en la Figura 17 se detalle el Sipoc que nos permiten aclarar las siguientes preguntas de nuestro proyecto:

¿Dónde empieza y termina el proceso?

¿Cuáles son los pasos principales del proceso?

¿Cuáles son las salidas y entradas primordiales del proceso?

¿Cuáles son los clientes claves del proceso?

¿Cuáles son los proveedores principales?

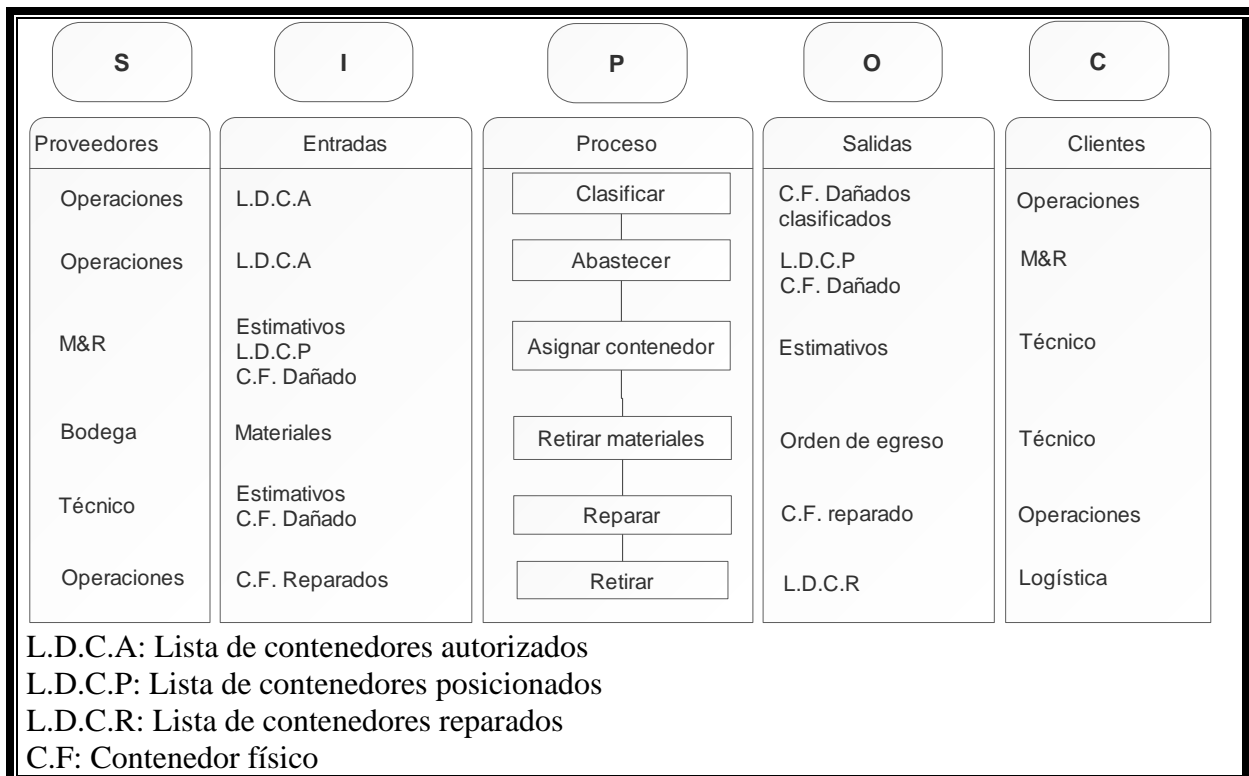


Figura 18. Sipoc, proceso reparación de contenedores. Fuente: propia

4.1.3 Carta del proyecto

En la carta de proyecto se establece el documento formal del alcance del proyecto. Es donde se plasma las metas y los objetivos del proyecto, en la Cuadro1 se presenta la carta y está estructurado con los siguientes puntos.

- Detalle del proyecto
- Objetivo del proyecto
- Alcance del proyecto
- Metas medibles
- Entregables
- Cronograma
- Responsabilidades.

A medida que se disponga de nueva información, se actualiza la carta de proyecto realizando las correcciones necesarias.

Cuadro 1. Carta de proyecto. Fuente: Autor del documento

CARTA DEL PROYECTO				
Título del proyecto Propuesta de mejoras del proceso de reparación de contenedores, mediante técnicas lean six sigma, para la optimización de recursos, tiempos y costos de la empresa Tercon		Empresa Tercon. Terminales de contenedores		
Fecha de inicio	15/11/2021	Fecha de finalización	15/12/2021	
Descripción				
Descripción del proyecto	Proponer mejoras en el proceso de reparación de contenedores, mediante técnicas lean six sigma, para la optimización de recursos, tiempos y costos de la empresa Tercon Terminales de Contenedores Cía. Ltda.			
Alcance del proyecto	Proceso de reparación de contenedores			
Objetivos del proyecto	Formular propuestas de mejora en el proceso de reparación de contenedores, que permitan reducir hasta un 15% el tiempo de ciclo, los costos de reparación e incrementar el throughput			
	Demostrar el impacto de las propuestas en la mejora de la operación actual, mediante el uso de la simulación discreta con software, junto a recomendaciones			
Alcance	El alcance del proyecto se conforma en el desarrollo de propuesta de mejoras para el departamento de M&R de la empresa y su proceso reparación de contenedores.			
KPI'S del proceso		Actual	Meta	Ideal
Tiempo de ciclo (Hrs)		76,98 min	- 15%	- 25%
Ingresos por reparación (\$)		\$ 49065	+ 15 %	+ 40%
Throughput (# de contenedores)		28 c/día	36 c/día	42 c/día
Cronograma				
Hitos	Fecha inicio	Fecha límite	% avance	Estado

Definir	01/09/21	20/10/2021	100%	Terminado
Medir	01/11/21	30/11/2021	100%	Terminado
Analizar	01/12/21	08/12/2021	100%	Terminado
Simular	09/12/21	15/12/2021	100%	Terminado
Mejorar	16/12/21	26/12/2021	100%	Terminado
Controlar	26/12/21	05/01/2021	100%	Terminado
Comité de proyecto				
Gerente de operaciones	Ing. Oswaldo Carrión			
Jefe de departamento	Kecia Montalvan			
Jefe del Operaciones	José Soto			

4.1.4 Identificar al Cliente

Para nuestro estudio existe 2 tipos de clientes:

- Cliente interno (técnico reparador de contenedores)
- Cliente externo (Líneas Navieras)

También se requiere conocer que es lo que necesita el cliente por lo cual es necesario atender su “voz”. Para el presente proyecto lo que el cliente necesita es:

- Cliente interno (contenedores, bien posicionados, bien inspeccionados y a tiempo)
- Cliente externo (contenedores disponibles en excelente estado y a tiempo)

Es necesario utilizar una herramienta designada por la metodología lean six sigma que ayude a traducir la voz del cliente en características medibles del proceso, por lo cual en esta instancia se utilizan los CTQ's (Critical To Quality).

La identificación de los CTQ's facilita la comprensión del significado que tiene la calidad para el cliente. Con la aplicación de esta herramienta se podrá también validar que el proyecto observando si está enfocado en cuestiones que son importantes para el cliente. En la figura 18 se observa la voz del cliente traducido a CTQ's

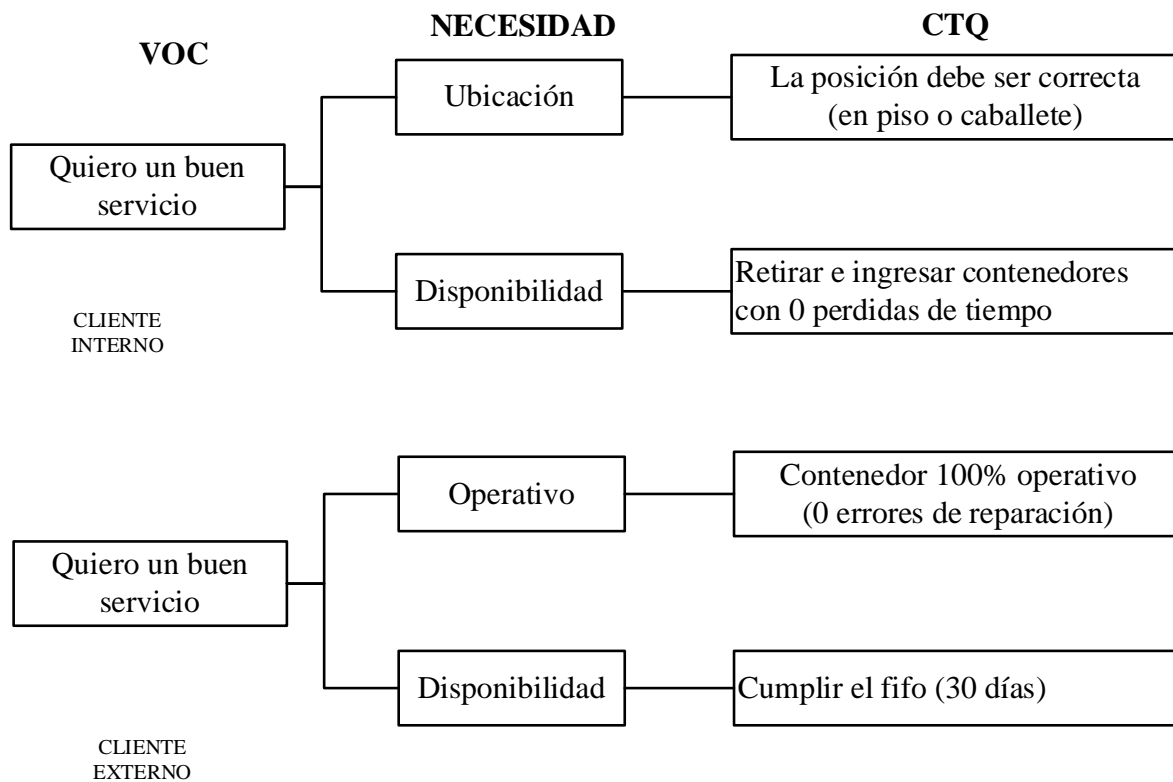


Figura 19. Característica Crítica para la Calidad. Fuente: Propia

4.2 Etapa Medir

En esta etapa se reúne toda la información acerca de la situación y las condiciones actuales del proceso de reparación de contenedores. Aquí se establece las técnicas para la recolección de información acerca del desempeño actual del proceso identificado en la etapa anterior. La información recolectada se utilizará para determinar fuentes de variación y será la referencia para validar las mejoras. Se inicia con el tipo de información que se va a recolectar y termina una vez que se recolecte una muestra suficiente de información que apoye las siguientes etapas del proyecto.

Al culminar esta etapa se pretende obtener lo siguiente:

- Diagrama de flujo del proceso en estudio
- Un plan para recolectar información que especifique el tipo de información que se necesita, las medidas clave para proporcionarla y las técnicas para recolectarla.
- Un sistema de medición validado que asegure la precisión y consistencia de la información.
- Suficiente información para el análisis del problema.

4.2.1 Diagrama de flujo del proceso de reparación de contenedores

El diagrama de flujo presentado en la Figura 20 corresponde al proceso que se aplicará el proyecto de mejora. Inicia con la clasificación de contenedores, el departamento de operaciones es el encargado de realizar este proceso previo a la recepción del listado de contenedores autorizados a por el cliente, la clasificación consiste en identificar los contenedores autorizados, segregar y trasladar a un espacio físico designado para este fin. Se abastece el taller de reparación (ingreso de contenedores) a medida que el área lo requiera. La asignación de contenedores es a los técnicos de reparación dependiendo la cantidad y la dificultad de la falla. El técnico se encarga en reparar el contenedor con las herramientas y materiales necesarios para el efecto.

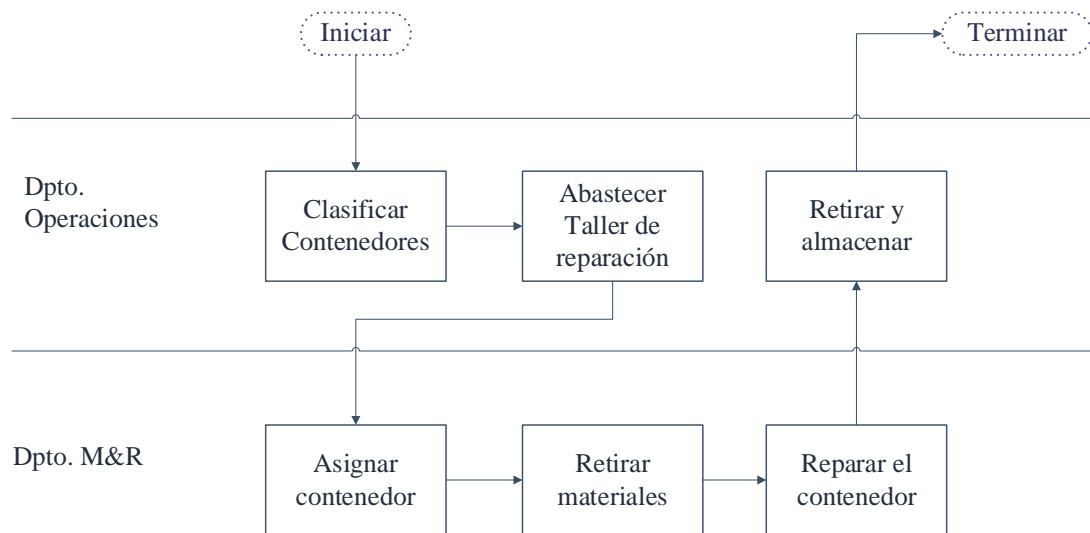


Figura 20. Diagrama de flujo del proceso de reparación de contenedores. Fuente: Propia

4.2.2 Muestreo

Tipo de muestreo. - Considerando que el proceso en estudio arroja un resultado un promedio de 28 unidades procesadas por día, se realizará un muestreo aleatorio simple por un período de 30 días, se observaran 231 unidades.

Tipo de datos. - Se pretende datos **continuos**, al medir tiempos de ciclo del proceso.

4.2.3 Plan de recolección de datos

Los datos que se va a recolectar son los tiempos de cada tarea que conforman el proceso reparación de contenedores.

Cuadro 2. Plan de recolección de datos. Fuente: Autor del documento

PLAN DE RECOLECCION DE DATOS		
	Descripción	
Objetivo	Medir con cronometro los tiempos de las tareas que conforma el proceso de reparación de contenedores para determinar el tiempo de ciclo actual del proceso.	
Unidad de análisis	¿Cuál es la unidad de análisis y donde se encuentra?	El proceso de reparación de contenedores. En el Departamento de M&R de la empresa
	¿Quién recolecta la información?	El autor del documento
Métodos	¿Cómo se van a recolectar los datos?	A través un formato preestablecido para toma de tiempos con cronómetros.
	¿Con que se va a medir los datos?	Cronometro
	¿Cómo se van a preparar los datos para analizarlos?	Los tiempos cronometrados se transfieren a una matriz de datos para el análisis mediante diagrama de cascada
Elementos del plan		
Variable que medir	Tiempo de ciclo de reparación	
Definición operacional e instrumento	Método: Estudio de tiempos por cronometro. Definición: Medir el tiempo de trabajo de cada proceso por medio de cronometro durante un periodo de 30 días. Instrumento: Cronometro digital	
Muestra	300 contenedores	

Se observa en la Figura 21, un desglose de los tiempos que conforman el tiempo de ciclo del proceso “reparación” de contenedores. Es necesario explicar el alcance de cada tiempo involucrado, lo cual se detalla a continuación.

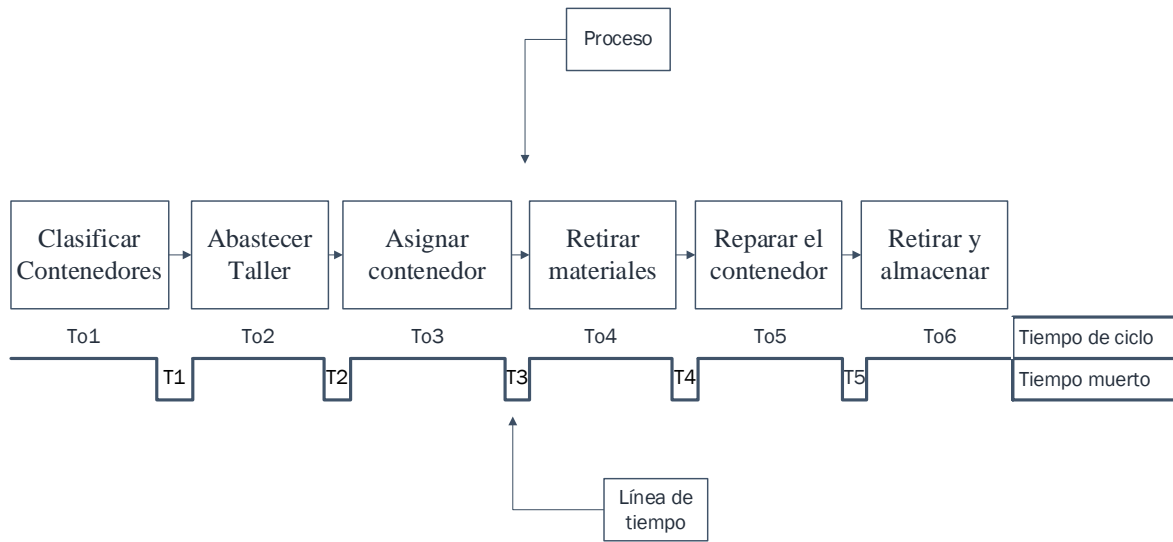


Figura 21. Esquema de variables a medir. Fuente: Propia

Es de vital importancia detectar los tiempos muertos del proceso.

4.2.4 Recolección de datos

El formato para la recolección de datos se presenta en el Cuadro. 3. Las tablas con todos los datos obtenidos en las mediciones realizadas están realizados en el Anexo 1. El formato presentado en el Cuadro 3 facilitará recolección de los tiempos de ciclo y los tiempos muertos.

ESTUDIO DE TIEMPOS													
N° Documento		Fecha Inicio				Fecha final							
1		01/11/21				30/11/21							
N° Página		Departamento				Herramientas							
1 de 1		M&R				estandar							
Observado por:		Marco Guachun											
N°	Clasificar	T1 min	Abastecer Taller	T2 min	Asignar contenedor	T3 min	Material	T4 min	Reparar	T5 min	Retirar	TC	N° Movidos
Lectura	To1		To2		To3		To4		To5		To6		

Cuadro 3. Formato estudio de tiempos. Fuente: Autor del documento

Con los datos recolectados (ver Anexo 1) se procede a realizar el cursograma analítico del proceso (reparación de contenedores). Esto nos servirá para tener mayor detalle visual de las actividades que se llevan a cabo en el proceso de reparación de contenedores. En el Cuadro 4 se observa el cursograma analítico con las cinco actividades fundamentales que se pueden desarrollar en un proceso. Operación, inspección, transporte, espera, almacenaje.

CURSOGRAMA ANALÍTICO DEL PROCESO														
Hoja N° 1 De: 1		Diagrama N°: 1												
Proceso: Reparación de contenedores				RESUMEN										
Fecha: 30 noviembre 2021				SÍMBOLO	ACTIVIDAD	Act.	Pro.	Econ.						
El estudio Inicia: Solicitar máquina para retirar contenedores				●	Operación	3								
Método: Actual				⇒	Transporte	3								
Producto: Contenedores				■	Inspección	0								
Nombre del operario:				◐	Espera	2								
Elaborado por: Marco Guachun				▼	Almacenaje	1								
Tamaño del Lote:				Total de actividades realizadas		9,0								
				Distancia total en metros		680,0								
				Tiempo de ciclo		172,1								
NUMERO	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO				Cantidad	Distancia metros	Tiempo Minutos	SÍMBOLOS PROCESOS						
								●	⇒	■	◐	▼		
1	Clasificar contenedores para ingresar a taller				1	300,0	3,6	●						
2	Abastecer el taller				1		18,8		●					
3	Asignar contenedor al técnico				1	300,0	1,9	●						
4	Retirar Material de bodega				1	80,0	4,1		●					
5	Reparar el contenedor				1		120,0	●						
6	Retirar el contenedor y almacenar				1		23,7		●			●	●	

Cuadro 4. Cursograma analítico del proceso. Fuente: Autor del documento

4.2.5 Cálculo de la capacidad del proceso

“Evaluar la habilidad o capacidad de un proceso consiste en conocer la amplitud de la variación natural de éste para una característica de calidad dada, lo cual permitirá saber en qué medida tal característica de calidad es satisfactoria (cumple especificaciones)” Gutiérrez & Vara (2013).

De acuerdo con la metodología lean six sigma es necesario definir los límites de especificación superior e inferior del proceso, datos en (Anexo1), se considera un valor nominal estándar de la

especificación del proceso y como punto central tendremos el valor objetivo de 23 min, como límite superior tenemos el valor de 33 min, el límite inferior es de 18 min. El siguiente paso por realizar, es ingresar los valores (Anexo 1) en el software estadístico minitab para realizar la prueba de normalidad de los datos y luego calcular la capacidad del proceso.

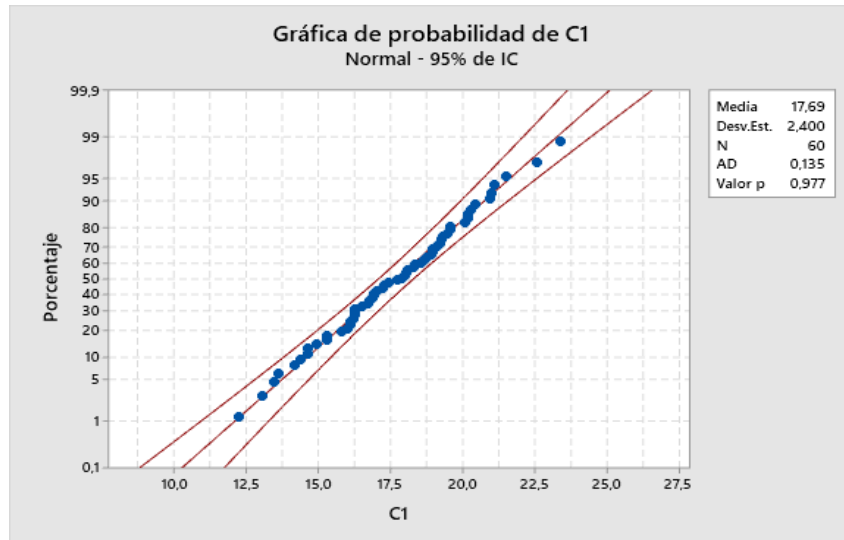
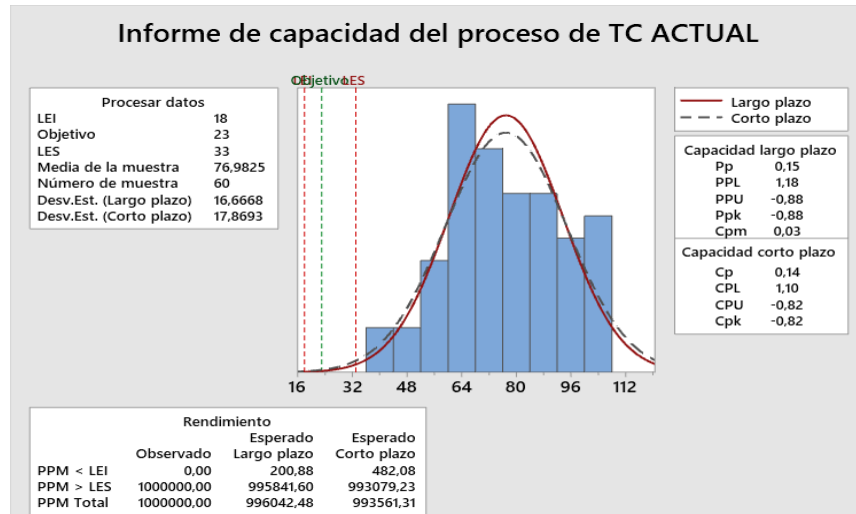


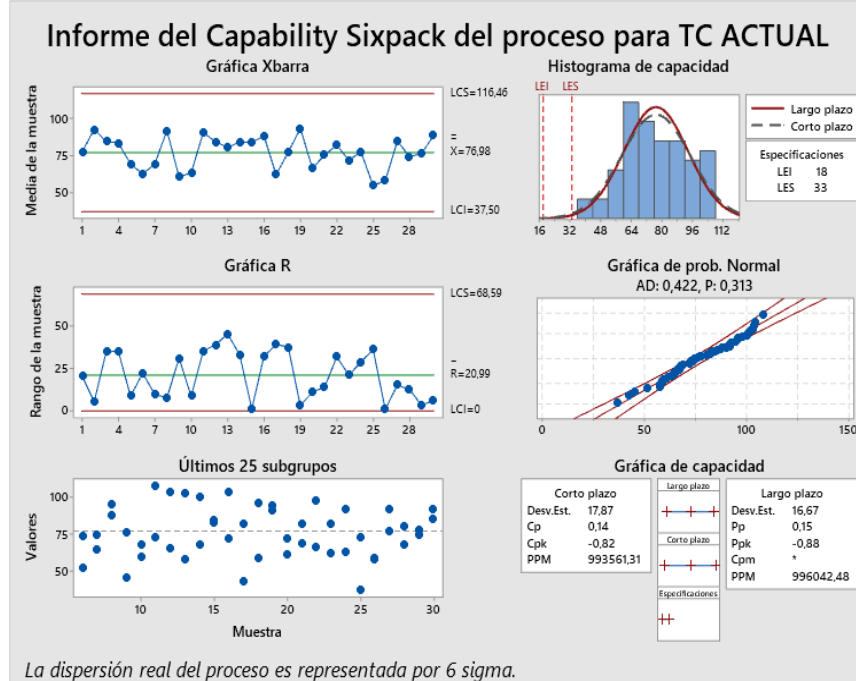
Figura 22. Grafica prueba de normalidad. Fuente: Propia

En la Figura 22 se observa la prueba de normalidad y el valor de p es 0,97, lo que indica que los datos proceden de una población normal.

Para el cálculo de la capacidad del proceso los datos por ingresar en el programa minitab son: Los valores de la columna tiempo de ciclo TC (Anexo1). El resultado de esto se observa en la Figura 23 donde el índice Cp y Cpk nos indicará la capacidad potencial y la capacidad real, respectivamente, del proceso. También se puede observar en el histograma los límites de especificación del proceso.



La dispersión real del proceso es representada por 6 sigma.



La dispersión real del proceso es representada por 6 sigma.

Figura 23. Gráfica de capacidad de proceso. Fuente: Propia

Como resultado de la medición y el cálculo de la capacidad del proceso, se determina los siguientes puntos.

- El tiempo de ciclo en el proceso de reparación de contenedores presenta variaciones muy grandes con respecto a especificaciones estándar.
- El proceso de reparación de contenedores no alcanza ningún nivel sigma debido a la exagerada variación existente.

Etapa Analizar

El objetivo de esta etapa es:

- Determinar la variación en el proceso
- Determinar las causas de variación
- Determinar qué síntomas indican el problema
- Determinar ¿Cuáles son las causas de estos síntomas?
- Determinar ¿Cuáles son las causas subyacentes (raíz del problema)?

4.2.6 Determinar la variación del proceso

En la etapa medir se realizó el cálculo de la capacidad del proceso con esto conocemos la amplitud de la variación natural del proceso de reparación de contenedores en relación con sus especificaciones y su ubicación respecto al valor nominal, así sabemos en qué medida cumple los requerimientos. Analizaremos la Figura 22 que representa la capacidad del proceso con los valores del Cuadro 5.

Valor del índice C_p	Clase o categoría del proceso	Decisión
$C_p \geq 2$	Clase mundial	Se tiene calidad Seis Sigma.
$C_p > 1.33$	1	Adecuado.
$1 < C_p < 1.33$	2	Parcialmente adecuado, requiere de un control estricto.
$0.67 < C_p < 1$	3	No adecuado para el trabajo. Es necesario un análisis del proceso. Requiere de modificaciones serias para alcanzar una calidad satisfactoria.
$C_p < 0.67$	4	No adecuado para el trabajo. Requiere de modificaciones muy serias.

Cuadro 5. Valores del C_p y su interpretación. Fuente: Gutiérrez & Vara (2013)

“El índice Cpk siempre va a ser menor o igual que el índice Cp. Cuando son muy próximos, eso indica que la media del proceso está muy cerca del punto medio de las especificaciones, por lo que la capacidad potencial y real son similares.

- Si el valor del índice Cpk es mucho más pequeño que el Cp, significa que la media del proceso está alejada del centro de las especificaciones. De esa manera, el índice Cpk estará indicando la capacidad real del proceso, y si se corrige el problema de descentrado se alcanzará la capacidad potencial indicada por el índice Cp.
- Cuando el valor del índice Cpk sea mayor a 1.25 en un proceso ya existente, se considerará que se tiene un proceso con capacidad satisfactoria. Mientras que para procesos nuevos se pide que $Cpk > 1.45$.

Es posible tener valores del índice Cpk iguales a cero o negativos, e indican que la media del proceso está fuera de las especificaciones.” Gutiérrez & Vara (2013)

En conclusión, se determina que el proceso no está centrado y presenta variación. El valor del Cp de nuestro proceso medido es de 0,14 lo que indica que tiene una categoría 4 y se concluye que la capacidad no es adecuada para el trabajo, requiere modificaciones serias.

4.2.7 Determinar las causas de variación.

Según el cursograma desarrollado en el Cuadro 4. Existen dos actividades del proceso que presentan tiempos de espera (abastecer el taller y retirar contenedores) Se observa que la variación exagerada en el tiempo de ciclo del proceso de reparación de contenedores se debe a la existencia de dos factores.

- a) Tiempos altos de espera por la máquina, para que realice los movimientos de retirar los contenedores reparados.
- b) Tiempos altos de espera por la máquina, para que realice los movimientos de ingreso de contenedores al taller de reparación.

Si la máquina no realiza oportunamente los movimientos requeridos, el personal del área de reparación pasa a un estado de inactividad lo que provoca bajo aprovechamiento de la capacidad instalada y por ende baja cantidad de contenedores reparados. La baja cantidad de unidades reparadas se traduce también en un impacto económico en vista a que se deja de percibir ingresos.

Promedio N° reparados /dia	% de utilización de Capacidad Instalada	N° personas	Ingresos económicos por la reparación	Total de contenedores reparados	Periodo
28	55%	10	\$ 49.065,25	604	Desde 01/11/21 Hasta 30/11/21

Cuadro 6. Porcentaje de aprovechamiento de capacidad instalada. Fuente: Dpto. M&R, empresa en estudio (Anexo2)

Se plantea un diagrama de Ishikawa para facilitar el análisis de las causas de variación en el proceso de estudio y los problemas asociados al mismos. El diagrama planteado se desarrolló con la ayuda del jefe de taller de reparación de contenedores y con el jefe de operaciones.

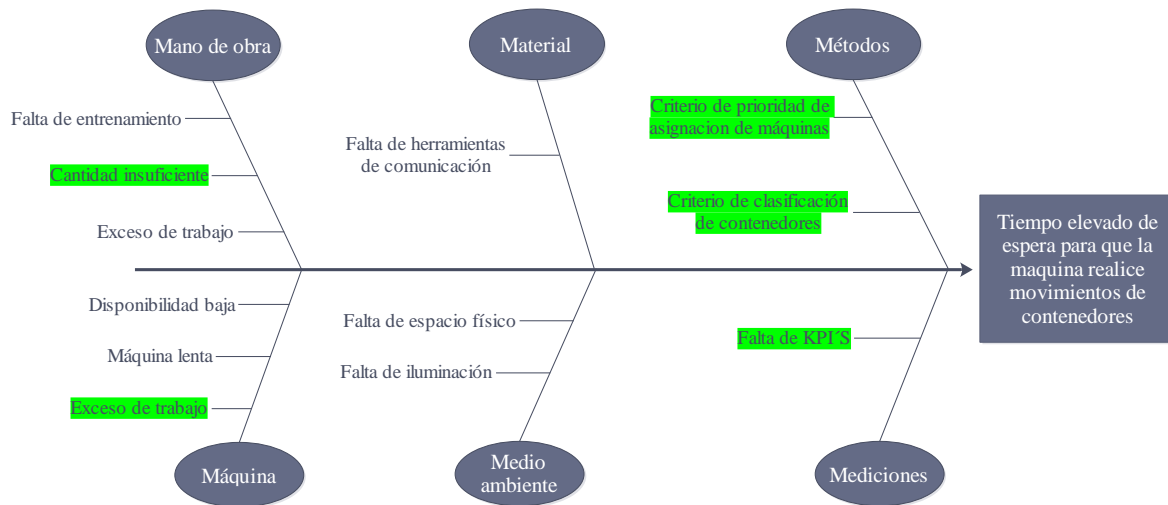


Figura 24. Diagrama de Ishikawa. Fuente: Propia

De la Figura 245. Se concluye enumerando las causas de variación del proceso en estudio.

1. Cantidad insuficiente de operadores de máquinas.
2. Criterio deficiente de prioridad en asignación de máquinas portacontenedores.
3. Criterio deficiente en la clasificación de contenedores.
4. Falta de KPI de control del proceso.

4.2.8 Simular el proceso actual

El objetivo de este paso adicional es el de presentar un modelo que simule el proceso actual con las variaciones detectadas para luego conseguir la mejor configuración.

4.2.9 Información para modelado

Para realizar el modelo de simulación se inicia describiendo el proceso y sus variables, para esto utilizamos la base de datos del Anexo 1 y lo procesamos en el software minitab para obtener las medidas de tendencia central de los tiempos de procesamiento, los mismos que serán utilizados para construir la Tabla 7 de distribuciones de probabilidad con los que se construirá el modelo de simulación.

En la Figura 25 se observa la estructura del modelo de simulación, en la entrada están las variables de salida que para nuestro caso son los tiempos de ingreso, de ciclo y tiempos de retiro de contenedores. La función de transferencia se realiza con los datos obtenidos en la recolección de información y la variable de salida es el número de contenedores procesados.



Figura 25. Representación gráfica del modelo. Fuente: autor del documento

En la Figura 26 se observa las medidas de tendencia central calculadas a partir de la base de datos del Anexo 1. Para cada actividad del proceso de reparación de contenedores se tiene la media, la desviación estándar, mínimo, máximo y moda. Esta información es importante para determinar las distribuciones de probabilidad que se usaran como función de transferencia en nuestro modelo de simulación.

Estadísticas

Variable	Media	Desv.Est.	Mínimo	Máximo	Modo	N para moda
Clasificar	3,617	1,236	2,000	6,000	3	19
Abastecer Taller	18,834	6,842	3,240	29,920	18,32; 18,8345	2
Asignar contenedor	1,9167	0,7200	1,0000	3,0000	2	29
Recepcion de Material	4,082	1,223	2,010	5,990	2,31; 2,63; 4,05; 4,08167	2
Reparar 1	0,5436	0,4630	0,0700	2,0000	0,5	122
Reparar 1_1	3,667	1,226	2,080	6,000	3	26
Reparar 1_2	19,02	14,74	6,50	52,00	8; 10	6
Retirar	23,70	9,70	8,12	41,01	23,7002	2

Los datos contienen por lo menos cinco valores de moda. Sólo se muestran los cuatro más pequeños.

Figura 26. Medidas de tendencia central. Fuente: autor del documento

En la Tabla 6 se presenta las distribuciones de probabilidad para nuestro modelo de simulacion, el criterio usado en este paso fue considerando de acuerdo a Miquel À., Piera E (2013) en el enunciado “Funciones de distribución teóricas más utilizadas”

Tabla 6. Distribuciones de probabilidad (estado actual). Fuente: autor del documento

Parámetro de medición	V. determinístico	V. Probabilístico	Media	Desv. Std	Mínimo	Moda	Máximo	Unidades	Distribución de probabilidad
Tiempos de clasificar	3,61	4,00	3,61	1,23	2,00	3,00	6,00	minutos	Uniforme
Tiempos de abastecer	18,83	16,90	18,83	6,84	3,24	18,83	29,92	minutos	Triangular
Tiempo Reparación 1	0,54	0,96	0,54	0,46	0,07	0,50	2,00	Horas	Triangular
Tiempo Reparación 2	3,66	3,90	3,66	1,22	2,08	3,00	6,00	Horas	Triangular
Tiempo Reparación 3	19,02	26,84	19,02	14,74	6,50	10,00	52,00	Horas	Triangular
Tiempo de retirar	23,70	23,70	23,70	9,70	8,12	23,70	5,01	minutos	Lognormal

El taller de reparación de contenedores, el cual está compuesto por tres estaciones, procesa contenedores con tres 3 tipos de daños, según el procedimiento y criterio de clasificación actual. El tiempo entre llegadas de contenedores al taller, el tiempo de reparación y el tiempo de retiro, siguen distribuciones de probabilidad según se detalla en la Figura 26. Esta establecido que mientras no se haya terminado la reparación en cualquiera de las estaciones técnicas, no se puede

aceptar ninguna orden de reparación de contenedor adicional, y que una vez liberada cualquiera de las estaciones técnicas, se puede recibir una orden de reparación.

4.2.10 Requisitos del modelo

- Se considera ejecutar la simulación por 22 días continuos y determine el número de contenedores procesados en ese periodo.
- Configurar la animación de los objetos en perspectivas 2D y 3D.

4.2.11 Definición del modelo de simulación

Los pasos que se detallan a continuación son necesarios para definir el modelo de simulación

a) Caracterización de variables de entrada

Variables de entrada:

- **Tiempo de clasificación:** es el tiempo que toma la máquina portacontenedor en identificar un contenedor y clasificarlo
- **Tiempo de Abastecer:** es el tiempo de llegada de los contenedores al taller de reparación.
- **Tiempo de reparación:** tiempo utilizado para la reparación de los contenedores con daños.
- **Tiempo de retiro:** tiempo utilizado para retirar los contenedores del taller.

b) Descripción de la función de transferencia:

En este punto se utilizará distribuciones de probabilidad presentados en la Figura 26.

c) Caracterización de variables de salida

El resultado obtenido es el número de contenedores reparado por unidad de tiempo.

4.2.12 Modelado y simulación del proceso

Para construir el modelo se utiliza el software de simulación SIMIO, considerando los procesos y datos indicados en los puntos anteriores. Iniciaremos con una presentación en 2D (Figura 27) y luego se proyecta también animaciones en 3D (Figura 28).

Con el modelo de simulación realizado, se ejecuta corridas continuas por el tiempo de 22 días y con los resultados se procede a realizar la Tabla 7.

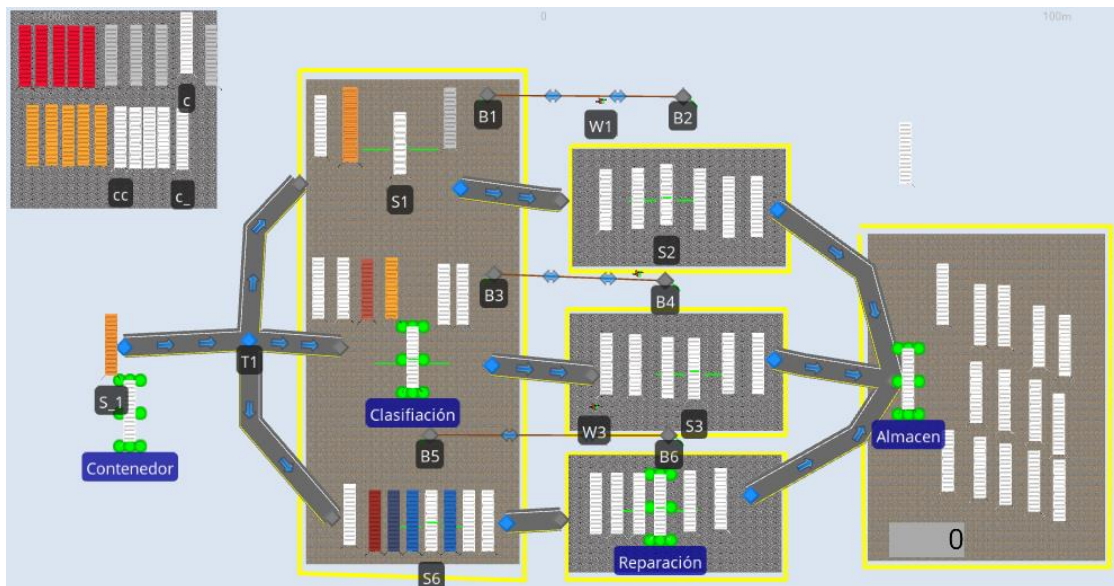


Figura 27. Modelo de simulación en 2D. Fuente: autor del documento

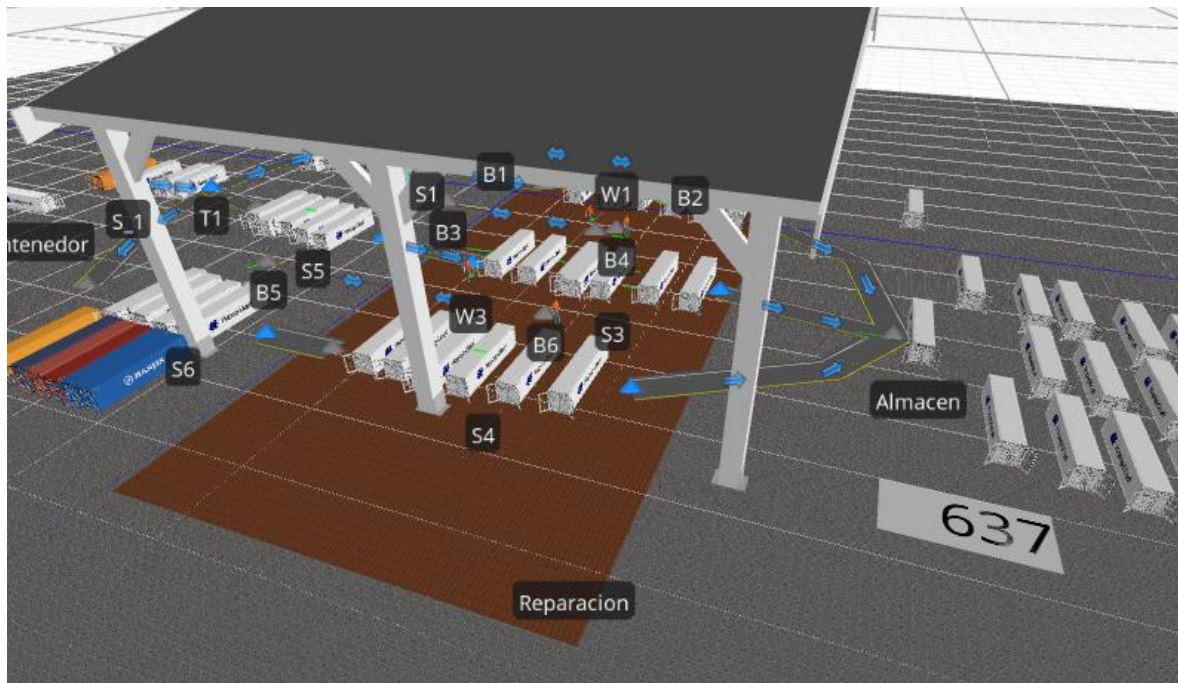


Figura 28. Modelo de simulación en 3D. Fuente: autor del documento

Tabla 7. Resultados de corrida de simulación, situación actual.

Fuente: Autor de documento

Corrida	Tiempo de corrida	Cantidad de contenedores procesados	Contenedores/día
1	22 días	637	28
2	22 días	680	30

En la Tabla 7 se presentan los datos de las 2 corridas de la simulación realizadas con un período de 22 días seguidos. En la primera corrida obtenido tenemos como resultado 637 contenedores procesados es decir 28 contenedores por día. En la segunda corrida tenemos 680 contenedores procesados los que nos da 30 contenedores por día.

Se puede observar que nuestro modelo de simulación esta acorde con la información presentada en Cuadro 6.

4.3 Etapa Mejorar

El objetivo de esta etapa es proponer soluciones que atiendan las causas raíz de los problemas detectados, corregir o reducir. En este punto es aconsejable generar diferentes alternativas de solución que atiendan las diversas causas, para lo cual se aplicará la herramienta AMEF y por último se realizará el cursograma aplicando las mejoras planteadas.

4.3.1 Planteamiento de mejoras para el proceso de reparación de contenedores

La variación en el proceso de reparación de contenedores fue medida y analizada en las etapas anteriores, donde se detectó tiempos elevados en las tareas de ingreso y retiro de contenedores al área de reparación, esto eleva exageradamente el tiempo de ciclo del proceso de reparación de contenedores. Para el planteamiento de las mejoras en el proceso se construirá un AMEF a parte de datos del proceso y del diagrama Ishikawa presentado en de Figura. 26, con esto se evaluarán los modos de falla del proceso y se planteará las acciones de corrección.

En la Figura 29 se muestra la parte del AMEF que presenta la evaluación del modo de falla del proceso en estudio y la ponderación NPR “Número Prioritario de Riesgo”. Recordemos que el NPR es un valor que permite priorizar los modos de fallos y sus causas, que fueron identificados y se obtiene a través de multiplicar las ponderaciones de la severidad, la ocurrencia y la detectabilidad. En los cuadros 7, 8, 9,10 se encuentran los criterios para el cálculo del NPR mencionado. Con más detalle en el Cuadros 7 se encuentra el criterio de probabilidad de que la falla ocurra, en el Cuadros 8 se encuentra el criterio de severidad de efecto, en el Cuadros 9 se encuentra el criterio de probabilidad detección de falla, en el Cuadros 10 se encuentra la ponderación del riesgo.

			EVALUACIÓN					
Paso del Proceso	Modos de Falla Potenciales	Efectos de Fallas Potenciales	S E V	Causas Potenciales	O C U	Controles de Ocurrencia	D E T	N P R
Ingreso y retiro de contenedores al área de reparación	Elevada cantidad de trabajo	Rendimiento deficiente en la reparación de contenedores	6	Cantidad insuficiente de operadores de máquinas.	7	Ninguno	8	336
	No se da prioridad al área de reparación de contenedores		6	Criterio deficiente de prioridad en asignación de máquinas portacontenedores	8	Ninguno	8	384
	Clasificación inadecuada o no existe suficiente cantidad de contenedores clasificados		6	Criterio deficiente en la clasificación de contenedores	9	Clasificación de acuerdo con los valores de daños	8	432
	Falta de notificación para el ingreso o retiro de contenedores		6	Falta de KPI'S de control del proceso	6	Ninguno	8	288

Figura 29. AMEF (causas- efectos potenciales). Fuente: autor del documento

Valor	Posibles fallas	Criterio: Probabilidad de que la falla ocurra
10	75% veces	Muy alta
9	50% veces	Falla es casi inevitable
8	30% veces	Alta: Generalmente asociada con procesos similares o a procesos previos que han fallado.
7	15 % veces	Fallo frecuente
6	5 % veces	Moderada: Generalmente asociada con procesos similares o a procesos previos.
5	1% veces	Se han experimentado fallas
4	0,05% veces	Ocasionales, pero no en proporciones significativas
3	1 en 2000	Baja: Fallas aisladas asociadas con procesos similares
2	1 en 15000	Muy baja: Solo fallas aisladas asociadas con otros procesos
1	Ninguna	Falla es improbable

Cuadro 7. Criterio: probabilidad de que la falla ocurra. Fuente. Autor del documento

Valor	Efecto	Criterio: Severidad de efecto
10	Peligroso: sin aviso	Seguridad relacionada, afecta a la operación segura y/o involucra la no conformidad con regulaciones gubernamentales, la falla ocurrirá sin aviso.
9	Peligroso: con aviso	Seguridad relacionada, afecta a la operación segura y/o involucra la no conformidad con regulaciones gubernamentales, la falla ocurrirá con aviso.
8	Muy alto	Interrupción mayor al servicio brindado, no se cumple el requerimiento del cliente y/o no se brinda el servicio, cliente muy insatisfecho.
7	Alto	Interrupción menor al servicio brindado, se cumple con solo un 50% del requerimiento del cliente, cliente insatisfecho.
6	Moderado	Interrupción menor al servicio brindado, se cumple con alrededor del 75% del requerimiento del cliente, cliente experimenta inconformidad.
5	Bajo	Interrupción menor al servicio brindado, retrabajo o reproceso para cumplir requerimiento del cliente, cliente experimenta alguna insatisfacción.
4	Muy Bajo	Defecto o requerimientos insatisfechos/ servicio no conforme es percibido por la mayoría de los clientes.
3	Pequeño	Defecto o requerimientos insatisfechos/ servicio no conforme es percibido por el cliente promedio.
2	Muy Pequeño	Defecto o requerimientos insatisfechos/ servicio no conforme es percibido solo por clientes expertos
1	Ninguno	Ningún efecto.

Cuadro 8. Criterio: severidad de efecto. Fuente. Autor del documento

Valor	Detección	Criterio: Probabilidad que la falla o el defecto sea detectado con el control, antes que se avance al siguiente paso o procesos.
10	Casi imposible	Control detecta < 60% de fallas
9	Muy remota	Control puede detectar el 60% de fallas
8	Remota	Control puede detectar el 65% de fallas
7	Muy baja	Control puede detectar el 70% de fallas
6	Baja	Control puede detectar el 75% de fallas
5	Moderada	Control puede detectar el 80% de fallas
4	Altamente moderada	Control puede detectar el 85% de fallas
3	Moderada	Control puede detectar el 90% de fallas
2	Muy alta	Control puede detectar el 95% de fallas
1	Casi Seguro	Control puede detectar el 99% de fallas

Cuadro 9. Criterio: probabilidad detección de falla. Fuente. Autor del documento

Evaluación del riesgo		
>180	<i>Riesgo alto</i>	<i>El control implementado no ha sido eficaz o es un riesgo que no se puede disminuir o mitigar.</i>
Entre 100 y 180	<i>Riesgo moderado o medio</i>	<i>El control ha sido eficaz, el riesgo está mitigado.</i>
=<100	<i>Riesgo de falla muy bajo</i>	<i>El riesgo no requiere un control o una acción, al no ser significativo.</i>

Cuadro 10. Ponderación del riesgo. Fuente. Autor del documento

En la Tabla 8 se plantea reducir el NPR a un valor inferior de 100 para obtener un riesgo de falla muy bajo (ver Cuadro 10). Bajo este planteamiento se desarrollarán el plan de acción de mejoras.

Tabla 8. AMEF planteamiento de mejoras. Fuente. Autor del documento

PLANTEAMIENTO DE MEJORAS						
Acciones Recomendadas para riesgos altos			S E V	O C U	D E T	N P R
1	Contratar un operador de máquina portac contenedores adicional a la plantilla actual	Gerente de operaciones	4	4	6	96
2	Realizar un procedimiento de distribución de máquinas portac contenedores	Jefe de operaciones	4	4	6	96
3	Realizar un procedimiento de clasificación contenedores	Jefe de operaciones	4	4	6	96
4	Realizar un KPI de control	Jefe de M&R	4	4	6	96

4.3.2 Matriz de priorización para implementación de mejoras

La matriz de priorización de la Tabla 9 presentan diferentes criterios que permiten realizar una elección, en este caso, definir cuál problema puede ser prioritario de abordar, considerando los criterios de: costo beneficio, factibilidad, efecto a corto plazo, disponibilidad de recursos. En una escala de 1, 5, 10. Siendo 1 la puntuación mas baja, 5 intermedio y 10 la puntuación más alta.

Tabla 9. Matriz de priorización de mejoras. Fuente. Autor del documento

MATRIZ DE PRIORIZACION					
Actividad	Costo / beneficio	Factibilidad	Efecto a corto plazo	Disponibilidad de Recursos	Total
Contratar un operador de máquina portacontenedores adicional a la plantilla actual	10	5	10	5	30
Realizar un procedimiento de distribución de máquinas portacontenedores	10	10	10	10	40
Realizar un procedimiento de clasificación contenedores	10	10	10	10	40
Realizar un KPI de control	10	10	10	10	40

Se observa que todas las actividades propuestas de mejora son factibles y realizables, existiendo una ligera limitación por la necesidad de recursos económicos en la “contratación de un operador de máquina portacontenedor”, sin embargo, se considera viable.

4.3.3 Plan de acción para cumplir los objetivos de la mejora

En la Tabla 10 se plasma el plan de acción para la ejecución de las mejoras del proceso en estudio, que tiene por objetivo, reducir hasta un 15% el tiempo de ciclo, incrementar el throughput. Como estrategia principal se considera el eliminar los tiempos muertos en las actividades de ingreso y retiro de contenedores en un periodo de tiempo de 26 días

Tabla 10. Plan de acción de mejora del proceso Fuente. Autor del documento

PLAN DE ACCION MEJORA DEL PROCESO			
Objetivo: Reducir hasta un 15% el tiempo de ciclo e incrementar el throughput.			
Estrategia: Eliminar los tiempos muertos en las actividades de ingreso y retiro de contenedores.			
Métrica: Tiempos muertos			
Actual: 35 min		Objetivo: 3min	
Actividad		Responsable	Tiempo (días)
1	Realizar un procedimiento de distribución de máquinas portac contenedores	Jefe de operaciones	10
2	Realizar un procedimiento de clasificación contenedores	Jefe de operaciones	3
3	Realizar KPI de control	Jefe de M&R	3
4	Contratar un operador de máquina portac contenedores adicional a la plantilla	Gerente de operaciones RRHH	10

4.3.4 Planteamiento de criterios para la ejecución del plan de mejoras

a) Criterio para distribución de máquinas portacontenedores

De acuerdo con el plano propuesto en la Figura 30 se plantea la distribución de máquinas portacontenedores, considerando dos puntos importantes: 1) Tener 3 clientes potenciales, 2) distancia de largas de recorrido de máquinas (al ser un patio con un área de 70000 m² las maquinas recorren grandes distancias que implican desgastes prematuros y tiempos por traslados)

- *Asignar una* máquina portacontenedores **exclusiva** para clasificar los contenedores autorizados, que realice movimiento de ingreso y retiro de contenedores de las áreas de reparación

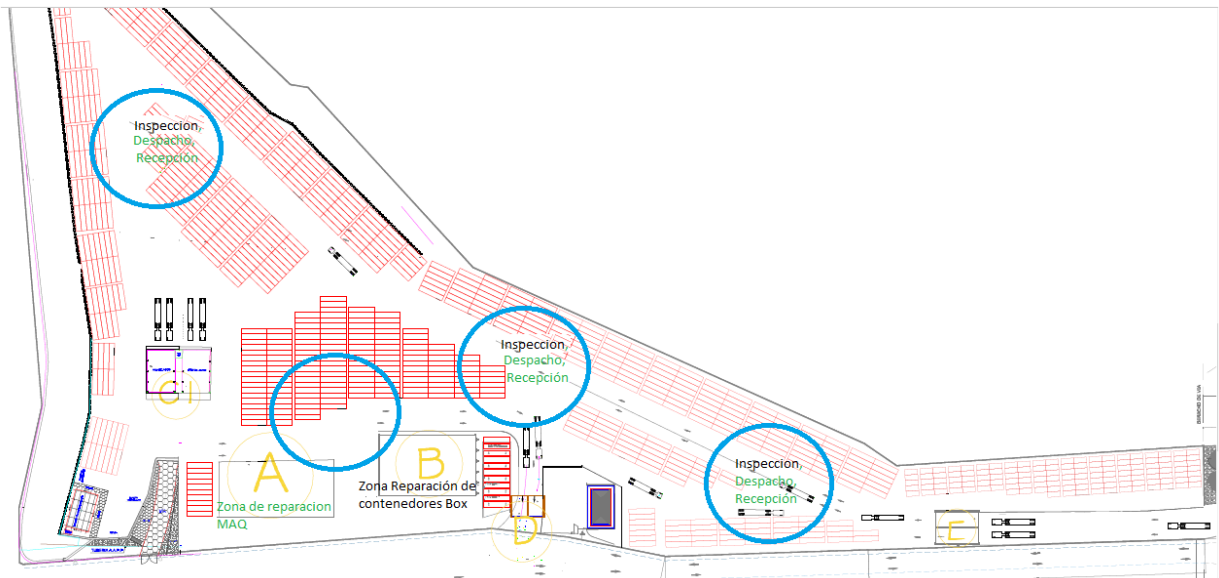


Figura 30. Plano con la propuesta de distribución de máquinas. Fuente: autor del documento

- *Asignar tres* máquinas portacontenedores para realizar: inspecciones, recepciones y despachos de contenedores.

b) Criterio para clasificación contenedores

Cuando se apilan conjuntos de contenedores en columnas o pilas, cualquier reordenamiento o clasificación requiere gran cantidad de tiempo, esfuerzo y costo. Adicional consideremos que una clasificación deficiente de contenedores ocasiona retrasos en la reparación de contenedores.

La clasificación actual se lo realiza de acuerdo con la siguiente consideración.

- Por infraestructura del taller de reparación de contenedores, solo se aplica el método LIFO (Last in, first out)

Clasificación de contenedores: Situación actual.

Criterio de clasificación de contenedores, por el costo de reparación.

- Reparaciones automáticas: \leq \$200

Criterio de clasificación de contenedores, por la ubicación en el taller de reparación.

- En piso
- En caballete

Criterio de clasificación de contenedores, por el tipo de daño.

- Mixto
- Solo caja

- Solo máquina

Nota: En este trabajo se enfoca únicamente el tipo de daños de caja

En la Figura. 27 se grafica el criterio clasificación actual y el flujo de ingreso y retiro de contenedores.

Clasificación de contenedores: Propuesta de mejora

Criterio de clasificación de contenedores, por el costo de reparación.

- Reparaciones automáticas: $\leq \$200$
- Reparaciones de costo bajo: $\leq \$200$

Clasificación por tiempo estimado de reparación

- Tiempo bajo: de 0 a 3 horas
- Tiempo medio: de > 3 y ≤ 10 horas
- Tiempo alto: > 10 horas

Criterio de clasificación de contenedores, por la ubicación en el taller de reparación.

- En piso
- En caballete

Criterio de clasificación de contenedores, por el tipo de daño.

- Mixto
- Solo caja
- Solo máquina

Nota: En este trabajo se enfoca únicamente el tipo de daños de caja

En la Figura. 28 se grafica la propuesta.

Lo que se logra con esto es contar con la mayor cantidad de contenedores clasificados y listos para ingresar el taller de reparación y aprovechar al máximo el LIFO, así se disminuye la posibilidad de tener tiempos largos de ingreso de contenedores por falta de clasificación. Adicional se disminuye el tiempo de espera por un contenedor en proceso.

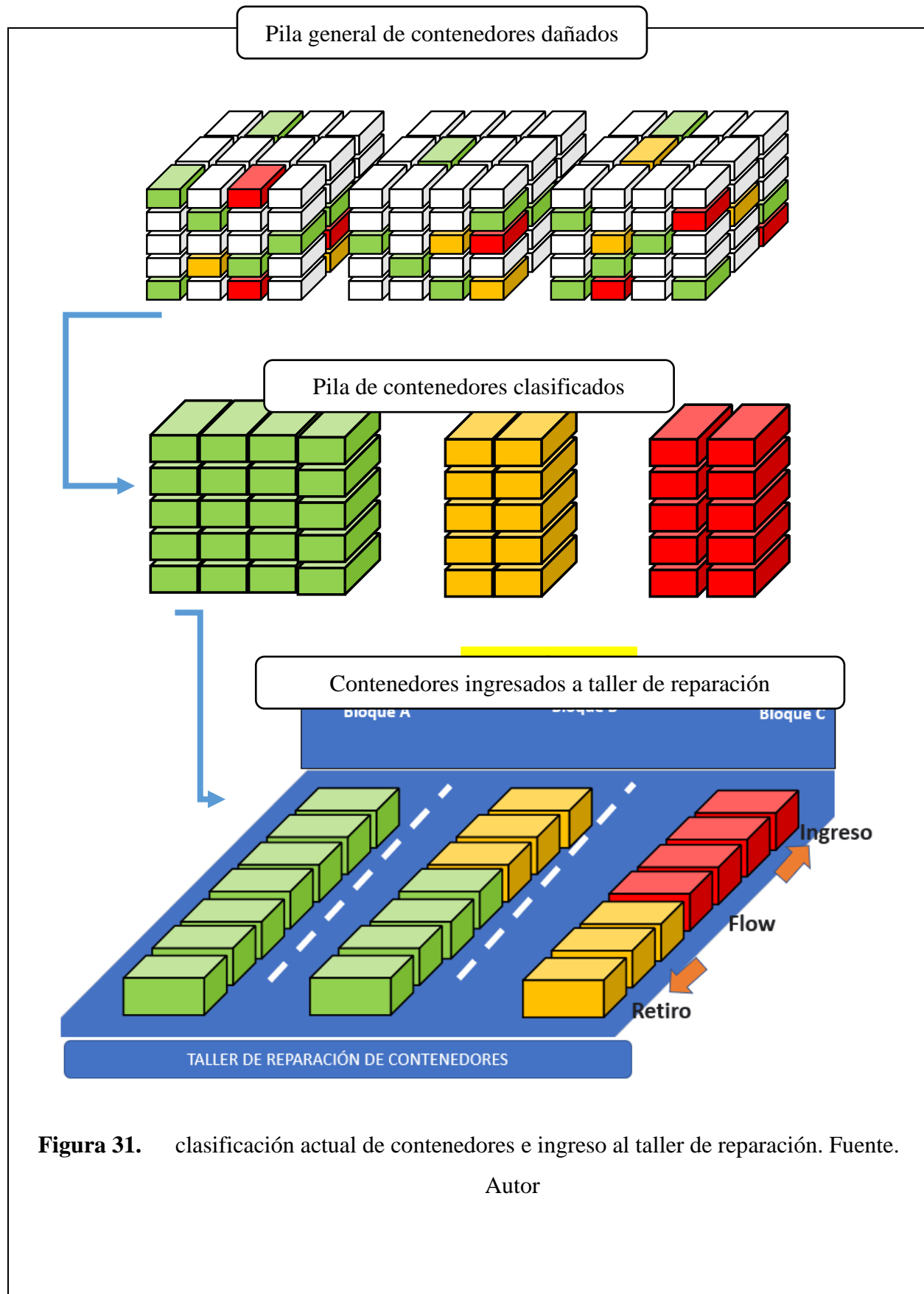


Figura 31. clasificación actual de contenedores e ingreso al taller de reparación. Fuente.

Autor

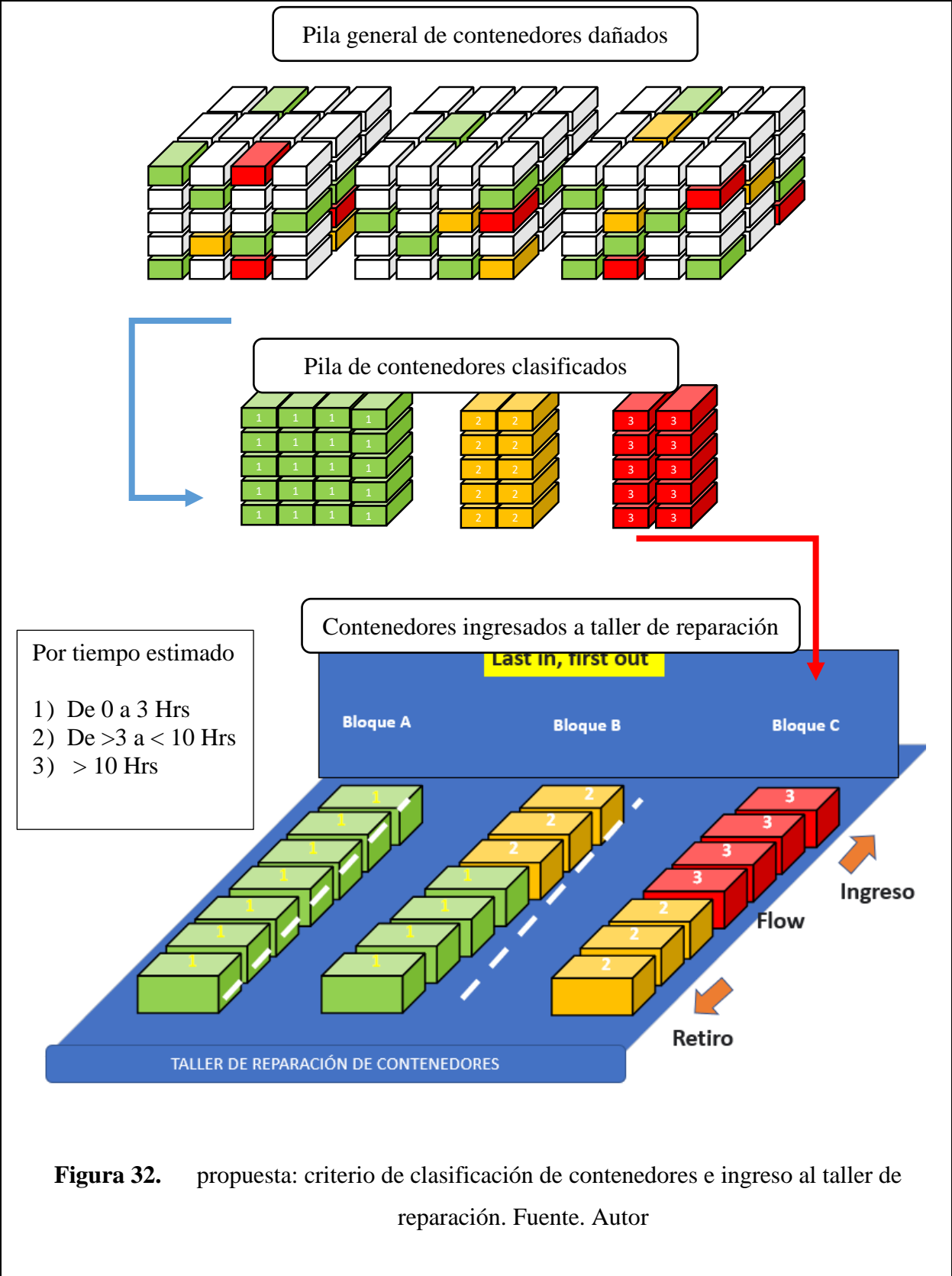


Figura 32. propuesta: criterio de clasificación de contenedores e ingreso al taller de reparación. Fuente. Autor

c) Realizar KPI de control

Este ítem será desarrollado en la etapa “controlar”

4.3.5 Simulación del proceso con las mejoras planteadas

En la figura 33 se observa las medidas de tendencia central con los nuevos valores de tiempos del proceso mejorado. Tal como se desarrolló en el punto 4.2.11 de este documento, se construye una tabla de distribuciones de probabilidad pero con los datos del procesos mejorado (ver Tabla 34). Estos valores son ingresados en nuestro modelo de simulación y realizamos las corridas con el mismo criterio inicial y realizamos la Tabla 11 y luego analizamos el impacto que representan las mejoras.

Estadísticas

Variable	Media	Desv.Est.	Mínimo	Máximo	Modo	N para moda
Clasificar	3,617	1,236	2,000	6,000	3	19
Abastecer Taller	4,0662	0,6208	2,8800	5,4300	3,2; 3,78; 4,02; 4,03	2
Asignar contenedor	1,9167	0,7139	1,0000	3,0000	2	29
Recepcion de Material	4,082	1,233	2,010	5,990	2,31; 2,63; 4,05; 4,54	2
Reparar 1	0,5436	0,4630	0,0700	2,0000	0,5	122
Reparar 1_1	3,667	1,226	2,080	6,000	3	26
Reparar 1_2	19,02	14,74	6,50	52,00	8; 10	6
Retirar	4,0067	0,4860	3,1100	5,0100	3,73	5

Los datos contienen por lo menos cinco valores de moda. Sólo se muestran los cuatro más pequeños.

Figura 33. Medidas de tendencia central. Fuente: autor del documento

Parámetro de medición	V. determinístico	V. Probabilístico	Media	Desv. Std	Mínimo	Moda	Máximo	Unidades	Distribución de probabilidad
Tiempos de clasificar	3,61	4,00	3,61	1,23	2,00	3,00	6,00	minutos	Uniforme
Tiempos de abastecer	4,06	4,10	4,06	0,62	2,88	3,78	5,43	minutos	Triangular
Tiempo Reparación 1	0,54	0,96	0,54	0,46	0,07	0,50	2,00	Horas	Triangular
Tiempo Reparación 2	3,66	3,90	3,66	1,22	2,08	3,00	6,00	Horas	Triangular
Tiempo Reparación 3	19,02	26,84	19,02	14,74	6,50	10,00	52,00	Horas	Triangular
Tiempo de retirar	4,00	4,00	4,00	0,48	3,11	3,73	5,01	minutos	Lognormal

Figura 34. Distribuciones de probabilidad (mejorado). Fuente: autor del documento

4.3.6 Resultado de las mejoras planteadas

Tabla 11. Resultados de corrida de simulación, proceso mejorado.

Fuente: Autor de documento

Corridas	Tiempo de corrida	Cantidad de contenedores procesados	Contenedores/día
1	22 días	799	36
2	22 días	800	36

Según la simulación del proceso se observa el incremento de throughput de contenedores reparados de 28 c/día a 36 c/día. Lo que indica que las mejoras planteadas causan efectos positivos en el proceso de reparación de contenedores. Esta observación y análisis se plasma en el Cuadro 11

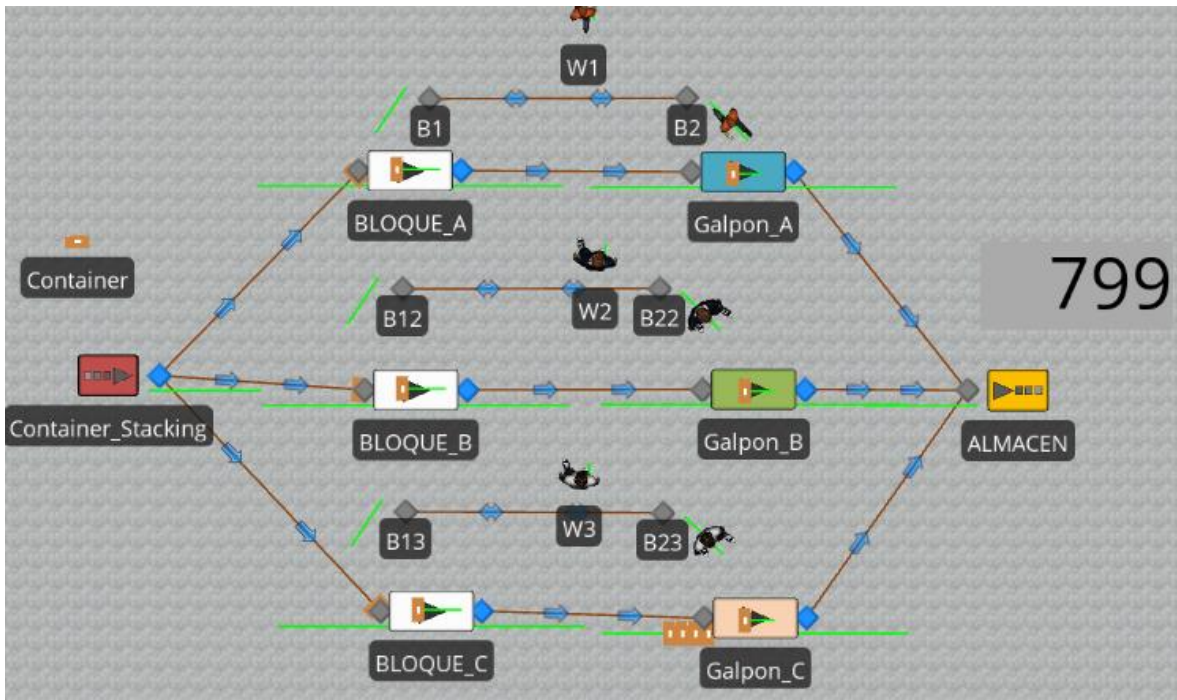












Figura 35. Modelo de simulación. Fuente: autor del documento

Nivel Objetivo				
Promedio N° contenedores /dia	% de utilización de C. I.	N° personas	Valor \$	Total de unidades procesadas
36	87%	10	\$ 64.987,09	800

Incremento	
% (\$ ingreso)	32%

Cuadro 11. Incremento del throughput. Fuente: Autor del documento

Al incrementar el throughput de contenedores reparados de 28 c/día a 36 c/día, se proyecta incrementar los ingresos por reparación de contenedores en un 32%

CURSOGRAMA ANALÍTICO DEL PROCESO									
Hoja N° 1 De: 1		Diagrama N°: 2							
Proceso: Reparación de contenedores		RESUMEN							
Fecha: 26 diciembre 2021		SÍMBOLO	ACTIVIDAD	Act.	Pro.	Econ.			
El estudio Inicia: Solicitar máquina para retirar contenedores			Operación	3	3	0%			
Método: Actual			Transporte	3	3	0%			
Producto: Contenedores			Inspección	0	0	0%			
Nombre del operario:			Espera	2	0	-100%			
Elaborado por: Marco Guachun			Almacenaje	1	1				
Tamaño del Lote:		Total de actividades realizadas		9,0	7,0	-22%			
		Distancia total en metros		680,0	680,0	0%			
		Tiempo de ciclo		172,1	138,1	-20%			
NUMERO	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	Cantidad	Distancia metros	Tiempo Minutos	SÍMBOLOS PROCESOS				
									
1	Clasificar contenedores para ingresar a taller	1	300,0	4,00	●				
2	Abastecer el taller	1		4,07		●			
3	Asignar contenedor al técnico	1	300,0	1,92	●				
4	Retirar Material de bodega	1	80,0	4,08		●			
5	Reparar el contenedor	1		120	●				
6	Retirar el contenedor y almacenar	1		4,01		●			●

Cuadro 12. Cursograma analítico del proceso mejorado. Fuente: Autor del documento

El cursograma actualizado presentado en el Cuadro 12, con las mejoras, se observa la eliminación del tiempo de espera en el 100% se disminuye 22% de actividad no productiva y la reducción del 20% de tiempo de ciclo de reparación de contenedores.

4.4 Etapa Controlar

Los valores de los tiempos de ciclo de reparación de contenedores se modifican cuando eliminamos las variaciones que inciden en proceso. Con la nueva data (Anexo 1) se calcula la capacidad del proceso y se observa que el Cp es de 1,15 lo que indica que el proceso ya se ubica en la categoría 2, parcialmente controlado, se puede observar en la Figura 36.

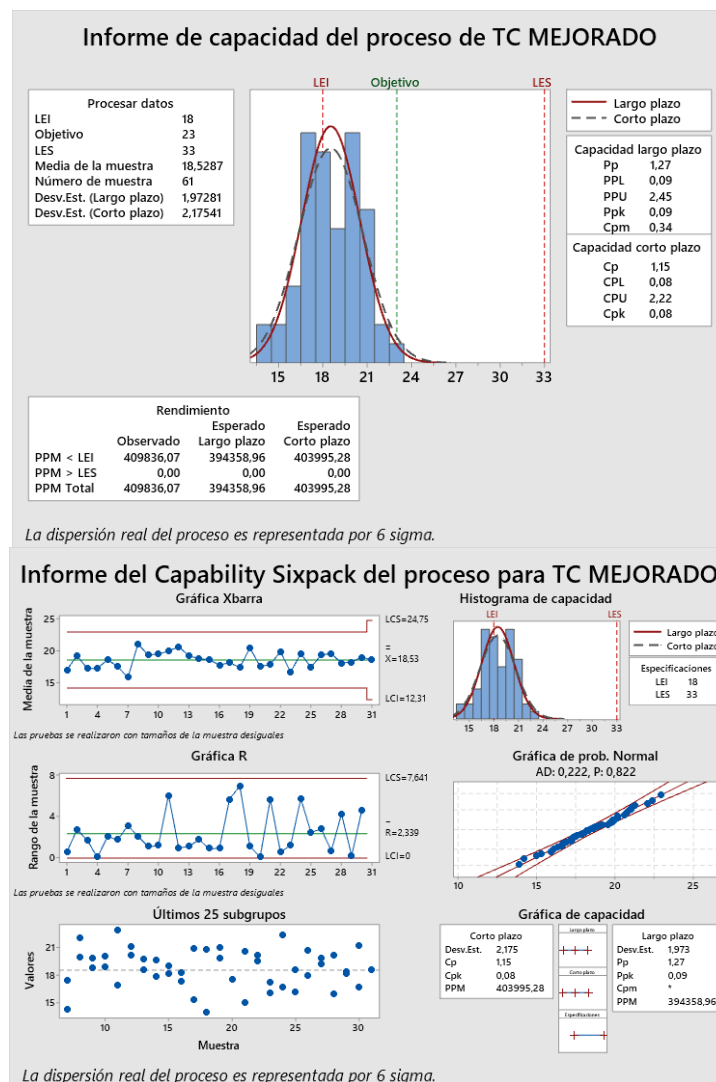


Figura 36. Cálculo de capacidad del proceso mejorado. Fuente: autor del documento

Se propone adicionar a los KPI ya existentes, uno de control de eficiencia de reparación de contenedores, donde se involucre la capacidad instalada y el aprovechamiento de dicha capacidad. Para el cálculo se considera los siguientes parámetros.

- PPD = Productos / Hora
- NT = Número de trabajadores
- HPD = Horas /día
- NDT=Número días trabajadas

Indicador: Utilización, Eficiencia

Formula:

$$\textit{Utilización} [\%] = \frac{\textit{Producción real}}{\textit{Capacidad de diseño}}$$

$$\textit{Eficiencia} [\%] = \frac{\textit{Producción real}}{\textit{Capacidad de diseño}}$$

Donde:

- **Capacidad** = PPD * NT * HPD * NDT
- **Capacidad de diseño** = máxima producción teórica
- **Capacidad efectiva** = producción esperada en condiciones reales de funcionamiento
- **Capacidad real** = producción real conseguida en un período determinado

Meta: 90%

Deficiente: menos de 70%

Bueno: 80%

Tener una utilización inferior al 70% es sinónimo de improductividad. Con esto tenemos suficientes alertas para: subir o bajar la capacidad según aplica, detectar tiempos muertos en el ingreso y retiro de contenedores, detectar retrasos en las reparaciones. Apuntando por tener un 85% de utilización.

CONCLUSIONES

- “La máquina portacontenedores es el corazón del depósito”, es una frase célebre fundada en la empresa y es debido a que los procesos más fuertes involucran su uso. Por lo tanto, es de alta importancia balancear los procesos de la empresa equilibrando el uso de estas máquinas.
- Con las mejoras planteadas, según nuestro modelo de simulación, se prevé el cumplimiento de los objetivos planteados. Se reduce el 20% de tiempo de ciclo de reparación de contenedores, eliminación del tiempo de espera en 100%, se disminuye 22% de actividad no productiva, se eleva el throughput.
- Se observa que con la distribución planteada de máquinas portacontenedores se eleva el aprovechamiento de la capacidad instalada, el incremento de throughput de contenedores reparados de 28 c/día a 36 c/día, con esto se proyecta incrementar los ingresos por reparación de contenedores en un 32%

RECOMENDACIONES

- Reforzar el control de calidad de reparación de contenedores. Las fallas de los contenedores son inspeccionadas por personal calificado con título IICL, así mismo el departamento de M&R debe capacitar a su supervisor de reparaciones para que tenga el mismo rango y criterio a la hora de realizar control de calidad.
- Asignar una máquina portacontenedores única y exclusiva para clasificar los contenedores autorizados, realizar movimientos de ingresos y retiros de contenedores de las áreas de reparación.
- El departamento de M&R y no el de Operaciones, es el que debe estar a cargo de recibir la información de contenedores autorizados emitido por el área de logística, analizarlos, armar el MRP (con el soporte de Bodega y Operaciones) y procesarlos. El departamento de Operaciones solo debe recibir únicamente el listado de contenedores que debe clasificar para ser ingresados al área de reparación.
- Armar una zona exclusiva para reparación de contenedores de tratamiento especial, tales como contenedores con costos y tiempos alto y que sus repuestos son difíciles de conseguir.
- Los inspectores IICL deben estar a cargo del departamento de M&R
- Elevar la cantidad de caballetes para el área de reparación de contenedores, mínimo a 16 unidades.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Cuevas, R., Bodea, C.-N., & Torres-Lima, P. (Eds.). (2021). *Research on Project, Programme and Portfolio Management: Integrating Sustainability into Project Management*. Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-60139-3>

Barbero, J. A. (2010). *La logística de cargas en América Latina y el Caribe: una agenda para mejorar su desempeño*. 0 New York.

Castellanos Ramírez, A. (2015). *Logística Comercial Internacional*. Barranquilla: ECOE Ediciones.

Fernández, F. (2014). *Estiba y Trincaje de Mercancías en Contenedor*. España: Marge Books.

Socconini, L. (2015). *Certificación Lean Six Sigma green belt para la excelencia en los negocios*.

<https://public.ebookcentral.proquest.com/choice/publicfullrecord.aspx?p=4946185>

Franchetti, M. J. (2015). *Lean Six Sigma for Engineers and Managers: With Applied Case Studies*. 274.

Pulido, H. G. (2013). *Control estadístico de la calidad y Seis Sigma*. (tercera) 490.

McGraw-Hill.

Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, M. (2014). *Metodología de la Investigación*

(sexta). McGraw-Hill Interamericana

Voehl, F., Harrington, H. J., Mignosa, C., & Charron, R. (2013). *The Lean Six Sigma Black Belt Handbook: Tools and Methods for Process Acceleration* (0 ed.). Productivity Press. <https://doi.org/10.1201/b15163>

Taha, H. A. (2012). *Investigación de operaciones*. Pearson Educación .

Smith, J. S., Kelton, W. D., & Munoz, D. F. (s. f.). *Modelado, Análisis, Aplicaciones*.

453.

Casanovas, J. (2013). *Cómo mejorar la logística de su empresa mediante la simulación*.
<http://0-site.ebrary.com.fama.us.es/lib/unisev/Doc?id=10862467>

de Larrucea, J. R. Martín Mallofré, J. y Marí Sagarra, R. (2017). *Transporte en contenedor* (2a. ed.). Marge Books.
<https://bibliotecas.ups.edu.ec:3488/es/lc/bibliotecaups/titulos/42178>

Kok, J. (Kobus), & van den Heuvel, S. C. (Eds.). (2019). *Leading in a VUCA World: Integrating Leadership, Discernment and Spirituality*. Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-98884-9>

Mack, O., Khare, A., Krämer, A., & Burgartz, T. (Eds.). (2016). *Managing in a VUCA World*. Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-16889-0>

Chase, R. B. (s. f.). *Administración de operaciones. Producción y cadena de suministros*. 810.

Meyers, F. E., Stephens, M. P., & Enríquez Brito, J. (2006). *Diseño de instalaciones de manufactura y manejo de materiales*; traducción Javier Enríquez Brito. Pearson Educación Pearson/Prentice Hall.

Heizer, J. (2011). *Dirección de la producción y de operaciones: Decisiones estratégicas*. Pearson Educación de México, SA de CV. <https://public.ebookcentral.proquest.com/choice/publicfullrecord.aspx?p=5134046>

Cuatrecasas, L. (2011). *Gestión del mantenimiento de los equipos productivos*, Ediciones Díaz de Santos. ProQuest E-book Central, <http://ebookcentral.proquest.com> Created from bibliotecaupssp on 2020-07-04 20:02:51.

Madariaga F., (2013). *Lean manufacturing: Exposición adaptada a la fabricación repetitiva de familias de productos mediante procesos discretos*. Recuperado de <https://drive.google.com/>

Socconini, L. (2019) *Lean Manufacturing: paso a paso*, Marge Brooks, ProQuest E- book Central, <http://ebookcentral.proquest.com/> Created from bibliotecaupssp on 2020- 07-04 19:48:14

Heizer, H. y Render B. (2014) *Principios De Administración De Operaciones Juárez, México*. (9ma Edición), Editorial: Pearson Educación

Frederick S. Hillier y Gerald J. Lieberman. (2010). *Introducción a la investigación de operaciones*. Mc Graw Hill. México, D.F.

Wilson, L. (2010). *How to implement lean manufacturing*. McGraw-Hill.

<https://www.simio.com/>

Evans, J. R. (s. f.). *Administración y control de la calidad*. 857.

Hoffmann, N., Stahlbock, R., & Voß, S. (2020). A decision model on the repair and maintenance of shipping containers. *Journal of Shipping and Trade*, 5(1), 22.

<https://doi.org/10.1186/s41072-020-00070-2>

Haas, J. de. (2016). *Gard guidance on freight containers*.

Miquel Àngel Piera, Toni Guasch, Josep Casanovas, Juan José Ramos. (2013). **CÓMO MEJORAR LA LOGÍSTICA DE SU EMPRESA MEDIANTE LA SIMULACIÓN**. MADRID: Díaz de Santos.

IICL (2006). *Repair manual for steel freight container, 5ed .pdf*. (s. f.). Google Docs. Recuperado 25 de agosto de 2021, de https://docs.google.com/file/d/0Bw2m5KITRVB-bDNqTjBhZjVreU0/view?usp=embed_facebook

Eslava Sarmiento, L. A. (2019). Logística del transporte de mercancías en contenedores marítimos. Ediciones de la U.

<https://bibliotecas.ups.edu.ec:3488/es/ereader/bibliotecaups/127083?page=23>

MARTÍN MALLOFRÉ, J. DE LARRUCEA, J. R. ; MARÍ SAGARRA, R. Transporte en contenedor (2a. ed.). ed. Barcelona: Marge Books, 2017. 339 p. Disponible en:

<https://bibliotecas.ups.edu.ec:3488/es/ereader/bibliotecaups/42178?page=214>.

<https://www.hapag-lloyd.com/>

ANEXO 1

INGRESO DE CONTENEDORES AL TALLER DE REPARACION														
N° de Obs	N° contenedores movidos	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	Tiempo Operación	T02	T1
1	4	4,76	4,31	5,12	4,03							4,56	4,56	10,93
1	6	4,07	2,49	5,21	5,39	5,08	2,47					4,12	4,12	14,57
1	6	5,49	3,51	5,53	3,33	2,18	4,06					4,02	4,02	5,87
1	4	5,64	5,76	3,92	5,47							5,2	5,2	10,61
1	4	2,31	2,28	5,36	2,52							3,12	3,12	12,29
1	5	2,63	5,51	2,94	5,52	4,86						4,29	4,29	24,95
1	8	2,31	5,19	4,12	3,51	3,15	5,46	5,84	4,53			4,26	4,26	18,37
1	6	3,45	3,51	2,99	3,55	3,85	4,11					3,58	3,58	28,22
1	4	5,34	2,7	3,71	4,1							3,96	3,96	11,8
1	6	4,33	3,07	4,74	3,47	3,69	4,89					4,03	4,03	11,25
1	6	5,84	5,2	4,11	3,25	4,65	4,58					4,61	4,61	14,96
1	6	2,27	5,99	2,76	3,17	4,71	4,64					3,92	3,92	13,6
1	6	2,39	4,1	2,95	2,65	4,43	4,99					3,59	3,59	7,86
1	5	3,93	5,58	4,55	5,6	2,39						4,41	4,41	24,2
1	6	4,54	5,05	3,11	4,03	2,2	5,26					4,03	4,03	25,74
1	4	4,69	3,62	2,81	2,14							3,32	3,32	30,7
1	4	4,92	4,07	5,56	2,64							4,3	4,3	5,39
1	6	2,45	2,25	2,83	3,97	3,01	4,67					3,2	3,2	10,95
1	6	5,12	4,81	3,9	3,95	5,57	5,67					4,84	4,84	13,08
1	6	4,31	2,98	5,91	4,04	3,54	4,19					4,16	4,16	15,7
1	5	5,95	5,46	4,3	5,96	5,46						5,43	5,43	8,9
1	6	2,32	3,84	3,12	4,39	3,71	5,05					3,74	3,74	21,84
1	6	5,52	5,64	3,46	4,95	2,82	3,39					4,3	4,3	24,94
1	4	5,23	5,84	3,95	2,67							4,42	4,42	33,86
1	4	3,01	3,44	4,67	3,45							3,64	3,64	12,22
1	4	4,71	5,8	5,37	2,47							4,59	4,59	8,36
1	6	4,05	5,59	3,73	5,39	4,59	4,15					4,58	4,58	6,14
1	6	5,99	5,97	4,94	2,71	3,79	3,51					4,49	4,49	6,45
1	6	2,63	2,33	3,65	5,02	2,6	4,41					3,44	3,44	7,67
1	5	4,54	4,7	4,89	5,35	4,23						4,74	4,74	20,12
1	5	3,33	2,85	2,06	3,15	3,01						2,88	2,88	17,17
1	6	2,41	5,47	3,87	5,86	5,74	5,59					4,82	4,82	28,54
1	4	5,61	5,39	5,38	4,32							5,18	5,18	9,26
1	4	2,84	2,44	5,67	5,03							4	4	14,92
1	6	2,01	3,97	5,5	3,8	3,45	2,07					3,47	3,47	13,89
1	6	3,28	3,18	2,66	4,93	3,91	2,96					3,49	3,49	6,19
1	6	5,7	3,49	4,91	4,57	5,54	4,83					4,84	4,84	14,65
1	6	5,44	5,97	3,25	5,03	5,94	2,34					4,66	4,66	21,94
1	6	2,49	2,32	5,29	2,23	4,62	5,7					3,78	3,78	18,76
1	4	2,62	2,56	4,52	2,14							2,96	2,96	33,37
1	4	2,43	2,97	4,64	3,4							3,36	3,36	13,78
1	6	5,29	3,39	4,22	3,98	3,99	4,76					4,27	4,27	12,2
1	6	5,61	5,81	2,2	2	3,52	3,37					3,75	3,75	7,13
1	4	3,2	4,58	5,81	5,47							4,77	4,77	9,21
1	4	2,93	2,64	2,56	3,99							3,03	3,03	8,86
1	5	4,72	6	2,07	2,22	4,73						3,95	3,95	17,04
1	4	5,83	3,87	3,48	5,23							4,6	4,6	17,24
1	5	4,05	3,03	2,59	2,31	4,01						3,2	3,2	33,9
1	4	4,19	5,17	2,9	4,72							4,25	4,25	6,7
1	4	2,96	3,48	2,57	3,13							3,04	3,04	14,37
1	5	4,18	4,42	3,55	5,51	2,45						4,02	4,02	5,55
1	4	5,68	4,66	2,28	4,9							4,38	4,38	9,42
1	6	5,2	3,28	2,32	3,11	2,99	2,57					3,25	3,25	10,13
1	3	4,8	4,86	5,2								4,95	4,95	25,58
1	6	4,56	5,45	3,32	5,37	5,69	2,01					4,4	4,4	24,48
1	4	3,34	2,84	3,62	2,96							3,19	3,19	32,46
1	5	4,12	2,32	3,73	3,49	5,25						3,78	3,78	14,14
1	4	4,28	3,69	4,55	5,43							4,49	4,49	5,33
1	5	4,89	3,76	3,92	5,07	4,84						4,5	4,5	12,79
1	8	2,17	4,15	4,17	4,3	2,74	3,15	3,95	5,89			3,82	3,82	7,01
1	3	4,65	4,73	5,62								5	5	12,41

RETIRO DE CONTENEDORES AL TALLER DE REPARACION														
N° de Obs	N° contenedores movidos	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	Tiempo	To 6	T5
1	4	2,04	5,57	2,59	4,73							3,73	3,73	11,2
1	6	2,48	2,25	5,24	3,68	3,61	3,91					3,53	3,53	11,65
1	6	3,79	4,24	5,23	5,79	4,81	2,57					4,41	4,41	27,32
1	4	4,24	3,42	2,05	4,67							3,6	3,6	33,94
1	4	3,81	4,47	3,79	2,84							3,73	3,73	12,8
1	5	2,21	3,5	4,06	3,36	3,3						3,29	3,29	37,37
1	8	5,64	5,06	5,68	2,13	5,61	4,81	2,61	5,6			4,64	4,64	25,59
1	6	4,14	3,93	3,7	2,06	3,68	4,06					3,6	3,6	8,97
1	4	2,8	3,62	2,05	5,96							3,61	3,61	23,84
1	6	4,01	3,87	2,76	5,06	4,76	3,09					3,93	3,93	12,24
1	6	3,95	3,02	3,5	2,34	3,98	2,46					3,21	3,21	9,32
1	6	4,78	2,25	4,66	5,24	2,1	3,47					3,75	3,75	9,48
1	6	2,71	4,76	2,98	5,75	5,07	5,6					4,48	4,48	13,46
1	5	2,51	5,47	2,06	4,99	2,06						3,42	3,42	8,75
1	6	4,6	4,02	4,31	4,13	3,27	2,06					3,73	3,73	20,82
1	4	4,35	4,62	2,73	5,54							4,31	4,31	16,24
1	4	5,64	4,91	5,02	3,23							4,7	4,7	22,5
1	6	2,87	4,05	3,7	4,31	3,94	5,72					4,1	4,1	9,95
1	6	5,63	3,55	3,46	5,64	2,31	3,58					4,03	4,03	4,53
1	6	3,78	2,46	3,84	3,76	3,39	3,81					3,51	3,51	14,14
1	5	2,79	5,02	4,7	5,5	2,11						4,02	4,02	34,81
1	6	2,7	4,25	3,97	2,76	3,7	5,22					3,77	3,77	15,38
1	6	4,09	4,29	4,39	4,37	5,75	2,2					4,18	4,18	22,6
1	4	2,44	3,82	3,09	3,07							3,11	3,11	23,36
1	4	4,61	5,02	5,37	3,74							4,69	4,69	27,71
1	4	4,25	4,5	4,56	2,63							3,99	3,99	12,2
1	6	5,08	5,84	5,71	2,67	4,38	5,88					4,93	4,93	32,66
1	6	5,64	3,16	4,17	2,87	5,91	2,9					4,11	4,11	23,94
1	4	3,2	4,82	4,5	3,6	4,08						4,03	4,03	25,86
1	5	5,07	5,9	5,3	4,46	3,5						4,85	4,85	13,18
1	5	2,7	4,67	4,24	4,4	2,91						3,78	3,78	35,17
1	6	4,97	5,33	4,35	5,88	3,59	4,37					4,75	4,75	17,93
1	4	2,61	3,01	5,45	5,63							4,18	4,18	33,95
1	4	3,79	3,25	2,53	3,27							3,21	3,21	4,91
1	6	3,5	5,15	2,21	3,3	3,57	4,71					3,74	3,74	32,7
1	6	2,92	5,69	4,65	5,1	5,07	4					4,57	4,57	29
1	6	2,39	2,5	4,21	4,67	3,04	5,22					3,67	3,67	15,83
1	6	5,67	5,99	5,17	5,52	4,18	3,54					5,01	5,01	22,24
1	6	3,17	2,25	2,76	5,72	3,04	5,96					3,82	3,82	23,5
1	4	4,13	5,51	3,89	5,25							4,7	4,7	24,41
1	4	5,57	4,36	2,37	5,99							4,57	4,57	4,61
1	6	3,71	4,98	2,19	4,97	2,97	3,34					3,69	3,69	9,82
1	6	2,93	4,97	4,07	2,82	5,28	2,3					3,73	3,73	21,25
1	4	6	3,22	4,09	3,24							4,14	4,14	23,86
1	4	2,76	3,58	5,19	3,11							3,66	3,66	12,49
1	5	4,01	3,78	3,06	5,72	5,35						4,38	4,38	4,33
1	4	4,92	4,93	3,28	3,59							4,18	4,18	29,42
1	5	4,22	4,89	5,89	5,25	4,73						5	5	4,13
1	4	4,42	4,18	2,82	3,96							3,85	3,85	16,55
1	4	2,59	4,7	5,13	2,05							3,62	3,62	15,75
1	5	5,25	3,72	3,14	3,16	3,49						3,75	3,75	28,92
1	4	2,96	4,69	3,85	2,21							3,43	3,43	5,41
1	6	3,77	4,11	5,03	4,81	3,01	3,26					4	4	19,39
1	3	3,87	4,09	3,49								3,82	3,82	36,36
1	6	4,82	4,17	5,06	4,29	2,18	4,96					4,25	4,25	17,04
1	4	4,83	5,23	5,57	3,38							4,75	4,75	8,6
1	5	3,69	5,12	5,73	2,01	3,41						3,99	3,99	37
1	4	2,37	5,56	4,27	2,7							3,73	3,73	37,28
1	5	5,31	2,83	2,48	5,67	4,37						4,13	4,13	18,03
1	8	4,46	2,48	4,16	3,84	2,71	2,93	2,71	3,15			3,31	3,31	25,92
1	3	4,77	4,45	5,65								4,96	4,96	26,63

ESTUDIO DE TIEMPOS ACTUAL																			
N° Documento		Fecha Inicio										Fecha final							
I		01/11/21										30/11/21							
N° Página		Departamento										Herramientas							
I de I		M&R										estandar							
Observado por:		Marco Guachun																	
N°	Clasificar	Abastecer Taller (min)			Asignar			Material (min)			Reparar			Retirar			TC	N° Movidos	
Lectura	To1	T1	To2	T.a	T2	To3	T.as	T3	To4	T.m	T4	To5	T.rep	T5	To6	T.ret			
1	3	23,50	4,56	28,06	0	2	2,00	0	4,76	4,76	0	0	0,00	11,20	3,73	14,93	87,57	4	
2	3	14,20	4,12	18,32	0	2	2,00	0	4,07	4,07	0	0	0,00	11,65	3,53	15,18	66,96	6	
3	3	17,10	4,02	21,12	0	1	1,00	0	5,49	5,49	0	0	0,00	27,32	4,41	31,73	89,95	6	
4	3	13,50	5,20	18,70	0	3	3,00	0	5,64	5,64	0	0	0,00	33,94	3,60	37,54	95,22	4	
5	3	16,30	3,12	19,42	0	2	2,00	0	2,31	2,31	0	0	0,00	12,80	3,73	16,53	66,99	4	
6	3	19,20	4,29	23,49	0	3	3,00	0	2,63	2,63	0	0	0,00	37,37	3,29	40,66	101,90	5	
7	3	24,30	4,26	28,56	0	3	3,00	0	2,31	2,31	0	0	0,00	25,59	4,64	30,23	100,97	8	
8	3	17,20	3,58	20,78	0	1	1,00	0	3,45	3,45	0	0	0,00	8,97	3,60	12,57	66,03	6	
9	2	6,50	3,96	10,46	0	2	2,00	0	5,34	5,34	0	0	0,00	23,84	3,61	27,45	65,05	4	
10	2	17,40	4,03	21,43	0	2	2,00	0	4,33	4,33	0	0	0,00	12,24	3,93	16,17	73,69	6	
11	2	5,10	4,61	9,71	0	3	3,00	0	5,84	5,84	0	0	0,00	9,32	3,21	12,53	51,63	6	
12	2	20,10	3,92	24,02	0	3	3,00	0	2,27	2,27	0	0	0,00	9,48	3,75	13,23	73,81	6	
13	2	15,30	3,59	18,89	0	1	1,00	0	2,39	2,39	0	0	0,00	13,46	4,48	17,94	64,50	6	
14	3	19,20	4,41	23,61	0	2	2,00	0	3,93	3,93	0	0	0,00	8,75	3,42	12,17	74,25	5	
15	6	18,10	4,03	22,13	0	2	2,00	0	4,54	4,54	0	0	0,00	20,82	3,73	24,55	87,89	6	
16	4	25,50	3,32	28,82	0	2	2,00	0	4,69	4,69	0	0	0,00	16,24	4,31	20,55	95,57	4	
17	2	11,20	4,30	15,50	0	3	3,00	0	4,92	4,92	0	0	0,00	22,50	4,70	27,20	76,04	4	
18	5	4,40	3,20	7,60	0	3	3,00	0	2,45	2,45	0	0	0,00	9,95	4,10	14,05	45,15	6	
19	3	16,20	4,84	21,04	0	2	2,00	0	5,12	5,12	0	0	0,00	4,53	4,03	8,56	67,88	6	
20	6	8,30	4,16	12,46	0	1	1,00	0	4,31	4,31	0	0	0,00	14,14	3,51	17,65	59,19	6	
21	6	18,20	5,43	23,63	0	2	2,00	0	5,95	5,95	0	0	0,00	34,81	4,02	38,83	107,99	5	
22	5	17,20	3,74	20,94	0	1	1,00	0	2,32	2,32	0	0	0,00	15,38	3,77	19,15	72,67	6	
23	6	5,30	4,30	9,60	0	1	1,00	0	5,52	5,52	0	0	0,00	22,60	4,18	26,78	65,02	6	
24	5	25,50	4,42	29,92	0	1	1,00	0	5,23	5,23	0	0	0,00	23,36	3,11	26,47	103,77	4	
25	5	24,20	3,64	27,84	0	2	2,00	0	3,01	3,01	0	0	0,00	27,71	4,69	32,40	103,10	4	
26	4	7,50	4,59	12,09	0	2	2,00	0	4,71	4,71	0	0	0,00	12,20	3,99	16,19	57,79	4	
27	3	19,30	4,58	23,88	0	2	2,00	0	4,05	4,05	0	0	0,00	32,66	4,93	37,59	100,45	6	
28	4	6,30	4,49	10,79	0	1	1,00	0	5,99	5,99	0	0	0,00	23,94	4,11	28,05	67,61	6	
29	4	17,20	3,44	20,64	0	2	2,00	0	2,63	2,63	0	0	0,00	25,86	4,03	29,89	84,43	6	
30	4	20,30	4,74	25,04	0	1	1,00	0	4,54	4,54	0	0	0,00	13,18	4,85	18,03	83,19	5	
31	4	22,40	2,88	25,28	0	2	2,00	0	3,33	3,33	0	0	0,00	35,17	3,78	38,95	104,17	5	
32	4	13,50	4,82	18,32	0	2	2,00	0	2,41	2,41	0	0	0,00	17,93	4,75	22,68	72,14	6	
33	3	6,50	5,18	11,68	0	3	3,00	0	5,61	5,61	0	0	0,00	33,95	4,18	38,13	81,71	4	
34	2	8,40	4,00	12,40	0	1	1,00	0	2,84	2,84	0	0	0,00	4,91	3,21	8,12	42,60	4	
35	2	22,30	3,47	25,77	0	1	1,00	0	2,01	2,01	0	0	0,00	32,70	3,74	36,44	96,00	6	
36	5	0,20	3,49	3,69	0	3	3,00	0	3,28	3,28	0	0	0,00	29,00	4,57	33,57	58,51	6	
37	4	23,10	4,84	27,94	0	2	2,00	0	5,70	5,70	0	0	0,00	15,83	3,67	19,50	94,78	6	
38	4	18,10	4,66	22,76	0	2	2,00	0	5,44	5,44	0	0	0,00	22,24	5,01	27,25	91,65	6	
39	4	12,10	3,78	15,88	0	2	2,00	0	2,49	2,49	0	0	0,00	23,50	3,82	27,32	72,06	6	
40	4	6,30	2,96	9,26	0	2	2,00	0	2,62	2,62	0	0	0,00	24,41	4,70	29,11	60,87	4	
41	3	21,40	3,36	24,76	0	1	1,00	0	2,43	2,43	0	0	0,00	4,61	4,57	9,18	68,56	4	
42	3	20,40	4,27	24,67	0	3	3,00	0	5,29	5,29	0	0	0,00	9,82	3,69	13,51	82,43	6	
43	4	8,20	3,75	11,95	0	1	1,00	0	5,61	5,61	0	0	0,00	21,25	3,73	24,98	66,10	6	
44	5	21,50	4,77	26,27	0	3	3,00	0	3,20	3,20	0	0	0,00	23,86	4,14	28,00	97,94	4	
45	3	13,20	3,03	16,23	0	2	2,00	0	2,93	2,93	0	0	0,00	12,49	3,66	16,15	61,47	4	
46	2	25,20	3,95	29,15	0	2	2,00	0	4,72	4,72	0	0	0,00	4,33	4,38	8,71	82,45	5	
47	5	13,20	4,60	17,80	0	3	3,00	0	5,83	5,83	0	0	0,00	29,42	4,18	33,60	91,86	4	
48	3	17,20	3,20	20,40	0	1	1,00	0	4,05	4,05	0	0	0,00	4,13	5,00	9,13	63,03	5	
49	3	14,30	4,25	18,55	0	2	2,00	0	4,19	4,19	0	0	0,00	16,55	3,85	20,40	72,88	4	
50	3	0,20	3,04	3,24	0	1	1,00	0	2,96	2,96	0	0	0,00	15,75	3,62	19,37	36,77	4	
51	2	0,40	4,02	4,42	0	3	3,00	0	4,18	4,18	0	0	0,00	28,92	3,75	32,67	57,87	5	
52	5	11,40	4,38	15,78	0	1	1,00	0	5,68	5,68	0	0	0,00	5,41	3,43	8,84	58,76	4	
53	4	15,40	3,25	18,65	0	1	1,00	0	5,20	5,20	0	0	0,00	19,39	4,00	23,39	77,09	6	
54	4	12,30	4,95	17,25	0	2	2,00	0	4,80	4,80	0	0	0,00	36,36	3,82	40,18	92,28	3	
55	6	10,40	4,40	14,80	0	1	1,00	0	4,56	4,56	0	0	0,00	17,04	4,25	21,29	68,01	6	
56	2	24,10	3,19	27,29	0	2	2,00	0	3,34	3,34	0	0	0,00	8,60	4,75	13,35	80,61	4	
57	3	7,10	3,78	10,88	0	2	2,00	0	4,12	4,12	0	0	0,00	37,00	3,99	40,99	77,99	5	
58	2	5,10	4,49	9,59	0	2	2,00	0	4,28	4,28	0	0	0,00	37,28	3,73	41,01	74,75	4	
59	6	17,30	4,50	21,80	0	2	2,00	0	4,89	4,89	0	0	0,00	18,03	4,13	22,16	85,54	5	
60	4	21,30	3,82	25,12	0	2	2,00	0	2,17	2,17	0	0	0,00	25,92	3,31	29,23	91,81	8	
	4	15	4	18,83	0	2	1,92	0	4	4,08	0	1,72	1,72	20	4	23,70	76,98	5	
	4,00		18,83	18,83		1,92	1,92		4,08	4,08		1,72	1,72	23,70	23,70		81		

ESTUDIO DE TIEMPOS													
N° Documento		Fecha Inicio							Fecha final				
1		01/11/21							30/11/21				
N° Página		Departamento							Herramientas				
1 de 1		M&R							estandar				
Observado por:		Marco Guachun											
N° Lectura	Clasificar To1	T1 min	Abastecer To2	T2 min	Asignar To3	T3 min	Material To4	T4 min	Reparar To5	T5 min	Retirar To6	TC	N° Movidos
1	3	0,00	4,56	0	2	0	4,76	0	0	0,00	3,73	18,05	4
2	3	0,00	4,12	0	2	0	4,07	0	0	0,00	3,53	16,72	6
3	3	0,00	4,02	0	1	0	5,49	0	0	0,00	4,41	17,92	6
4	3	0,00	5,20	0	3	0	5,64	0	0	0,00	3,60	20,44	4
5	3	0,00	3,12	0	2	0	2,31	0	0	0,00	3,73	14,16	4
6	3	0,00	4,29	0	3	0	2,63	0	0	0,00	3,29	16,21	5
7	3	0,00	4,26	0	3	0	2,31	0	0	0,00	4,64	17,21	8
8	3	0,00	3,58	0	1	0	3,45	0	0	0,00	3,60	14,63	6
9	2	0,00	3,96	0	2	0	5,34	0	0	0,00	3,61	16,91	4
10	2	0,00	4,03	0	2	0	4,33	0	0	0,00	3,93	16,29	6
11	2	0,00	4,61	0	3	0	5,84	0	0	0,00	3,21	18,66	6
12	2	0,00	3,92	0	3	0	2,27	0	0	0,00	3,75	14,94	6
13	2	0,00	3,59	0	1	0	2,39	0	0	0,00	4,48	13,46	6
14	3	0,00	4,41	0	2	0	3,93	0	0	0,00	3,42	16,76	5
15	6	0,00	4,03	0	2	0	4,54	0	0	0,00	3,73	20,30	6
16	4	0,00	3,32	0	2	0	4,69	0	0	0,00	4,31	18,32	4
17	2	0,00	4,30	0	3	0	4,92	0	0	0,00	4,70	18,92	4
18	5	0,00	3,20	0	3	0	2,45	0	0	0,00	4,10	17,75	6
19	3	0,00	4,84	0	2	0	5,12	0	0	0,00	4,03	18,99	6
20	6	0,00	4,16	0	1	0	4,31	0	0	0,00	3,51	18,98	6
21	6	0,00	5,43	0	2	0	5,95	0	0	0,00	4,02	23,40	5
22	5	0,00	3,74	0	1	0	2,32	0	0	0,00	3,77	15,83	6
23	6	0,00	4,30	0	1	0	5,52	0	0	0,00	4,18	21,00	6
24	5	0,00	4,42	0	1	0	5,23	0	0	0,00	3,11	18,76	4
25	5	0,00	3,64	0	2	0	3,01	0	0	0,00	4,69	18,34	4
26	4	0,00	4,59	0	2	0	4,71	0	0	0,00	3,99	19,29	4
27	3	0,00	4,58	0	2	0	4,05	0	0	0,00	4,93	18,56	6
28	4	0,00	4,49	0	1	0	5,99	0	0	0,00	4,11	19,59	6
29	4	0,00	3,44	0	2	0	2,63	0	0	0,00	4,03	16,10	6
30	4	0,00	4,74	0	1	0	4,54	0	0	0,00	4,85	19,13	5
31	4	0,00	2,88	0	2	0	3,33	0	0	0,00	3,78	15,99	5
32	4	0,00	4,82	0	2	0	2,41	0	0	0,00	4,75	17,98	6
33	3	0,00	5,18	0	3	0	5,61	0	0	0,00	4,18	20,97	4
34	2	0,00	4,00	0	1	0	2,84	0	0	0,00	3,21	13,05	4
35	2	0,00	3,47	0	1	0	2,01	0	0	0,00	3,74	12,22	6
36	5	0,00	3,49	0	3	0	3,28	0	0	0,00	4,57	19,34	6
37	4	0,00	4,84	0	2	0	5,70	0	0	0,00	3,67	20,21	6
38	4	0,00	4,66	0	2	0	5,44	0	0	0,00	5,01	21,11	6
39	4	0,00	3,78	0	2	0	2,49	0	0	0,00	3,82	16,09	6
40	4	0,00	2,96	0	2	0	2,62	0	0	0,00	4,70	16,28	4
41	3	0,00	3,36	0	1	0	2,43	0	0	0,00	4,57	14,36	4
42	3	0,00	4,27	0	3	0	5,29	0	0	0,00	3,69	19,25	6
43	4	0,00	3,75	0	1	0	5,61	0	0	0,00	3,73	18,09	6
44	5	0,00	4,77	0	3	0	3,20	0	0	0,00	4,14	20,11	4
45	3	0,00	3,03	0	2	0	2,93	0	0	0,00	3,66	14,62	4
46	2	0,00	3,95	0	2	0	4,72	0	0	0,00	4,38	17,05	5
47	5	0,00	4,60	0	3	0	5,83	0	0	0,00	4,18	22,61	4
48	3	0,00	3,20	0	1	0	4,05	0	0	0,00	5,00	16,25	5
49	3	0,00	4,25	0	2	0	4,19	0	0	0,00	3,85	17,29	4
50	3	0,00	3,04	0	1	0	2,96	0	0	0,00	3,62	13,62	4
51	2	0,00	4,02	0	3	0	4,18	0	0	0,00	3,75	16,95	5
52	5	0,00	4,38	0	1	0	5,68	0	0	0,00	3,43	19,49	4
53	4	0,00	3,25	0	1	0	5,20	0	0	0,00	4,00	17,45	6
54	4	0,00	4,95	0	2	0	4,80	0	0	0,00	3,82	19,57	3
55	6	0,00	4,40	0	1	0	4,56	0	0	0,00	4,25	20,21	6
56	2	0,00	3,19	0	2	0	3,34	0	0	0,00	4,75	15,28	4
57	3	0,00	3,78	0	2	0	4,12	0	0	0,00	3,99	16,89	5
58	2	0,00	4,49	0	2	0	4,28	0	0	0,00	3,73	16,50	4
59	6	0,00	4,50	0	2	0	4,89	0	0	0,00	4,13	21,52	5
60	4	0,00	3,82	0	2	0	2,17	0	0	0,00	3,31	15,30	8
4	0,00	4	0	2	0	4	0	0	0	4	17,69		
	4,00		4,07		1,92		4,08		0,00		4,01	18,07	1

Limites de especificación					
Tolerancia	-5	Objetivo	23	LEI	18
	10			LES	33

ANEXO 2

CONTENEDORES REPARADOS										Real	Estimado	
	Fecha	N°. contenedores Reparados	Capacidad teorica	HH. Trabajadas	% utilizacion	Numero de personas	Valor (\$)	HH EST	HH REAL	Hr/Cont	Hr/Cont	\$/Cont
1	2-nov	35	64	69	108%	8	1698,94	62,3	44,2	1,26	1,8	48,5
2	3-nov	36	64	76	119%	8	1701,37	63,3	43,3	1,20	1,8	47,3
3	4-nov	21	72	48	67%	9	2184,56	60,6	39	1,86	2,9	104,0
4	5-nov	27	88	54	61%	11	2220,71	52,1	43,1	1,60	1,9	82,2
5	6-nov	15	80	15	19%	10	802,57	17,1	15	1,00	1,1	53,5
6	8-nov	44	88	39	44%	11	3734,08	94,3	87,7	1,99	2,1	84,9
7	9-nov	37	80	55	69%	10	3317,07	67,6	65,8	1,78	1,8	89,7
8	10-nov	13	88	41	47%	11	756,41	19,4	14,1	1,08	1,5	58,2
9	11-nov	16	80	0	0%	10	959,32	72,6	28,6	1,79	4,5	60,0
10	12-nov	29	88	35	40%	11	3740,5	92,5	59,1	2,04	3,2	129,0
11	13-nov	25	80	24	30%	10	873,89	38	24,1	0,96	1,5	35,0
12	15-nov	31	96	64	67%	12	3528,63	125,3	85	2,74	4,0	113,8
13	16-nov	34	96	56	58%	12	2629,6	77,8	58,9	1,73	2,3	77,3
14	17-nov	29	96	46	48%	12	2477,17	84,5	53,9	1,86	2,9	85,4
15	18-nov	42	88	63	72%	11	2776,15	93,3	53	1,26	2,2	66,1
16	19-nov	23	88	47	53%	11	1989,41	67,7	47,2	2,05	2,9	86,5
17	20-nov	18	88	37	42%	11	838,74	28,5	20,6	1,14	1,6	46,6
18	22-nov	24	88	59	67%	11	930,17	40,5	28,7	1,20	1,7	38,8
19	23-nov	22	88	53	60%	11	2226,22	60,7	43,4	1,97	2,8	101,2
20	24-nov	37	80	56	70%	10	2249,42	77,1	41,1	1,11	2,1	60,8
21	25-nov	22	80	37	46%	10	839,76	41,1	21,5	0,98	1,9	38,2
22	26-nov	25	80	33	41%	10	6590,56	147,8	129,9	5,20	5,9	263,6
	22	604	1840	1007		10	49065,25		47,6	1,72	2,48	

ESTADO ACTUAL						
Promedio N° contenedores reparados /dia	% de utilización de Capacidad Instalada	N° personas	Ingresos económicos por la reparación	Total de contenedores reparados	Periodo	HH EST VS HHREAL
28	55%	10	\$ 49.065,25	604	Desde 01/11/21 Hasta 26/11/21	144%

Nivel Objetivo						
Promedio N° contenedores /dia	% de utilización de C. I.	N° personas	Valor \$	Total de unidades procesadas	Incremento	
					%(\$ ingreso)	32%
36	87%	10	\$ 64.987,09	800		

ANEXO 3

CÓDIGO: MR-AMEF-01			REPARACION DE CONTENEDORES						REVISIÓN: 20/12/2021						
Paso del Proceso	Modos de Falla Potenciales	Efectos de Fallas Potenciales	EVALUACIÓN				PLANTEAMIENTO DE MEJORAS								
			S E V	Causas Potenciales	O C U	Controles de Ocurrencia	D E T	N P R	Acciones Recomendadas para riesgos altos		S E V	O C U	D E T	N P R	
Ingreso y retiro de contenedores al área de reparación	Elevada cantidad de trabajo	Rendimiento deficiente en la reparación de contenedores	6	Cantidad insuficiente de operadores de máquinas.	7	Ninguno	8	336	1	Contratar un operador de máquina portacontenedores adicional a la plantilla actual	Gerente de operaciones	4	4	6	96
	No se da prioridad al área de reparación de contenedores		6	Falta de criterio de prioridad en asignación de máquinas portacontened	8	Ninguno	8	384	2	Realizar un procedimiento de distribución de máquinas portacontenedores	Jefe de operaciones	4	4	6	96
	Clasificación inadecuada o no existe suficiente cantidad de contenedores clasificados		6	Falta de criterio de clasificación de contenedores	9	Clasificación de acuerdo con los valores de daños	8	432	3	Realizar un procedimiento de clasificación contenedores	Jefe de operaciones	4	4	6	96
	Falta de notificación para el ingreso o retiro de contenedores		6	Falta de KPI S de control del proceso	6	Ninguno	8	288	4	Realizar un KPI de control	Jefe de M&R	4	4	6	96