



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

**Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la
Producción**

**“Aplicación de herramientas Lean Six Sigma y Administración de la
Cadena de Suministro para la reducción del volumen de inventarios
registrados como inoperativos en una empresa de importación de
maquinaria industrial.”**

PROYECTO DE TITULACIÓN

Previo a la obtención del Título de:

MAGÍSTER EN MEJORAMIENTO DE PROCESOS

Presentado por:

José Antonio Larriva Vásquez

GUAYAQUIL – ECUADOR

Año: 2021

AGRADECIMIENTO

A Dios, a mi tutor del proyecto de titulación la Master María Laura Retamales, a las personas que colaboraron de una u otra forma para la realización de este trabajo, y especialmente a mi familia por darme la oportunidad de poder continuar mis estudios.

DEDICATORIA

Este trabajo realizado con esfuerzo por varios meses, está dedicado a Valentinita quien es mi inspiración y a mi mamá.

TRIBUNAL DE TITULACIÓN

**Ángel Ramírez M., Ph.D.
DECANO DE LA FIMCP
PRESIDENTE**

**María Laura Retamales, MSc.
DIRECTOR DEL PROYECTO**

**Cinthia Cristina Pérez, Ph.D.
VOCAL**

DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido de este Proyecto de Titulación, me corresponden exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”

José Antonio Larriva Vásquez

RESUMEN

El presente proyecto de titulación fue ejecutado en una empresa líder en la industria ecuatoriana como proveedora de sistemas de codificación y trazabilidad. El diferenciador para este tipo de empresas es el servicio, el cual está principalmente vinculado en no fallar en la provisión de insumos y piezas, y a causa de esto los inventarios pueden crecer desmesuradamente debido a la exigencia de sus clientes.

Este proyecto se basó en la aplicación de las herramientas de la metodología DMAIC de Lean Six Sigma, con el fin de conseguir la reducción del inventario inoperativo causado por falta de repuestos en los inventarios de disponibles para la venta.

En el año 2019 la empresa registró un inventario inoperativo promedio mensual de \$119.681 registrando picos de hasta \$161.006, esto provocó problemas de desabastecimiento de equipos para ventas lo cual repercutió en la reducción hasta de un 2% mensual en la facturación de equipos.

Posterior a analizar todos los componentes de inventario total que afectan la liquidez de la empresa, el inventario inoperativo es el que mayor impacto tuvo ya que presentó un crecimiento del año 2019 al 2020 en un 30,44%, siendo los 2 problemas que más afectaban a este inventario el tiempo de reinstalación de los repuestos en los equipos y una falta de revisión en los métodos usados en los pronósticos de compra no incluyendo los repuestos de equipos inoperativos, siendo objetivo del proyecto reducir el valor monetario del inventario inoperativo en un 20,23% el promedio mensual.

Para alcanzar este objetivo se aplicaron varias de las herramientas Six Sigma, y se siguió como marco de referencia la metodología DMAIC aplicando en su orden las 5 etapas: 1) en la etapa Definición se usaron herramientas como Pareto, matriz de decisión, diagrama SIPOC entre otros para definir el alcance del proyecto y los actores que estarían involucrados en su desarrollo, 2) la etapa de Medición que a través de mapas y flujos de procesos, y recolección de datos se estableció los factores sobre los que correrá el análisis, 3) la etapa Análisis, que permitió determinar las causas raíces del problema, 4) la etapa Mejora en la cual se implementó el plan de acción para eliminar las causas previamente identificadas, 5) finalmente la etapa de Control en la cual se estableció un sistema de seguimiento de las acciones implementadas y tener sostenibilidad en las mejoras desarrolladas.

Luego de la implementación de las mejoras se obtuvo una reducción del inventario inoperativo en un 21,13% al promedio mensual, permitiendo incrementar la cantidad de equipos disponibles para la venta en 3 a 4 equipos más, lo cual incrementó la facturación mensual y una recuperación en el margen bruto mensual de \$6.801, pese a que se tuvieron inconvenientes con la operación de la empresa a causa de la pandemia y siendo su mayor impacto en las importaciones en los meses de noviembre y diciembre, debido a las constantes restricciones en los vuelos internacionales haciendo que se retrasen los arribos.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN	I
ÍNDICE GENERAL	II
ABREVIATURAS	IV
SIMBOLOGÍA	V
ÍNDICE DE FIGURAS	VI
ÍNDICE DE TABLAS	VIII
INTRODUCCIÓN	
CAPÍTULO 1	
1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	2
1.1. Descripción de la empresa	2
1.2. Declaración del problema a resolver	4
1.3. Grupo de trabajo	9
1.4. Alcance del proyecto	9
1.5. Política de inventarios de repuestos	11
1.6. Objetivos del proyecto de titulación	13
1.7. Cuantificación de beneficios	13
CAPÍTULO 2	
2. MARCO TEÓRICO	14
2.1. Metodología Seis Sigma para mejorar los resultados en los negocios	14
2.2. Aplicación de herramientas Lean Seis Sigma	14
2.3. Inventarios y tipos	19
2.4. Gestión de inventarios: Análisis ABC	19
2.5. Modelos de Inventarios	20
CAPÍTULO 3	
3. MEDICIÓN Y ANÁLISIS	23
3.1. Medición	23
3.2. Mapeo de procesos	23
3.3. Recolección de datos	39
3.4. Análisis – Identificación y evaluación de las variables	47
CAPÍTULO 4	
4. MEJORA	57
4.1. Introducción	57
4.2. Mejora – Desarrollo de Planes	57

CAPÍTULO 5	
5. CONTROL Y RESULTADOS	84
5.1. Control	84
5.2. Resultados obtenidos, medición de tiempos	84
5.3. Resultados obtenidos, reducción de inventario inoperativo	87
CAPÍTULO 6	
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	90
6.1. Conclusiones	90
6.2. Recomendaciones	91
BIBLIOGRAFÍA	92
ANEXOS	93

ABREVIATURAS

DMAIC	Denifir, Medir, Analizar, Mejorar, Controlar.
DFP	Diagrama de Flujo de Proceso.
MPD	Mapa de Proceso Detallado.
SIPOC	Supplier-Input-Process-Output-Customer.
VA	Procesos que generan Valor Agregado.
NVA	Procesos que NO generan Valor Agregado.
DMS	Document Management System.
SO	Sales Order.
PMx	Propuesta de mejora "x = 1, 2...5".
PO	Purchase Order (Órdenes de pedido).
Tx	Tiempo o fecha en la que se realiza el pedido.
S	Nivel hasta el cual ordenar.
SS	Stock de seguridad.
D	Demanda mensual de repuestos.
L	Lead time promedio del arribo de un pedido.
σ_D	Desviación estándar de la demanda D.
D_{T+L}	Promedio de la demanda en el periodo (T+L).
σ_{T+L}	Desviación estándar de la demanda D_{T+L} .
K	Número de desviaciones estándar para una probabilidad de servicio específica.
TTO	Termo transferencia.
LPA	Print & Apply Labeler - aplicador de etiquetas.

SIMBOLOGÍA

min	Minutos
u	Unidades (de cantidades)

ÍNDICE DE FIGURAS

		Pag.
Figura 1.1	Estructura de unidades de negocio	2
Figura 1.2	Estructuración del inventario	3
Figura 1.3	Componentes del inventario que impactan la liquidez de la compañía	6
Figura 1.4	Comportamiento del inventario inoperativo y benchmark	8
Figura 1.5	Diagrama SIPOC - proceso de abastecimiento de repuestos a clientes	10
Figura 1.6	Dependencia entre inventarios inoperativo, baja anual y baja rotación	12
Figura 2.1	Etapas para la implementación de Seis Sigma	15
Figura 2.2	Detalle de herramientas DMAIC.....	19
Figura 2.3	Clasificación de inventarios ABC	20
Figura 2.4	Modelo de inventario de periodo fijo	21
Figura 3.1	Macro mapa del ciclo de operación de repuestos en la empresa	23
Figura 3.2	DFP para el abastecimiento de repuestos a clientes, parte 1	25
Figura 3.3	DFP para el abastecimiento de repuestos a clientes, parte 2	27
Figura 3.4	DFP para la compra de repuestos, parte 1	32
Figura 3.5	DFP para la compra de repuestos, parte 2	34
Figura 3.6	DFP para la reposición de repuestos a equipos inoperativos	37
Figura 3.7	Comportamiento inventario inoperativo por tecnología (marca Videojet)	43
Figura 3.8	Toma de repuestos de equipos para abastecimiento	45
Figura 3.9	Tiempo de reposición de repuestos a equipos inoperativos, período de enero 2019 a abril del 2020	46
Figura 3.10	Comportamiento de los tiempos de reposición de repuestos	47
Figura 3.11	Proceso crítico que activa el incremento de equipos inoperativos	48
Figura 3.12	Diagrama ishikawa de la “Y” del inventario de máquinas inoperativas	49
Figura 3.13	Priorización de causas del análisis	55
Figura 4.1	Antes y después proceso de reposición de repuestos	59
Figura 4.2	Proceso para el registro y control de repuestos tomados de máquinas	60
Figura 4.3	Primer archivo de control de equipos inoperativos	61
Figura 4.4	Diagrama de Gantt para la re-estructuración del registro de control de equipos inoperativos	62
Figura 4.5	Extracto del archivo de control de equipos inoperativos, primera version	63
Figura 4.6	Extracto archivo de control de equipos inoperativos – parte 1, aplicación de Poka-yoke	64

Figura 4.7	Extracto archivo de control de equipos inoperativos – parte 2, aplicación de Poka-yoke	65
Figura 4.8	Extracto archivo de control de equipos inoperativos – parte 3, aplicación de Poka-yoke	65
Figura 4.9	Generación automática de datos complementarios	66
Figura 4.10	Operación de un equipo de codificación inkjet	67
Figura 4.11	Diagrama de Gantt para implementación de PM3	71
Figura 4.12	Tipo de revisión de inventario de la empresa, periodo fijo	72
Figura 4.13	Extracto de la data de todos los egresos que registra el sistema	73
figura 4.14	Extracto del archivo para el cálculo de la demanda y desviación standard.....	75
Figura 4.15	Extracto del archivo para el cálculo del nivel máximo hasta el cual ordenar	77
Figura 4.16	Extracto de la hoja de cálculo para las cantidades de reabastecimiento, parte 1	80
Figura 4.17	Extracto de la hoja de cálculo para las cantidades de reabastecimiento, parte 2	82
Figura 5.1	Tiempos involucrados en la toma de repuestos de equipos y su retorno	85
Figura 5.2	Registro de tiempos, retorno de repuestos (T1, T2, T3)	86
Figura 5.3	Tiempo total en que un repuesto retorna a un equipo (antes y después)	87
Figura 5.4	Resultados obtenidos sobre el inventario inoperativo durante el proceso de mejora	88

ÍNDICE DE TABLAS

		Pag.
Tabla 1	Clasificación del inventario total	4
Tabla 2	Matriz de priorización - componentes de inventario	5
Tabla 3	Guía para el planteamiento del problema	7
Tabla 4	Lista de equipos reservados para el inventario inoperativos .	12
Tabla 5	Matriz de criterios para seleccionar la mejor solución	17
Tabla 6	Diferencias entre cantidad de pedido fija y periodo fijo	21
Tabla 7	MPD Abastecimiento de repuestos a clientes, alternativas 1 y 2	26
Tabla 8	MPDE “Abastecimiento de repuestos” (repuesto disponible en un equipo inoperativo)	28
Tabla 9	MPD “Abastecimiento de repuestos” (repuesto no disponible en equipos inoperativos)	30
Tabla 10	Listado de entradas y salidas críticas y documentos del proceso de abastecimiento de repuestos	31
Tabla 11	MPD para la compra de repuestos, parte 1	33
Tabla 12	MPD para la compra de repuestos, parte 2	35
Tabla 13	Listado de entradas y salidas críticas del proceso de compra de repuestos	36
Tabla 14	MPD para la reposición de repuestos a equipos del inventario inoperativo	38
Tabla 15	Listado de entradas y salidas críticas del proceso de reposición de repuestos a equipos inoperativos	39
Tabla 16	Estructura del inventario inoperativo	39
Tabla 17	Detalle del comportamiento del inventario inoperativo en el periodo de enero 2019 hasta abril del 2020	40
Tabla 18	Punto de partida, del inventario inoperativo, abril del 2020 ...	41
Tabla 19	Plan de recolección de datos	41
Tabla 20	Punto de partida, del inventario inoperativo, equipos marca videojet, clasificación por tecnología	44
Tabla 21	Tipo de repuestos tomados de equipos, datos correspondientes al período enero 2019 a abril 2020	44
Tabla 22	Repuestos tomados de equipos, abril del 2020 punto de partida	46
Tabla 23	Factores de causalidad	50
Tabla 24	Resumen de entradas identificadas del diagrama ishikawa ..	51
Tabla 25	Plan de acción, posibles causas – just do it	52
Tabla 26	Factores de causalidad	53
Tabla 27	Matriz causa – efecto	54
Tabla 28	Análisis 5 por qué	56
Tabla 29	Plan de acción para la mejora del incremento de equipos en el inventario inoperativo	58

Tabla 30	Rendimientos promedio mensual de tinta y solvente	68
Tabla 31	Detalle del costo por el cambio de códigos de tinta	68
Tabla 32	Detalle del costo por el cambio de códigos de tinta (opción 1)	69
Tabla 33	Detalle del costo por conservar el mismo código de tinta en los equipos (opción 2)	69
Tabla 34	Pérdida final por conservar la misma tinta (opción 2)	70
Tabla 35	Resumen de información para cada criterio	70
Tabla 36	Matriz de decisión	71
Tabla 37	Categorización de repuestos según su demanda o rotación	74
Tabla 38	Resumen de valores y cantidades que estará formado "s"	78
Tabla 39	Lista de equipos de stock ideal para desmantelamientos al 31 de octubre del 2020	79
Tabla 40	Análisis del antes y después de aplicar la mejora	79
Tabla 41	Comparativo de cantidades a ordenar versus el nivel máximo a ordenar	83
Tabla 42	Seguimiento de acciones de mejora	84

INTRODUCCIÓN

Una de las piezas claves en la administración de empresas es el correcto manejo de los inventarios. Toda empresa sin importar su propósito o tamaño goza de inventarios, y su adecuado manejo y control, reflejará a una productividad efectiva en dicha empresa.

Las empresas dedicadas a representaciones y servicios técnicos, deben sostener un importante inventario de máquinas y repuestos para poder responder a la demanda de sus clientes. Este tipo de empresas no son fabricantes por lo que su giro de negocio está en la importación y provisión de bienes y servicios, y al ser el mercado competitivo y cada vez más orientado hacia el precio, el único diferenciador y/o valor agregado será el servicio post venta a través de los tiempos de respuesta que pueden brindar.

Motivadas a tener diferenciadores en servicio, las empresas crean políticas que, por cubrir esta demanda, generan huecos en su inventario como es el desmantelamiento de equipos nuevos por la provisión de repuestos, obligándose a absorber estos desfases y perdiendo la productividad financiera esperada.

Sin olvidar que el propósito primordial de cualquier cadena de suministro es satisfacer las necesidades del cliente y, en el proceso, generar una ganancia para sí misma (Chopra & Meindl, 2010), el objetivo del trabajo de titulación es desarrollar un proceso de control de inventario adecuado que permita la reducción de equipos desmantelados inoperativos por la falta de abastecimiento de repuestos, con una metodología ordenada y estructurada como lo es DMAIC y el estudio de la desviación que exista en la variabilidad de la demanda.

Se considera importante aclarar que el presente proyecto no usará DMAIC para reducir la variabilidad de un proceso, se conseguirá el objetivo del proyecto usando como marco de referencia a DMAIC y sus herramientas para identificar, medir y controlar las causas que afectan a la falta de repuestos.

El capítulo 1 arranca el proceso DMAIC al definir el problema a resolver.

CAPÍTULO 1

1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

1.1. Descripción de la empresa

La empresa considerada en este proyecto de titulación brinda asesoramiento y soluciones industriales a sus clientes a través de la importación y venta de maquinaria industrial, accesorios y consumibles para el buen funcionamiento de dicha maquinaria.

Los productos ofrecidos por la empresa pertenecen al grupo de equipos que se instalan en serie en las líneas de producción, como, por ejemplo:

- Impresoras para aplicación de códigos alfanuméricos y códigos de barra 1D y 2D en todos los productos.
- Maquinaria para automatización de procesos como llenadoras, tapadoras, cerradoras de cajas, entre otros.
- Para el área de calidad, detectores de metales, chequeadores de peso y rayos X.

Cada división de maquinaria tiene su equipo de ventas y técnicos, siendo en total 6 unidades de negocio y cada una de ellas tienen su propio inventario de repuestos y maquinaria. En la figura 1.1 se puede apreciar la estructura gerencial-comercial de dicha empresa.

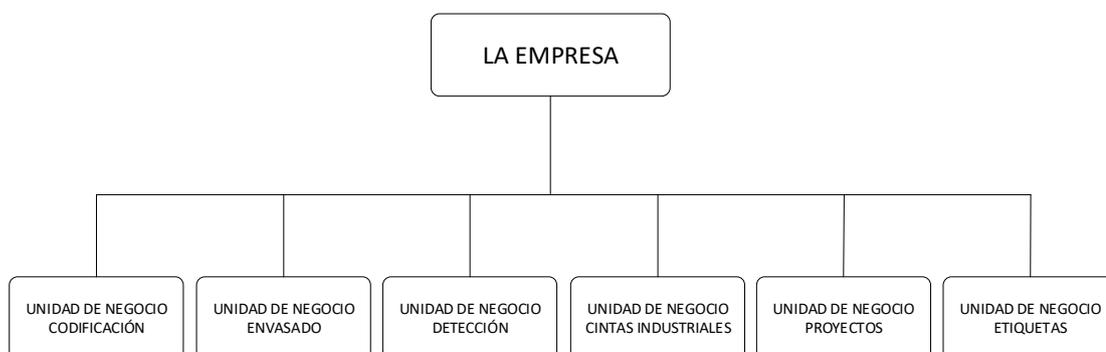


FIGURA 1.1 ESTRUCTURA DE UNIDADES DE NEGOCIO

(Fuente: Autor)

Con el fin de controlar el inventario, gerencia de logística ha dividido en varios grupos y subgrupos el inventario total, cada grupo tiene un código, y a su vez cada grupo de inventario representa un proceso de control diferente, la figura 1.2 presenta una descripción visual del inventario:

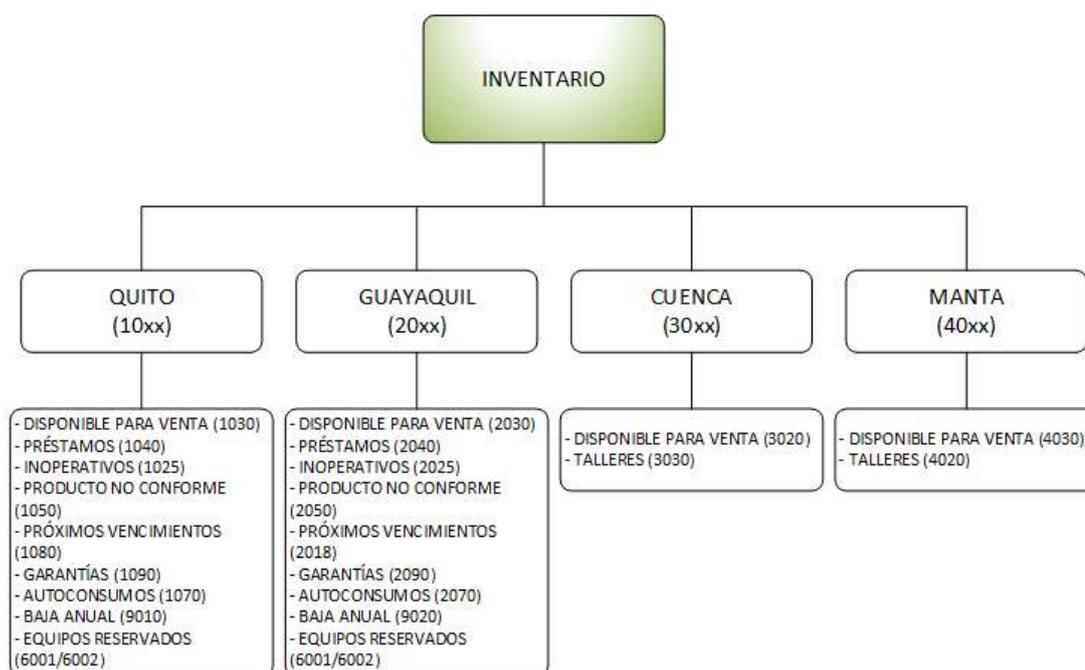


FIGURA 1.2 ESTRUCTURACIÓN DEL INVENTARIO

(Fuente: Autor)

En la figura 1.2 se contabilizan varios códigos de bodegas asociados a un nombre, debido a la variabilidad del negocio, el gerente de logística puede seguir creando más códigos de bodega, o ir eliminándolas, y dichos códigos pueden ser clasificados en:

- **Físico:** Ítems que se encuentran físicamente en bodega y son disponibles para la venta.
- **Préstamos:** Ítems que se encuentran en las localidades de los clientes en calidad de préstamo (por prueba, por importación, hasta generación Orden de Compra, etc.), algunos ítems pueden regresar al inventario, la gran mayoría están por facturarse.
- **Por Activar:** Clientes que tercerizan sus servicios con la empresa, la misma que instala máquinas, repuestos y accesorios mientras que el cliente cancela una mensualidad por el paquete completo. Para controlar ese inventario, estos ítems son Activados.
- **Inoperativo:** Máquinas nuevas de las cuales se tomaron partes quedando inoperativas, estas partes no estaban disponibles en el inventario físico.
- **Baja anual:** Productos que caen en obsolescencia (caducado o discontinuados), al final del año son dados de baja.
- **Baja rotación:** Ítems que tienen más de 9 meses en bodegas y no han rotado y son disponibles para la venta.
- **Bodegas Virtuales:** Estas son usadas por el departamento de Contabilidad para gestión interna, transacciones temporales, facturación, y despachos.

**TABLA 1
CLASIFICACIÓN DEL INVENTARIO TOTAL**

CLASIFICACIÓN	CÓDIGOS DE BODEGA	PROMEDIO MENSUAL (\$)		CRECIMIENTO (\$) DE 2019 A 2020
		PERÍODO Enero a diciembre 2019	PERÍODO Enero a abril 2020	
INVENTARIO FÍSICO	(1030/2030/3020/4030) (1031/2031) (1020/2020)(6001/6002)	\$1.798.329,68	\$2.030.439,65	12,91%
PRÉSTAMOS	(1040/2040)	\$350.981,95	\$281.381,02	-19,83%
POR ACTIVAR	(1060/2060)	\$163.321,69	\$131.623,05	-19,41%
INOPERATIVO	(1025/2025)	\$111.217,15	\$145.071,16	30,44%
BAJA ANUAL	(9010/9020)	\$103.158,36	\$12.397,04	-87,98%
BAJA ROTACIÓN	(1001/2001/6003)	\$37.167,78	\$26.483,75	-28,75%
BODEGAS VIRTUALES	(RESTO DE CÓDIGOS)	\$63.066,82	\$117.648,40	86,55%
PROMEDIO TOTAL MENSUAL:		\$2.627.243,44	\$2.745.044,07	

(Fuente: Autor)

Dado a que el inventario es variable en el tiempo debido al constante ingreso y salida de mercadería, la Tabla 1 presenta los valores promedios mensuales calculado de cada uno de los componentes del inventario para los periodos de enero a diciembre 2019 y enero a abril 2020 y el total general que corresponde a la suma de cada componente de inventario, información proporcionada por el gerente de logística.

La quinta columna de la Tabla 1, presenta la tasa de crecimiento de cada componente de inventario, esta información nos permite tener el punto de partida para el planteamiento del problema a resolver. En el anexo 1 existe un detalle completo de los componentes del inventario en el tiempo.

1.2. Declaración del problema a resolver

Idealmente el inventario de toda compañía debería estar formado por artículos disponibles para la venta, pero como se presenta en la Tabla 1, el inventario de la empresa tiene ítems que generan volumen que no han sido regulados y que suman al valor final del inventario, estos valores afectan en la operación financiera de la empresa para declaraciones de impuestos, planes de solicitud de crédito con los bancos, ya que según los balances contables existe \$2.745.044,07 de inventario total (promedio mensual de enero a abril 2020) cuando en realidad el inventario promedio mensual físico real es: \$2.030.439,65.

Los inventarios clasificados como: Préstamos, por activar, inoperativos, baja anual, baja rotación, afectan contablemente a la compañía, de ahí que la gerencia general solicita implementar un mecanismo piloto en uno de estos inventarios mencionados que sirva de modelo a seguir para la corrección del resto de inventarios.

1.2.1. Matriz de priorización para los componentes de inventarios:

Para la selección de que inventario debe ser trabajado, la empresa solicita considerar un proyecto que contribuya con los cuatro siguientes aspectos:

- Los inventarios.
- La liquidez de la compañía.
- Salvaguardar la operación de ventas de maquinaria.
- Salvaguardar el servicio técnico.

La tabla 2, presenta el desarrollo de la matriz de priorización para la selección del componente de inventario que se deberá trabajar en el presente proyecto de titulación.

TABLA 2
MATRIZ DE PRIORIZACIÓN - COMPONENTES DE INVENTARIO

ÍTEM	CRITERIOS DE EVALUACIÓN	FACTOR DE PRIORIZACIÓN	COMPONENTE DE INVENTARIO QUE AFECTAN LA LIQUIDEZ DE LA COMPAÑÍA				
			PRÉSTAMOS	POR ACTIVAR	INOPERATIVO	BAJA ANUAL	BAJA ROTACIÓN
1	Participación sobre el Inventario total, periodo 2020.	3	5	3	4	2	1
2	Crecimiento en (\$) del 2019 al 2020	4	1	1	5	1	1
3	Impacto con liquidez de la empresa	5	3	1	5	2	3
4	Impacto a la operación de venta de maquinaria?	4	1	1	5	1	3
5	Impacto a la operación del servicio técnico?	4	5	1	5	1	1
6	Facil implementación	1	3	1	5	1	2
CALIFICACIÓN FINAL:			61	27	102	29	40

(Fuente: Autor)

Criterios de evaluación: Considera los 4 aspectos que gerencia necesita que el proyecto contribuya a la operación general de la empresa.

Factor de priorización: define el peso de cada criterio de evaluación.

Ponderación criterio individual: número ubicado en cada celda.

1 = Menos fuerte.

5 = Más Fuerte.

Calificación Final: es la suma producto del factor de priorización con la ponderación criterio individual de cada celda.

Evidentemente el inventario que genera el mayor peso es el inventario denominado como inoperativo. La figura 1.3 presenta el diagrama de Pareto correspondiente a la matriz de priorización de la tabla 2, concluyendo que los inventarios: inoperativo con un 39% de impacto, préstamos y baja rotación, forman el 80% de los problemas que impactan a la liquidez de la compañía.

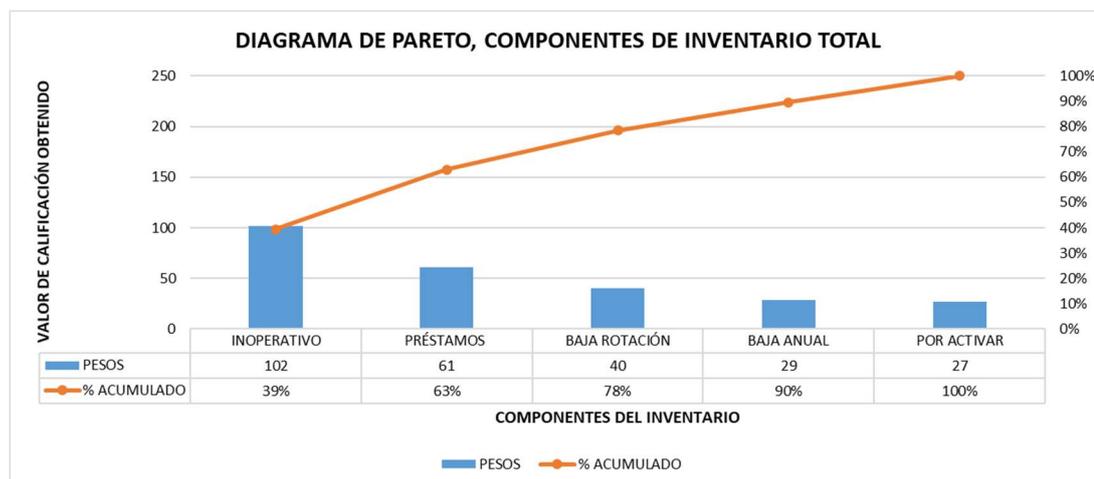


FIGURA 1.3 COMPONENTES DEL INVENTARIO QUE IMPACTAN LA LIQUIDEZ DE LA COMPAÑÍA

(Fuente: Autor)

Cabe recalcar que un factor alarmante del inventario inoperativo, es que sufrió un crecimiento de 30,44% en el promedio mensual del año 2020 en relación al año 2019.

A partir de este punto, el proyecto de titulación se enfocará en el inventario clasificado como inoperativo.

Como se mencionó en el apartado 1.1 en la explicación de la estructura del inventario, cada inventario tiene un proceso de control diferente por la naturaleza comercial de la compañía, por lo que no se puede realizar un estudio simultáneo de los tres inventarios que forman el 80% de impacto de liquidez, debe desarrollarse un plan de mejora de forma individual.

1.2.2. Planteamiento del problema:

La tabla 3, presenta el paso a paso para definir el problema a resolver, la guía fue llenada con la contribución de los actores involucrados en el manejo de inventario, aplicando entrevistas.

TABLA 3
GUÍA PARA EL PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

¿Qué está mal?:	La disponibilidad de equipos para la venta o pruebas en el cliente, se ve afectado porque se toman repuestos de equipos nuevos y estos quedan deshabilitados.
¿Dónde ocurre?:	De los componentes del inventario, el que mayor impacto genera en la operación general de la compañía, es el inventario clasificado como inoperativo.
¿Desde cuándo?:	Se evidencia que desde enero 2019 a abril 2020 el departamento comercial se queja de que requiere una máquina de inventario para una venta o prueba y no la puede disponer porque le falta un repuesto.
¿Qué tanto?:	Existe un crecimiento del 34% en el promedio mensual en dólares del inventario inoperativo desde enero a abril 2020 versus el inventario promedio mensual de todo el 2019.
¿Cómo lo sé?:	En el informe trimestral de tendencias y estatus del inventario total de la compañía, se detecta un crecimiento del inventario inoperativo en 356% versus el monto en dólares autorizado por gerencia general de equipos destinados a la toma de repuestos para una emergencia. El monto autorizado por gerencia fue analizado y aprobado a inicios del 2019.

(Fuente: Autor)

La figura 1.4, expone el comportamiento del inventario inoperativo (línea azul) en el periodo de enero del 2019 a abril del 2020 y como se puede apreciar tiene una tendencia creciente, su promedio mensual con línea roja de \$119.681 y el valor objetivo solicitado por gerencia con línea gris (benchmark \$95.466).

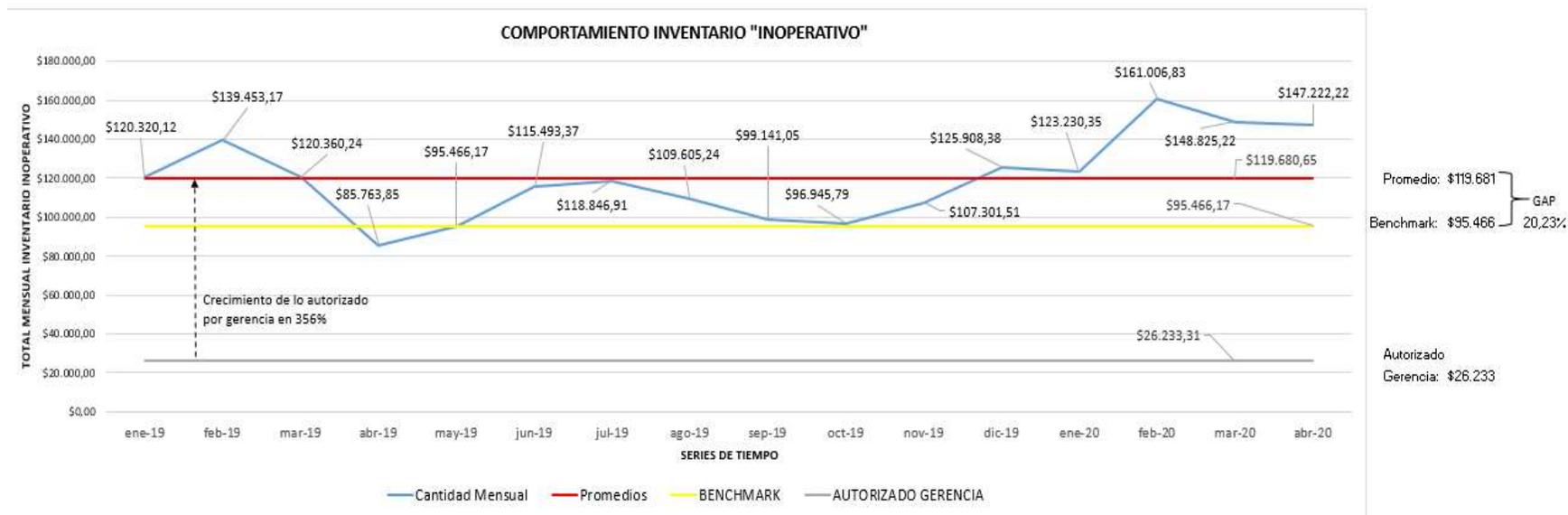


FIGURA 1.4 COMPORTAMIENTO DEL INVENTARIO INOPERATIVO Y BENCHMARK

(Fuente: Autor)

Planteamiento del problema:

Desde enero 2019 hasta abril del 2020, gerencia de logística ha evidenciado un crecimiento en el promedio mensual del inventario inoperativo en relación al valor autorizado por gerencia general de equipos nuevos para la toma de partes; para abril del 2020 se registra un crecimiento del 356% (figura 1.4), por lo que se redefine un nuevo monto autorizado de \$95.466 tomado del mejor de los casos registrados en el mes de mayo del 2019, es decir, gerencia solicita un decremento al valor promedio mensual actual en un 20,23% como se puede ver en la figura 1.4. El valor de abril 2019 es considerado atípico y no será tomado en cuenta.

1.3. Grupo de trabajo

El equipo de trabajo para el estudio, desarrollo e implementación del proyecto en curso queda establecido como sigue:

- **Consejo directivo:** Gerente General de la compañía.
- **Patrocinador:** Gerente de logística.
- **Jefe de proyecto:** El desarrollador del presente proyecto de titulación.
- **Propietario del proceso:** Comprador estratégico de repuestos VIDEOJET – Unidad de Codificación.
- **Miembros del equipo:**
 - Comprador estratégico de repuestos.
 - Responsable de bodega Costa.
 - Responsable de bodega Sierra.
 - Jefes técnicos Sierra y Costa.

El patrocinador del proyecto es quien proporciona los datos reales y certificados por gerencia.

Con el grupo de trabajo descrito, se mantuvieron constantes reuniones para dar seguimiento a cada punto que fue desarrollado, así como también se realizaron reportes con los hallazgos y resultados obtenidos.

1.4. Alcance del proyecto.

El presente proyecto de titulación esta aplicado a una empresa proveedora de maquinaria industrial y servicio postventa, lo cual hace que no exista un producto de manera tangible como en una línea de producción industrial, que permita definir inmediatamente el proceso sobre el cual se debe trabajar para implementar la mejora.

Con la herramienta SIPOC (de sus siglas en inglés Supplier-Input-Process-Output-Customer) se pudo crear un mapa que permitirá comprender la operación de la compañía en torno al problema planteado interconectando a los proveedores, clientes y demás actores (ingresos y salidas).

El problema consiste en el incremento de inventario de equipos inoperativos siempre que faltan repuestos para completar un despacho.

El proceso que desencadena la toma de repuestos de equipos nuevos es el proceso de abastecimiento o provisión de repuestos a clientes, de tal manera que SIPOC se desarrolló en torno a este proceso.

DIAGRAMA SIPOC PARA EL ABASTECIMIENTO Ó PROVISIÓN DE REPUESTOS A LOS CLIENTES

Proveedores	Ingresos	Proceso	Salida	Clientes
1. Clientes y técnicos.	1.1 Órdenes de Compra de repuestos (clientes). 1.2 Solicitudes de repuestos por Garantía (técnicos). 1.3 Solicitudes de repuestos para mantenimiento, clientes en Arriendo y tercerización (técnicos).	1. Recepción de solicitud de repuestos.	1. Listado consolidado de repuestos.	1. Gestor de Repuestos.
2. Gestor de repuestos.	2. Cantidades disponibles en inventario según número de parte.	2. Revisión disponibilidad de inventario.	2. Listado de repuestos disponibles en inventario y sus ubicaciones físicas en las bodegas.	2. Bodegueros
3. Técnicos.	3. Email con listado de repuestos e instrucciones para sacar de equipos.	<u>3. Retiro repuestos de maquinaria en caso de que no haya disponibilidad en bodegas.</u>	3.1 Repuestos sustraídos de máquinas y solicitud de ingreso a inventario de disponibles para la venta. <u>3.2 Registro de equipos inventario inoperativos actualizado.</u>	3. Bodegueros y Departamento contable.
4. Gestor de repuestos y Departamento contable.	4. Email con listado de repuestos y sus ubicaciones en inventario.	4. Solicitud de generación de factura y guía de remisión.	4.1 Factura y guía de remisión. 4.2 Actualización de inventarios en sistema.	4. Bodegueros.
5. Departamento contable.	5. Factura y guía de remisión.	5. Despacho de repuestos.	5. Repuestos y ruta para transportista.	5.1 Clientes-usuario final de la máquina. 5.2 Clientes con Equipos en arriendo o tercerización.

FIGURA 1.5 DIAGRAMA SIPOC - PROCESO DE ABASTECIMIENTO DE REPUESTOS A CLIENTES

(Fuente: Autor)

La figura 1.5 muestra el diagrama SIPOC adaptado al proceso de abastecimiento o provisión de repuestos para la empresa proveedora de maquinaria industrial y servicio postventa.

La etapa 3 de los procesos enlistados en SIPOC se encuentra vinculada con la política de servicio al cliente que permite tomar repuestos de un equipo nuevo operativo o no operativo, dependiendo la disponibilidad, para cumplir con el pedido de los clientes.

También se hace notoria la salida 3.2 que corresponde al registro de control de los equipos inoperativos, pues de él dependerá las próximas planificaciones de compra de inventario de repuestos.

1.5. Política de inventarios de repuestos

En el año 2018 los inventarios de baja rotación y de baja anual registraban valores muy grandes, los cuales estaban por encima del 10% del valor total de inventario, este fenómeno se daba, porque siempre que se compraba un nuevo modelo de equipo, se traía con el nuevo modelo un conjunto alto de repuestos recomendados por el fabricante, que supuestamente iban a fallar y se los debía tener para brindar un servicio técnico inmediato. Pero una gran porción de estos repuestos, no tenían rotación e iba creciendo el inventario estacionario o de baja rotación.

Como medida de corrección se desarrolló la siguiente política para compra de nuevos modelos de equipos:

- **Política de compra de nuevos modelos de equipos**

Siempre que exista un lanzamiento de nuevos modelos de maquinaria, se comprará una cierta cantidad de máquinas según la proyección de ventas, más un equipo adicional que será reservado en **inventario ideal de equipos** para tomar de él cualquier pieza que no sea un consumible o que no esté en inventario, adicional un stock de los repuestos que se considerarán consumibles (cambio periódico).

La tabla 4 listan los equipos que fueron reservados estratégicamente por gerencia, para cumplir con la política de la compra de nuevos modelos de equipos, evitando que crezca el inventario de baja rotación y el de baja anual.

TABLA 4
LISTA DE EQUIPOS RESERVADOS PARA EL INVENTARIO INOPERATIVOS

	SERIE EQUIPO	MODELO EQ.
1	172167001TZH	6420 53MM
2	18053002C19ZH	VJ1710, 6M
3	1835510001TZH	VJ6530 LH
4	1904911008TZH	VJ6330 RH 53MM
5	1923514010TZH	VJ6230 RH
	Costo Total:	\$26.233,31

(Fuente: Autor)

Como resultado de esta política, la figura 1.6 muestra el comportamiento del inventario Baja Anual cuyo promedio mensual del año 2019 al 2020 decreció 87% (tabla 1), y Baja rotación cuyo promedio mensual del año 2019 al 2020 decreció 28% (tabla1).

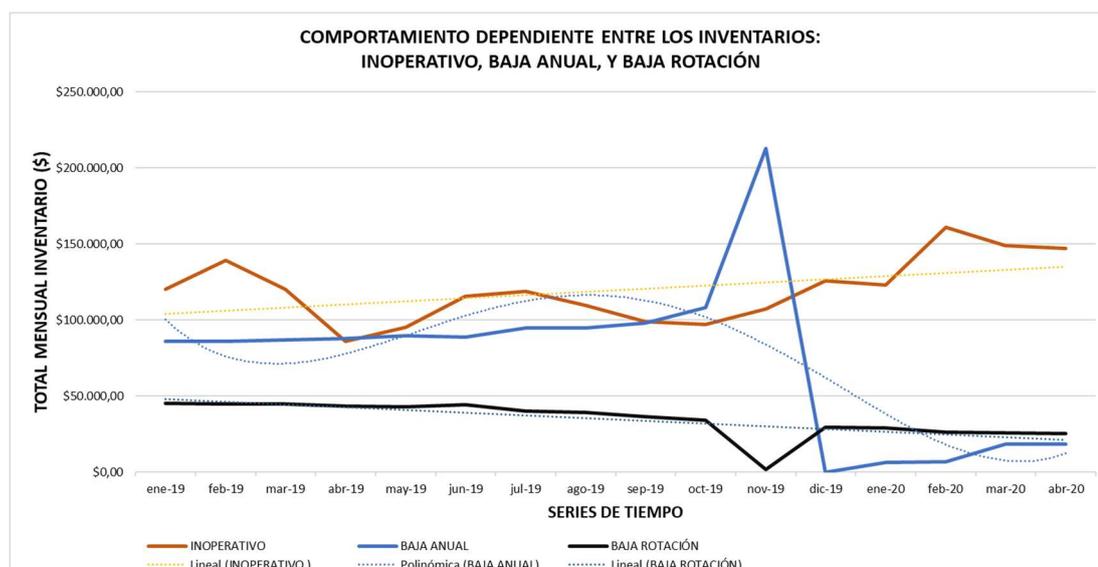


FIGURA 1.6 DEPENDENCIA ENTRE INVENTARIOS INOPERATIVO, BAJA ANUAL Y BAJA ROTACIÓN

(Fuente: Autor)

Idealmente cada compra de inventario de repuestos debería ser suficiente para el abastecimiento a los clientes, y de existir una emergencia se cuenta con 5 equipos de los cuales se puede tomar los repuestos sin afectar al resto de la operación de la compañía, pero en la práctica no sucede en esta forma, la cantidad de equipos inoperativos se ha duplicado, teniendo meses que se ha triplicado y el objetivo del presente proyecto de titulación es encontrar una solución a este problema.

1.6. Objetivos del proyecto de titulación:

Objetivo General:

Reducir en un 20,23% el promedio mensual del inventario registrado como Inoperativo, aplicando las herramientas Lean Six Sigma y Administración de la Cadena de Suministro.

Objetivos Específicos:

- Realizar un análisis del inventario registrado como Inoperativos e identificar las causas raíz del crecimiento inadecuado de este inventario.
- Realizar el estudio del pedido mensual de repuestos y efecto que este tiene con el inventario de Inoperativos.
- Implementar soluciones para reducir el inventario inoperativo, mediante la aplicación de herramientas de Administración de la cadena de suministros y de Lean Six Sigma.
- Diseñar mecanismos de control, con el fin de mantener las mejoras implementadas y generar alarmas hacia los responsables de cada área para tomar medidas correctivas de forma inmediata.

1.7. Cuantificación de beneficios.

El principal beneficio que espera la compañía es que se reduzca el número de equipos inoperativos, que como consecuencia evitará que el departamento comercial tenga problemas con el abastecimiento de equipos para ventas o pruebas y por ende la facturación de la compañía.

El decremento del promedio del inventario inoperativo hasta el valor del Benchmark planteado para el proyecto es de \$24.215, cuyo valor representa 4 a 5 equipos (dado que el costo promedio de una máquina es: \$5.290) que se recuperarían para el inventario disponible para la venta.

El precio de lista promedio de cada equipo es de \$7.557, en el supuesto de que el equipo comercial aproveche estos 5 equipos devueltos, se tendrá un incremento en ventas del \$30.228, obteniéndose un margen bruto mensualmente de: \$9.068.

CAPÍTULO 2

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Metodología Seis Sigma para mejorar los resultados en los negocios

Cuando las empresas identifican productos o servicios que no satisfacen a sus clientes y a la propia empresa, pueden usar la metodología seis sigma la cual permite calibrar sus nuevos objetivos y reducir la probabilidad de la variación en un proceso, siempre que se lleve a cabo un análisis previo para descubrir los defectos que alteran la satisfacción del cliente, de los trabajadores y empresa (Escalante, 2005).

Una definición formal de Seis Sigma:

Seis Sigma es un planteamiento analítico basado en hechos estadísticamente comprobados con el objetivo de mejorar el buen funcionamiento de la empresa (fabricación, administración, etc., a un coste más bajo) y de asegurar la calidad (con una confiabilidad del 99,99%) de los productos o servicios destinados a los clientes (Anis Ben Alaya, 2016).

2.2. Aplicación de herramientas Lean Seis Sigma.

Dado que el proyecto de titulación es aplicado a la problemática en los inventarios de inoperativos, se aprovechará la estructura de etapas para implementar la mejora y el uso de varias herramientas de cada etapa.

Seis sigma, esta cimentada en el trabajo en equipo y su implementación se estructura en cinco etapas:

1. Definición del proyecto.
2. Medición de la información suministrada por el proceso y los clientes de la organización.
3. Análisis de la información, en donde se aplica algunas herramientas estadísticas descriptivas e inferenciales.
4. Mejoramiento, etapa en la cual se proponen las soluciones de los problemas de calidad planteados.
5. Control, el cual incluye los métodos estadísticos de seguimiento a las variables del proceso.

A esta estructura se la conoce como DMAIC de sus siglas en inglés (Define, Measure, Analyze, Improve, Control).

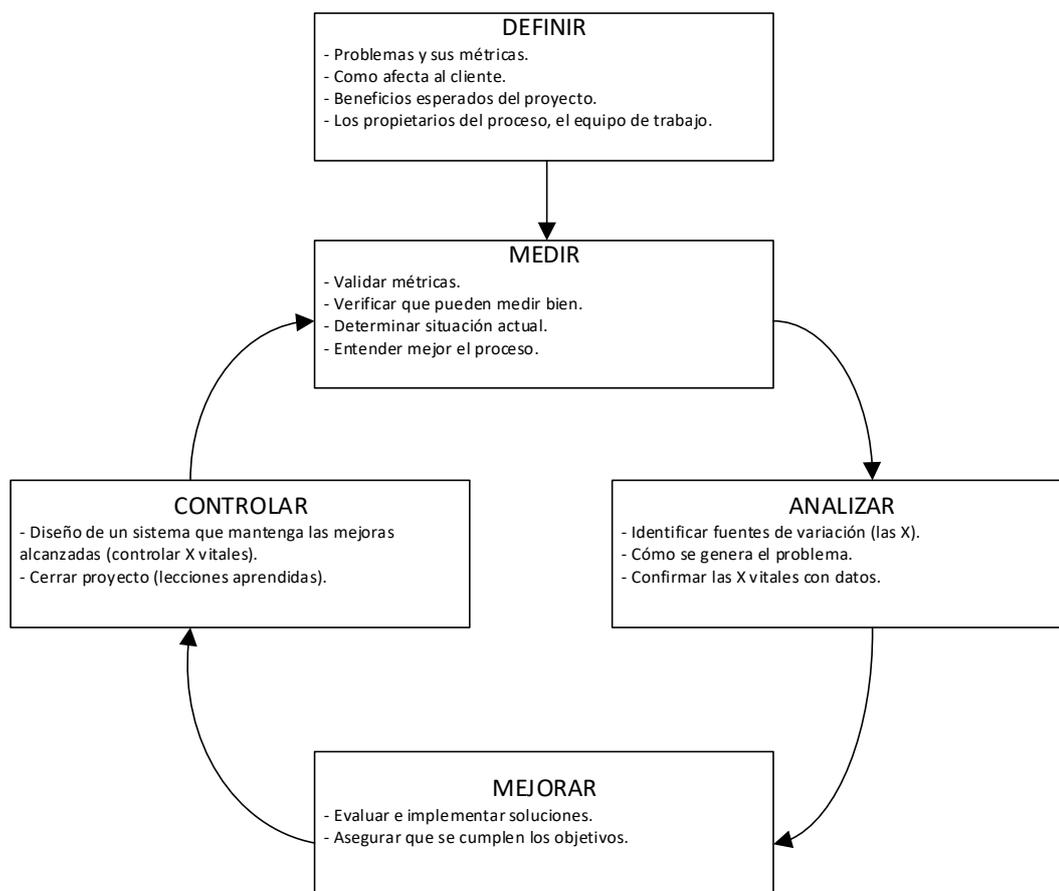


FIGURA 2.1 ETAPAS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE SEIS SIGMA

(Fuente: Gutiérrez Pulido, H., & de la Vara Salazar, 2013)

2.2.1. Etapa Definición:

En esta etapa se debe desarrollar los siguientes pasos según Herrera Acosta & Fontalvo Herrera (2005):

- Realizar un diagnóstico preliminar para identificar las áreas susceptibles de mejora, definir el objetivo y alcance del proyecto.
- Según los resultados obtenidos en el diagnóstico se seleccionan los proyectos potenciales y se estiman los ahorros, como también su alcance razonable de tiempo que cada uno genera.
- Definir el tipo de proceso sobre el cual se va a intervenir. Comprender cada una de sus fases o actividades, de esto dependerá la confiabilidad del análisis para la toma de decisiones.
- Definir el líder del proyecto y el equipo de trabajo que lo conformará.

Se sugiere el siguiente perfil para el líder:

- Empleado de la organización.
- Conocimientos y experiencia en el área involucrada.
- Conocimiento de la filosofía seis Sigma y la aplicación de herramientas DMAIC.
- Liderazgo y capacidad para transmitir al equipo la idea principal de cada etapa, encaminándolos hacia los objetivos que la empresa espera conseguir a través del proyecto.

El perfil del resto de personal:

- Serán escogidos en base al conocimiento y experiencia en el área aplicada, por lo general son personas encargadas del proceso.

2.2.2. Etapa Medición:

El objetivo general de esta fase según Gutiérrez Pulido, H., & de la Vara Salazar, (2013) es entender y cuantificar mejor la magnitud del problema, como evidenciar que se tiene un sistema de medición adecuado.

Por lo que en esta fase:

- Se define con más detalle los procesos para entender el flujo del trabajo, los puntos de decisión y los detalles de su funcionamiento.
- Se establecen las métricas (las Y) con las que se evaluará el éxito del proyecto.
- Se valida el sistema de medición para garantizar que las Y sean medidas de forma correcta.
- Se mide la situación actual, definiendo el punto de arranque del proyecto.

Las herramientas que serán usadas en esta etapa son:

- Diagrama de flujo de procesos.
- Mapeo de procesos a un nivel detallado.
- Plan de recolección de datos.
- Técnicas estadísticas.

2.2.3. Etapa Análisis:

En la fase análisis se debe identificar la(s) causa(s) raíz del problema, es decir identificar las "X" y como estas generan el problema, buscando llegar a las causas más profundas y confirmarlas con datos (Gutiérrez Pulido, H., & de la Vara Salazar, 2013).

Para encontrar las "X" es necesario identificar todas las variables de entradas y/o posibles causas del problema.

Por lo que las herramientas que serán usadas en esta fase son:

- Mapeo de procesos.
- Lluvia de ideas.
- Diagrama de Ishikawa.
- Aplicación de la matriz causa – efecto.
- Pareto de segundo nivel.
- La técnica de los “cinco por qué”.

2.2.4. Etapa Mejora:

En esta etapa, se deben implementar y evaluar soluciones que ataquen las causas raíz, consiguiendo corregir o reducir el problema. La recomendación según Gutiérrez Pulido, H., & de la Vara Salazar (2013) es generar diferentes alternativas de solución que atiendan las diversas causas.

Y al igual que las anteriores fases, se exponen las siguientes herramientas que serán usadas:

- Lluvia de ideas.
- Matriz para estructuración del plan de acción.
- Diagramas de Gantt.
- Matriz de decisión de posibles soluciones.
- Poka - yoke.
- Aplicación de técnicas de control de inventarios.

La clave es pensar en soluciones que ataquen la fuente del problema (causas) y no el efecto, las cuales deberán ser evaluadas mediante una matriz de elección y peso-importancia para seleccionar la mejor solución.

TABLA 5
MATRIZ DE CRITERIOS PARA SELECCIONAR LA MEJOR SOLUCIÓN

		FACILIDAD	RAPIDEZ	TECNOLOGÍA	IMPACTO	OPINIÓN DE CLIENTE	COSTO	SUMA DE PESO × RANGO
SOLUCIÓN	A	4	3	1	2	1	3	11,65
	B							
	C							
	D							
		0,2	1,25	0,4	1,75	0,8	0,8	
		PESO						

(Fuente: Gutiérrez Pulido, H., & de la Vara Salazar 2013)

En la tabla 5 se visualiza un ejemplo de la matriz para la selección de una mejor solución, cada equipo debe establecer sus propias ponderaciones tomando en cuenta las políticas de la empresa. En la columna suman de PESO x RANGO se puede aplicar la función de la hoja de cálculo EXCEL para realizar una “sumaproducto” entre

cada fila de las soluciones versus el peso de cada característica.

Se asume que los valores más grandes de esta columna serían las soluciones recomendadas a implementar.

2.2.5. Etapa Control:

La parte más complicada de la implementación de la filosofía seis Sigma es que toda solución se mantenga con el tiempo, por lo que esta etapa debe ser enfocada en el diseño de los mecanismos necesarios que hagan que las mejoras logradas se mantengan (controlar las X), se institucionalicen y generalicen y de esta forma se cierre el proyecto. El reto de la etapa de control es que las mejoras soporten la prueba del tiempo. Por tal razón se deben crear indicadores del nivel de desempeño del proceso intervenido (Herrera Acosta & Fontalvo Herrera, 2005).

De acuerdo con lo anterior se deben acordar acciones de control en tres niveles: proceso, documentación y monitoreo, como se explica a continuación.

1. Estandarizar el proceso.

Las acciones que se tomen deben evitar controles manuales y vigilancia sobre el desempeño, es decir, los cambios deben ser permanentes en los procesos y en sus métodos de operación. Una clásica herramienta es Poka-yoke.

2. Documentar el plan de control.

El objetivo en este punto es documentar la operación del proceso para que este sea estandarizado. Esta documentación engloba: procedimientos bien escritos, videos y hojas de trabajo ilustradas.

No se debe olvidar de la capacitación a nuevos trabajadores y actuales, y la implantación de sistemas a prueba de errores (Poka-Yoke).

3. Monitorear el proceso.

El monitoreo puede realizarse sobre entradas claves del proceso, así como sobre variables de salida crítica.

Las herramientas para analizar y monitorear el desempeño de un proceso son las cartas de control, pero debe asegurarse una elección y operación adecuada.

La figura 2.2 nos brinda un resumen de las herramientas que serán usadas en cada etapa de la implementación de Seis Sigma a través de DMAIC.

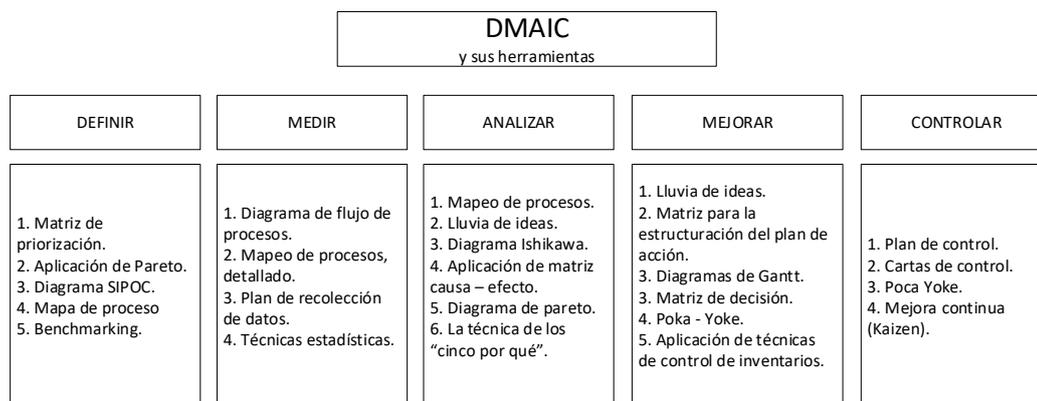


FIGURA 2.2 DETALLE DE HERRAMIENTAS DMAIC

(Fuente: Herrera Acosta & Fontalvo Herrera, 2005)

2.3. Inventarios y tipos

A. Rambux (1988) define los Stocks o inventarios como: *“Provisiones de artículos en espera de su utilización”*, de ahí que este término es muy utilizado para referirse a objetos almacenados como materias primas, repuestos, maquinarias, entre otros. Estos pueden ser clasificados en 4 grupos (Heizer, J., Render, B., & Parra, 2015):

- **Inventario de materias primas:** Comprado, pero todavía no usado. También tiene el enfoque de desconectar al proveedor del proceso productivo.
- **Inventario de trabajos en curso (Work in Process, WIP):** componentes o materias primas que han sufrido algún tipo de transformación, pero todavía no está terminado. Su tiempo de existencia es el mismo que se requiere para fabricar un producto (llamado tiempo de ciclo).
- **Inventarios MRO:** compuestos por artículos de mantenimiento, reparación y operación, necesarias para mantener operativas las máquinas y los procesos.
- **Inventarios de productos acabados:** compuesto por productos acabados y deben ser estoqueados, pues se desconoce la demanda.

2.4. Gestión de inventarios: Análisis ABC

El éxito de las operaciones está relacionado con un excelente control del inventario y con inventarios exactos en su lugar adecuado. Por lo que el análisis ABC busca clasificar el inventario disponible en tres grupos en función de su volumen en dólares.

La ventaja de la clasificación ABC es establecer diferentes políticas y controles para las diversas clases de artículos.

El análisis ABC usa el principio de Pareto, que permite definir políticas de inventarios que enfoque los recursos hacia unos pocos artículos denominados como “críticos” y no en los muchos que no generan un mayor aporte (Heizer, J., Render, B., & Parra, 2015).

Pasos para clasificación de inventario ABC:

1. Definir el volumen anual en dólares de cada artículo.

(Demanda anual de cada artículo de inventario) x (costo unitario).

2. Determinar el porcentaje de participación de cada artículo sobre el total y ordenar la lista de mayor a menor.
3. Realizar la clasificación aplicando Pareto con los siguientes criterios (por ejemplo):

Artículos clase A: 20% del total de artículos, con un 70% del total de ventas.

Artículos clase B: 30% del total de artículos, con un 25% del total de ventas.

Artículos clase C: 50% del total de artículos, con un 5% del total de ventas.

Los rangos para la clasificación, podrán variar según los criterios de decisión de la compañía y de sus responsables como lo quieran clasificar.

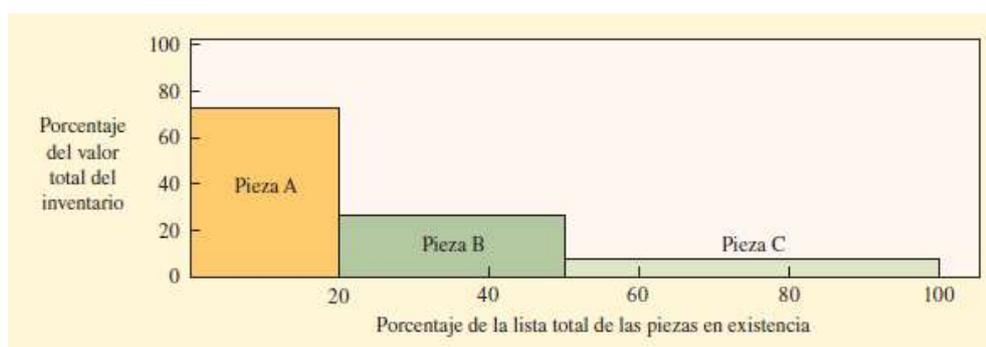


FIGURA 2.3 CLASIFICACIÓN DE INVENTARIOS ABC

(Fuente: Chase, Jacobs 2012)

2.5. Modelos de Inventarios

Los modelos de inventarios ayudan a resolver dos preguntas: cuándo pedir y cuánto pedir. El objetivo de la mayoría de los modelos de inventarios es minimizar los costes totales.

Según Chase y Jacobs (2012) existen dos tipos generales de sistemas de inventario de varios periodos:

- Modelos de cantidad de pedido fija (también llamado: Cantidad de Pedido Económico, EOQ — Economic Order Quantity — y modelo Q)
- Modelos de periodo fijo (conocidos también como sistema periódico, sistema

de revisión periódica, sistema de intervalo fijo y modelo P).

TABLA 6
DIFERENCIAS ENTRE CANTIDAD DE PEDIDO FIJA Y PERIODO FIJO

Característica	MODELO Q Modelo de cantidad de pedido fija	MODELO P Modelo de periodo fijo
Cantidad del pedido	Q constante (siempre se pide la misma cantidad)	q variable (varía cada vez que se hace un pedido)
Dónde hacerlo	R cuando la posición del inventario baja al nivel	T cuando llega el periodo de revisión
Registros	Cada vez que se realiza un retiro o una adición	Sólo se cuenta en el periodo de revisión
Tamaño del inventario	Menos que el modelo de periodo fijo	Más grande que el modelo de cantidad de pedido fija
Tiempo para mantenerlo	Más alto debido a los registros perpetuos	----
Tipo de pieza	Piezas de precio más alto, críticos o importantes	----

(Fuente: Chase, Jacobs 2012)

La tabla 6, resumen las diferencias entre cada modelo de inventarios, a continuación, se estudiará el modelo P, dado que es el utilizado por la empresa.

2.5.1. Modelo de periodos fijos con inventario de seguridad:

En un sistema de periodo fijo, el inventario es contabilizado el momento de hacer el pedido. Las cantidades de los pedidos varían de un periodo a otro, dependiendo el consumo que este haya tenido, lo cual genera que sea necesario un nivel más alto de inventario de seguridad, dado a que es probable que una demanda alta haga que el inventario llegue a cero, dentro del período donde no se hacen pedidos.

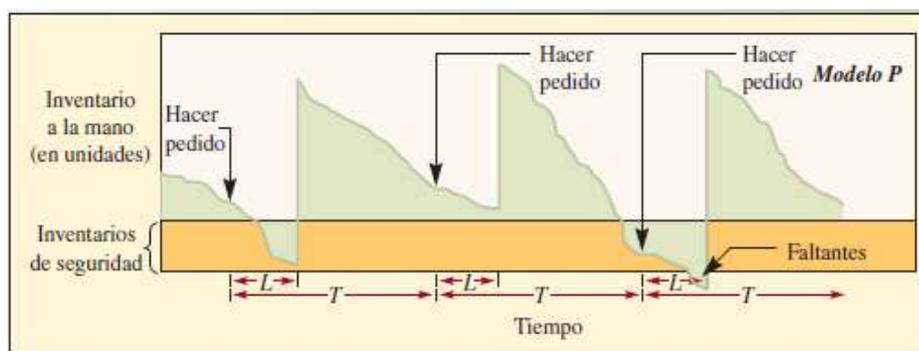


FIGURA 2.4 MODELO DE INVENTARIO DE PERIODO FIJO

(Fuente: Chase y Jacobs 2012)

Para desarrollar el modelo de períodos fijos con inventarios de seguridad, se define:

q = Cantidad a pedir.

T = El número de días entre revisiones.

L = Tiempo de entrega en días (tiempo entre el momento de hacer un pedido y recibirlo).

\bar{d} = Demanda diaria promedio pronosticada.

K = Número de desviaciones estándar para una probabilidad de servicio específica.

σ_{T+L} = Desviación estándar de la demanda durante el periodo de revisión y entrega.

I = Nivel de inventario actual (incluye las piezas pedidas).

Por lo que el inventario de seguridad se resuelve con la siguiente ecuación:

$$\text{Inventario de seguridad} = K * \sigma_{T+L}$$

Para definir la cantidad q a pedir se tiene:

Cantidad de pedido	=	Demanda promedio durante el período vulnerable	+	Inventario de seguridad	-	Existencias disponibles (más el pedido, en caso de haber alguno)
↓		↓		↓		↓
		$\bar{d} * (T + L)$		$+ K * \sigma_{T+L}$		$- I$

Observaciones:

- La demanda \bar{d} puede ser pronosticada y revisada en cada periodo de revisión o se puede utilizar el promedio anual, siempre que su comportamiento responda a una distribución normal.
- El valor de K depende de la probabilidad de tener faltantes y se puede calcular utilizando la función NORMSINV de Excel®.
- La demanda, el tiempo de entrega, el periodo de revisión, etc., pueden estar en cualquier unidad de tiempo como días, semanas o años, siempre y cuando sean consistentes en toda la ecuación.
- La desviación estándar durante el periodo $T + L$ es la raíz cuadrada de la suma de los períodos por la desviación estándar en el periodo de revisión:

$$\sigma_{T+L} = \sigma_D * \sqrt{T + L}$$

CAPÍTULO 3

3. MEDICIÓN Y ANÁLISIS

3.1. Medición.

Dentro de la etapa de Medición se diagramaron los procesos involucrados con el inventario de equipos inoperativos y repuestos. Se continuó con el estudio del inventario total de la empresa hasta llegar al detalle del inoperativo dejando planteado la situación actual o punto de partida para la mejora.

3.2. Mapeo de procesos.

La figura 3.1 presenta el macro mapa del ciclo de operación de repuestos en la empresa. El usuario final realiza la solicitud de repuestos los cuales ingresan al bloque de proceso de abastecimiento de repuestos a clientes, este proceso genera facturación y despachos como producto final y es dependiente del inventario que exista en la empresa. Como inventario de respaldo en caso de requerirse se dispone de equipos del inventario inoperativo para completar el pedido de repuestos.

Para reponer a la bodega todos los egresos de inventario que se realizan en el primer proceso de abastecimiento de repuestos a clientes, se ejecuta el proceso de compra de repuestos, el cual una vez que lleguen los repuestos a bodega de la empresa (luego de su importación) se ejecutará el proceso de reposición de repuestos al inventario inoperativo.

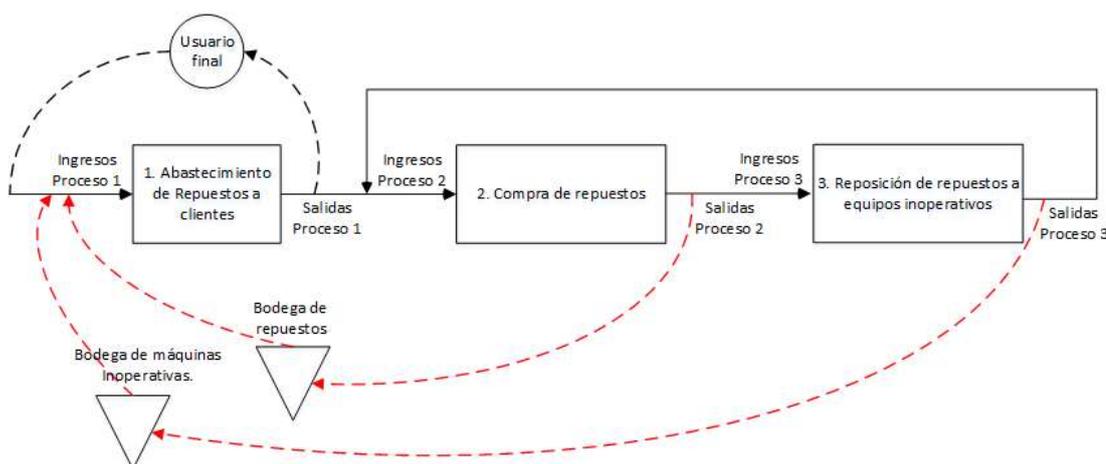


FIGURA 3.1 MACRO MAPA DEL CICLO DE OPERACIÓN DE REPUESTOS EN LA EMPRESA

(Fuente: Autor)

Una de las salidas del tercer proceso es el estatus actualizado de los equipos inoperativos, que de existir todavía repuestos faltantes en estos equipos, este listado será información de ingreso para el proceso de compra de repuestos.

En esta primera sección se desarrolló el estudio de los tres procesos mencionados en la figura 3.1 usando las herramientas de Diagrama de Flujo de proceso (DFP) y Mapa de proceso detallado (MPD) con el objetivo de encontrar los ingresos y salidas críticas del sistema.

3.2.1 DFP de Abastecimiento de repuestos a clientes, Parte 1 - 2:

El DFP de Abastecimiento de repuestos a clientes es el de mayor importancia, ya que es el que activa la política de toma de repuestos del inventario de equipos inoperativos, el mismo que tiene tres alternativas de ejecución:

- **Alternativa 1:** Cuando los ítems de la solicitud de repuestos están disponibles en el inventario de repuestos.
- **Alternativa 2:** Cuando parte de la solicitud de repuestos no está disponible en el inventario de repuestos, pero puede esperar por su importación.
- **Alternativa 3:** Cuando parte de la solicitud de repuestos no está disponible en el inventario de repuestos y el usuario final no puede esperar por su importación, esta alternativa activa la política de toma de repuestos de equipos en inventario. La alternativa 3 tiene 2 opciones más, si el repuesto es tomado de un equipo del inventario de equipos inoperativos, en caso de no estar disponible, se tomará de un equipo del inventario de operativos (100% nuevo).

La figura 3.2 presenta la primera parte del flujo del proceso para el abastecimiento de repuestos, incluye los caminos 1 y 2 de ejecución mencionados.

Explicación de nomenclatura usada en figura 3.2:

- VA: procesos que generan Valor Agregado.
- NVA: procesos que NO generan Valor Agregado.
- Tiempo: especificado en días, que representa el tiempo promedio de ejecución de cada proceso.
- DMS: (Document Management System), Software de gestión documental. DMS es el software que la empresa usa para el manejo contable y de inventarios.
- Líneas Rojas intermitentes, que separan entre sección de responsabilidad y los actores que intervienen en el proceso.
- Las etapas marcadas en azul, son consideradas críticas y que pueden influenciar en el incremento de equipos inoperativos.

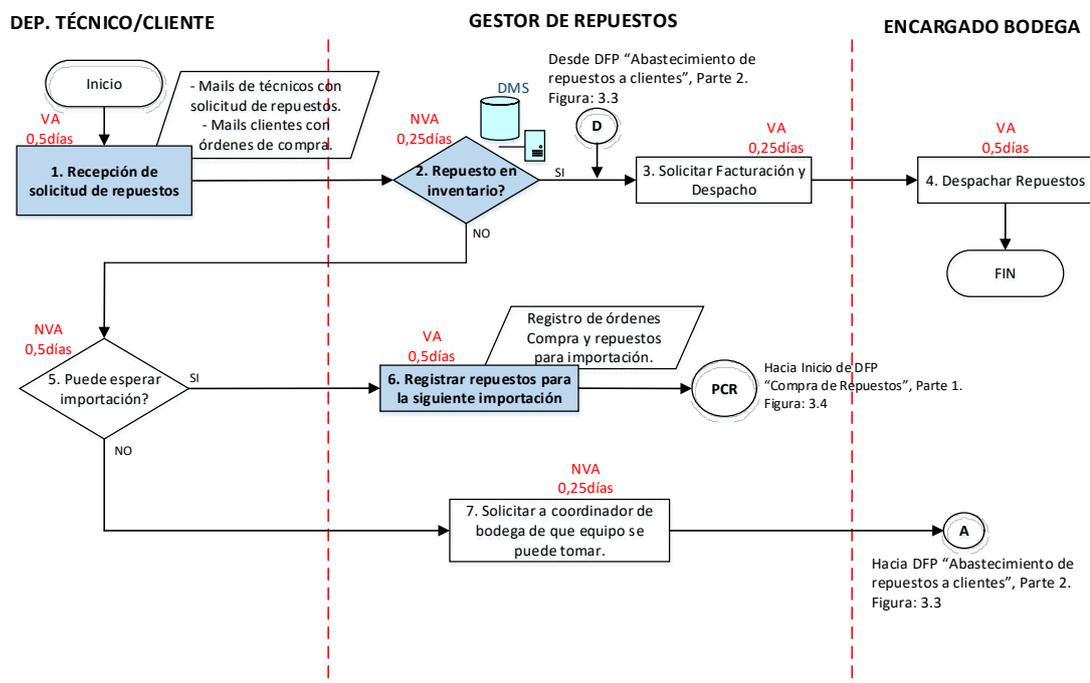


FIGURA 3.2 DFP PARA EL ABASTECIMIENTO DE REPUESTOS A CLIENTES, PARTE 1

(Fuente: Autor)

El objetivo principal de este flujo de procesos es "proveer/abastecer a un cliente de un repuesto y generar facturación", en torno a este objetivo se define si un proceso genera o no genera valor a este objetivo.

La tabla 7 presenta el mapa de proceso detallado del abastecimiento de repuestos a clientes (alternativas de ejecución 1 y 2), el objetivo principal es definir los ingresos y salidas críticas y documentos importantes, los cuales son marcadas con celeste.

TABLA 7
MPD ABASTECIMIENTO DE REPUESTOS A CLIENTES, ALTERNATIVAS 1 Y 2

ALTERNATIVA 1: ÍTEMS DE LA SOLICITUD DE REPUESTOS, DISPONIBLES EN EL INVENTARIO.						
ORDEN DE EJECUCIÓN	DESCRIPCIÓN DE PROCESO	TIPO	DOCUMENTOS DE CONSULTA	ENTRADAS/SALIDAS		TIEMPO
1	Recepción de solicitud de repuestos.	VA	- Mails de técnicos con solicitud de repuestos. - Mails de clientes con órdenes de compra.	- Órdenes compra - Solicitud de Garantías - Solicitud para mantenimientos de arriendo/tercerizados.	Entrada	0,50 días
2	Repuesto en inventario? SI	NVA	Software Empresarial (DMS)	Ubicación de repuestos en bodegas	Salida	0,25 días
3	Solicitar Facturación y Despacho	VA	---	---	---	0,25 días
4	Despachar Repuestos	VA	---	- Egresos de inventario. - Factura + repuestos + guía remisión	Salida	0,50 días

- RESUMEN -		
	TIEMPO GENERADO	CANTIDAD
VA	1,25 días	3
NVA	0,25 días	1
TOTAL:	1,50 días	

ALTERNATIVA 2: VARIOS ÍTEMS DE LA SOLICITUD DE REPUESTOS, NO DISPONIBLES EN EL INVENTARIO, PERO PUEDEN ESPERAR POR IMPORTACIÓN.						
ORDEN DE EJECUCIÓN	DESCRIPCIÓN DE PROCESO	TIPO	DOCUMENTOS DE CONSULTA	ENTRADAS/SALIDAS		TIEMPO
1	Recepción de solicitud de repuestos.	VA	- Mails de técnicos con solicitud de repuestos. - Mails de clientes con órdenes de compra.	- Órdenes compra - Solicitud de Garantías - Solicitud para mantenimientos de arriendo/tercerizados.	Entrada	0,50 días
2	Repuesto en inventario? NO	NVA	Software Empresarial (DMS)	Ubicación de repuestos en bodegas	Salida	0,25 días
5	Puede esperar importación? SI	NVA	---	---	---	0,25 días
6	Registrar repuestos para la siguiente importación.	VA	Registro de órdenes de compra y repuestos para importación.	Lista de repuestos pendientes de despacho, con y sin Orden de compra.	Salida	0,50 días
---	Ejecución del proceso de compra de repuestos.	NVA	Correspondientes a este proceso	correspondientes a este proceso		32,00 días
3	Solicitar Facturación y Despacho	VA	---	---	---	0,25 días
4	Despachar Repuestos	VA	---	- Egresos de inventario. - Factura + repuestos + guía remisión	Salida	0,50 días

- RESUMEN -		
	TIEMPO GENERADO	CANTIDAD
VA	1,75 días	4
NVA	32,50 días	3
TOTAL:	34,25 días	

(Fuente: Autor)

El Mapa de proceso detallado (Tabla 7) evalúa los tiempos de ejecución para el abastecimiento de repuestos, de existir en inventario el despacho se realiza en 1,5 días luego de recibida la solicitud de pedido, lo cual cumple los estándares de nuestro servicio al cliente. Caso contrario de no existir disponibilidad de repuestos y el usuario final está dispuesto a esperar la importación, en 30 días se realiza la provisión de los repuestos, el detalle del proceso de compra de repuestos se estudia en el apartado 3.2.2.

Tanto las entradas como salidas críticas mencionadas proporcionan números de partes de repuestos y cantidades.

La figura 3.3 presenta la segunda parte del DFP para el abastecimiento de repuestos y su mapa de proceso detallado se lo puede revisar en la tabla 8.

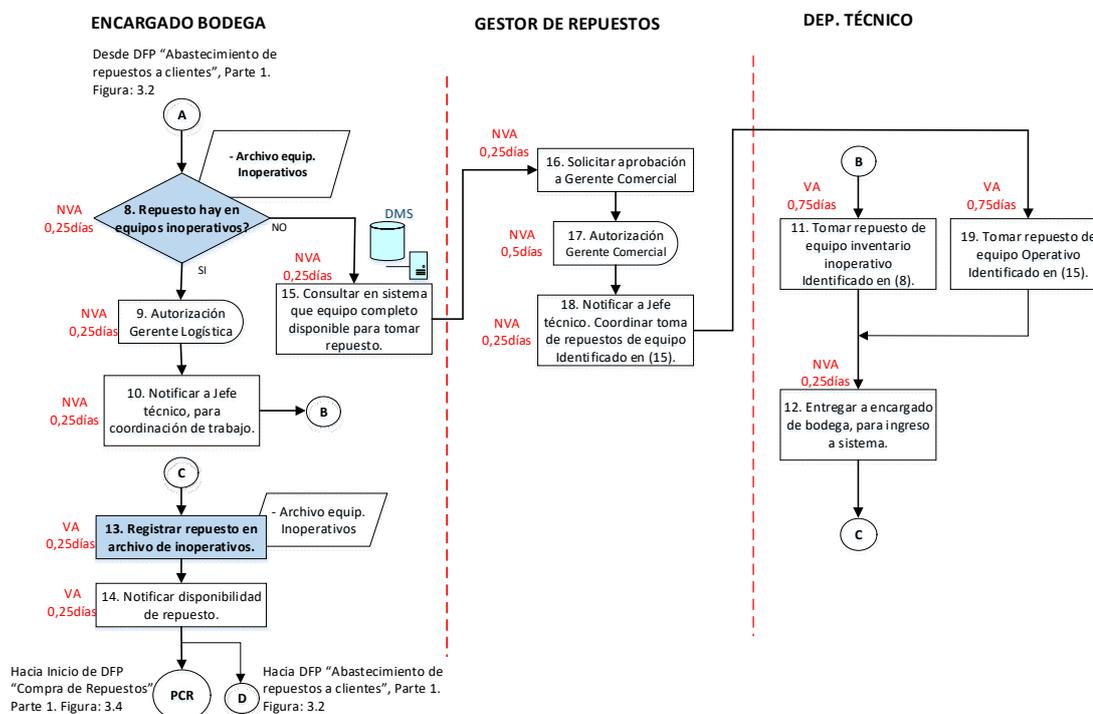


FIGURA 3.3 DFP PARA EL ABASTECIMIENTO DE REPUESTOS A CLIENTES, PARTE 2

(Fuente: Autor)

TABLA 8
MPD “ABASTECIMIENTO DE REPUESTOS” (REPUESTO DISPONIBLE EN UN EQUIPO INOPERATIVO)

ORDEN DE EJECUCIÓN	DESCRIPCIÓN DE PROCESO	TIPO	DOCUMENTOS DE CONSULTA	ENTRADAS/SALIDAS	TIEMPO	
1	Recepción de solicitud de repuestos.	VA	- Mails de técnicos con solicitud de repuestos. - Mails de clientes con órdenes de compra.	- Órdenes compra - Solicitud de Garantías - Solicitud para mantenimientos de arriendo/tercerizados.	Entrada	0,50 días
2	Repuesto en inventario? NO	NVA	Software Empresarial (DMS)	Ubicación de repuestos en bodegas	Salida	0,25 días
5	Puede esperar importación? NO	NVA	---	---	---	0,25 días
7	Solicitar a coordinador de bodega de que equipo se puede tomar.	NVA	---	---	---	0,25 días
8	Repuesto hay en equipos inoperativos? SI	NVA	Archivo de control de equipos inoperativos	* Equipo: Modelo, serie y ubicación para tomar repuesto. * Repuesto: Nuevo faltante en equipo inoperativo.	Salida	0,25 días
9	Autorización de Gerente de Logística	NVA	---	---		0,25 días
10	Notificar a Jefe técnico, para coordinación de trabajo.	NVA	---	Asignación de un técnico.	Salida	0,25 días
11	Tomar repuesto de equipo inventario inoperativo Identificado en (8).	VA	---	Parte disponible físicamente.	Salida	0,75 días
12	Entregar a encargado de bodega, para ingreso a sistema.	NVA	---	Ítem disponible en inventario.	Salida	0,25 días
13	Registrar repuesto en archivo de inoperativos.	VA	Archivo de control de equipos inoperativos	Listado de repuestos faltantes en equipos inoperativos.	Salida	0,25 días
14	Notificar disponibilidad de repuesto.	VA	---	E-mail de notificación.	Salida	0,25 días
3	Solicitar Facturación y Despacho	VA	---	---	---	0,25 días
4	Despacho de Repuesto	VA	---	- Egresos de inventario. - Factura + repuestos + guía remisión	Salida	0,50 días

	TIEMPO GENERADO	CANTIDAD
VA	2,50 días	6
NVA	1,75 días	7
TOTAL:	4,25 días	

(Fuente: Autor)

Una vez que se crea la necesidad de tomar un repuesto de un equipo para cumplir con el abastecimiento del cliente, se debe evaluar si el repuesto solicitado está disponible en los equipos inventariados como inoperativos, caso contrario se lo deberá tomar de un nuevo equipo. La Tabla 8 presenta el mapa de proceso detallado (MPD) cuando el repuesto que se tomará de los equipos está disponible en un equipo que se registra como inoperativo.

En este escenario no existe incremento en unidades de equipos inoperativos y los tiempos de respuesta son aceptables desde el punto de vista de servicio al cliente, el repuesto es entregado en 4,25 días luego de recibida la solicitud de pedido.

Finalmente, la tabla 9 presenta el mapa de proceso detallado del abastecimiento de repuestos, donde se genera el incremento en unidades del inventario de equipos inoperativos. Es decir, el repuesto requerido no existe en inventario de repuestos, no está disponible en ningún equipo de las máquinas de inventario inoperativo, por lo que se debe tomar de un equipo operativo de inventario.

Esta acción incrementa el inventario de equipos inoperativos.

TABLA 9
MPD “ABASTECIMIENTO DE REPUESTOS” (REPUESTO NO DISPONIBLE EN EQUIPOS INOPERATIVOS)

ORDEN DE EJECUCIÓN	DESCRIPCIÓN DE PROCESO	TIPO	DOCUMENTOS DE CONSULTA	ENTRADAS/SALIDAS	TIEMPO	
1	Recepción de solicitud de repuestos.	VA	- Mails de técnicos con solicitud de repuestos. - Mails de clientes con órdenes de compra.	- Órdenes compra - Solicitud de Garantías - Solicitud para mantenimientos de arriendo/tercerizados.	Entrada	0,50 días
2	Repuesto en inventario? NO	NVA	Software Empresarial (DMS)	Ubicación de repuestos en bodegas	Salida	0,25 días
5	Puede esperar importación? NO	NVA	---	---	---	0,25 días
7	Solicitar a coordinador de bodega de que equipo se puede tomar.	NVA	---	---	---	0,25 días
8	Repuesto hay en equipos inoperativos? NO	NVA	Archivo Control equipos inoperativos	---	---	0,25 días
15	Consultar en sistema que equipo completo se encuentra disponible para tomar repuesto?	NVA	Software Empresarial (DMS)	* Nuevo Equipo: Modelo, serie y ubicación para tomar repuesto. * Repuesto: faltante en nuevo equipo inoperativo.	Salida	0,25 días
16	Solicitar aprobación a Gerente Comerc	NVA	---	---	---	0,25 días
17	Autorización de Gerente Comercial	NVA	---	---	---	0,50 días
18	Notificar a Jefe técnico. Coordinar toma de repuestos de equipo Identificado en (15).	NVA	---	Asignación de un técnico.	Salida	0,25 días
19	Tomar repuesto de equipo Operativo Identificado en (15).	VA	---	Parte disponible físicamente.	Salida	0,75 días
12	Entregar a encargado de bodega, para ingreso a sistema.	NVA	---	Ítem disponible en inventario.	Salida	0,25 días
13	Registrar repuesto en archivo de inoperativos.	VA	- Archivo de control de equipos inoperativos - Software Empresarial (DMS)	- Listado de repuestos faltantes en equipos inoperativos. - Transferencia de equipo (15) a inventario inoperativo.	Salida	0,25 días
14	Notificar disponibilidad de repuesto.	VA	---	E-mail de notificación.	Salida	0,25 días
3	Solicita Facturación y Despacho	VA	---	---	---	0,25 días
4	Despacho de Repuesto	VA	---	- Egresos de inventario. - Factura + repuestos + guía remisión	Salida	0,50 días

	TIEMPO GENERADO	CANTIDAD
VA	2,50 días	6
NVA	2,50 días	9
TOTAL:	5,00 días	

(Fuente: Autor)

La tabla 10 presenta el resumen de entradas y salidas críticas del proceso de abastecimiento de repuestos a los clientes.

Todos los ingresos brindan información del código del repuesto y de sus cantidades, mientras que, de las salidas, tres de ellas hacen referencia a repuestos y dos de ellas a número de máquinas inoperativas y sus códigos.

TABLA 10
LISTADO DE ENTRADAS Y SALIDAS CRÍTICAS Y DOCUMENTOS DEL
PROCESO DE ABASTECIMIENTO DE REPUESTOS

ENTRADAS CRÍTICAS	SALIDAS CRÍTICAS	TIPO (Código y Cantidad)
- Órdenes Compra.	- Egresos de inventario.	Repuestos
- Solicitud de Garantías.	- Listado de repuestos pendiente de despacho, con y sin Orden de Compra.	Repuestos
- Solicitud para mantenimientos de arriendo/tercerizados.	- Listado de repuestos faltantes en equipos inoperativos.	Repuestos
---	* Equipo: Modelo, serie y ubicación para tomar repuesto. * Repuesto: Nuevo faltante en equipo inoperativo.	Equipos / Repuestos
---	* Nuevo Equipo: Modelo, serie y ubicación para tomar repuesto. * Repuesto: faltante en nuevo equipo inoperativo.	Equipos / Repuestos
---	- Transferencia de equipos operativos a inoperativos.	Equipos

(Fuente: Autor)

Varias salidas del proceso de abastecimiento de repuestos se convertirán en ingresos de los siguientes procesos a estudiar.

3.2.2 DFP “Compra de repuestos”, Parte 1 - 2:

La figura 3.4 presenta el DFP para la compra de repuestos, varios de los registros generados en el proceso de abastecimiento son usados en la etapa de recolección de información (1) para alimentar la hoja de cálculos de pedidos de repuestos.

La definición de si un proceso es VA o NVA está en función de cómo contribuye a la exactitud del pedido de repuestos que es el objetivo de este proceso, también se marcan en azul etapas que son críticas y pueden afectar en los resultados del pedido.

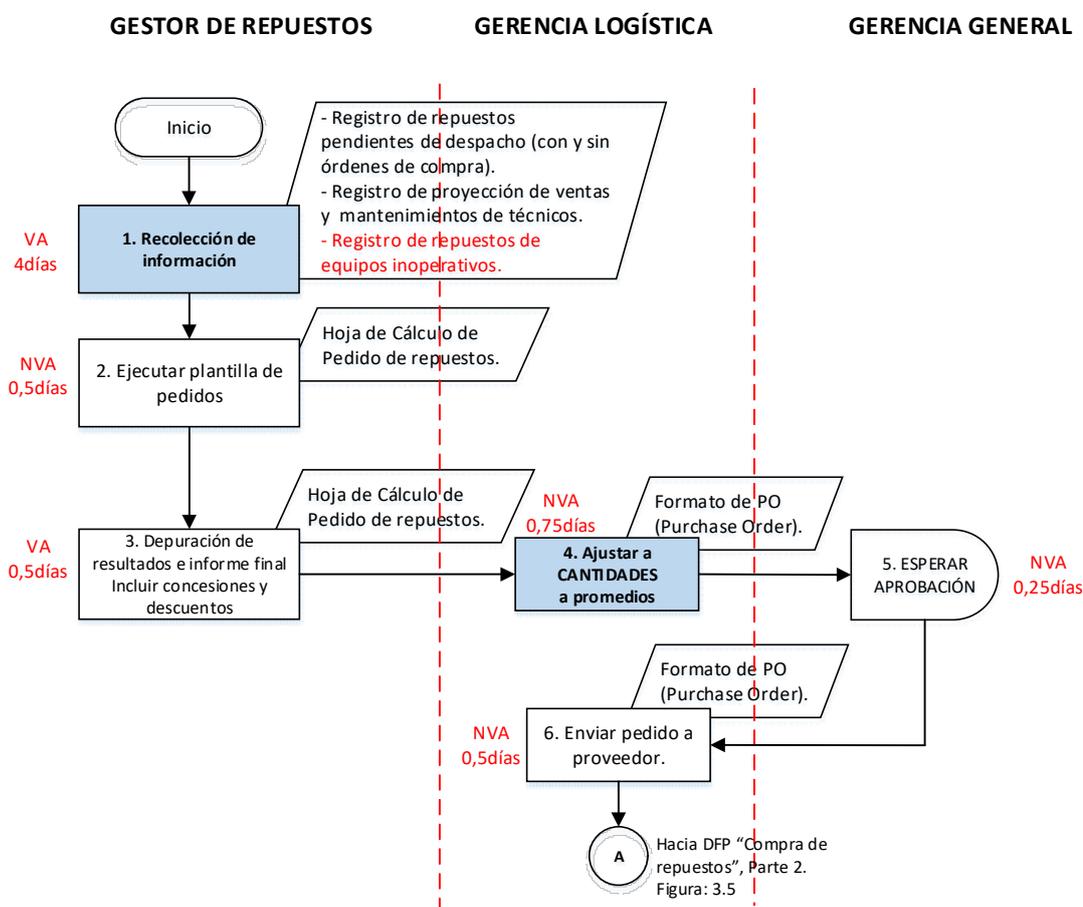


FIGURA 3.4 DFP PARA LA COMPRA DE REPUESTOS, PARTE 1

(Fuente: Autor)

La tabla 11 presenta del mapa de proceso detallado del DFP de compra de repuestos, resaltando que el tiempo de generación del pedido de repuestos es razonable tendiendo listo el pedido en manos del proveedor en 6,5 días.

TABLA 11
MPD PARA LA COMPRA DE REPUESTOS, PARTE 1

ORDEN DE EJECUCIÓN	DESCRIPCIÓN DE PROCESO	TIPO	DOCUMENTOS DE CONSULTA o GENERACIÓN	ENTRADAS/SALIDAS	TIEMPO	
1	Recolección de información	VA	- Registro de repuestos pendientes de despacho (con y sin órdenes de compra). - Registro de proyección de ventas y mantenimientos de técnicos. - Registro de repuestos de equipo inoperativos.	- Listado de repuestos pendientes de despacho, con y sin Orden de Compra. - Listado de repuestos faltantes en equipos inoperativos. - Listado de repuestos para mantenimientos, arriendo y tercerizado. - Listado de repuestos para proyección de ventas.	Entrada	4,00 días
2	Ejecutar plantilla de pedidos	NVA	Hoja de Cálculo de Pedido de Repuestos.	Listado de repuestos a importar.	Salida	0,50 días
3	Depuración de resultados e informe final, incluir concesiones y descuentos	VA	Hoja de Cálculo de Pedido de Repuestos.	Listado de repuestos a importar - ajustada.	Salida	0,50 días
4	Ajustar a CANTIDADES a promedios	NVA	Formato de PO (Purchase Order).	Documento PO (Purchase Order)	Salida	0,75 días
5	Esperar aprobación.	NVA	---	---	---	0,25 días
6	Enviar pedido a proveedor.	NVA	Formato de PO (Purchase Order).	---	---	0,50 días

- RESUMEN -		
	TIEMPO GENERADO	CANTIDAD
VA	4,50 días	2
NVA	2,00 días	4
TOTAL:	6,50 días	

(Fuente: Autor)

La figura 3.5 presenta el diagrama de flujo de procesos para la compra de repuestos, sección referente a la aprobación del proveedor, donde el proceso que puede ingresar error al listado de repuestos es el Sales Order, pero que es revisado y depurado las veces que ha existido cualquier inconveniente.

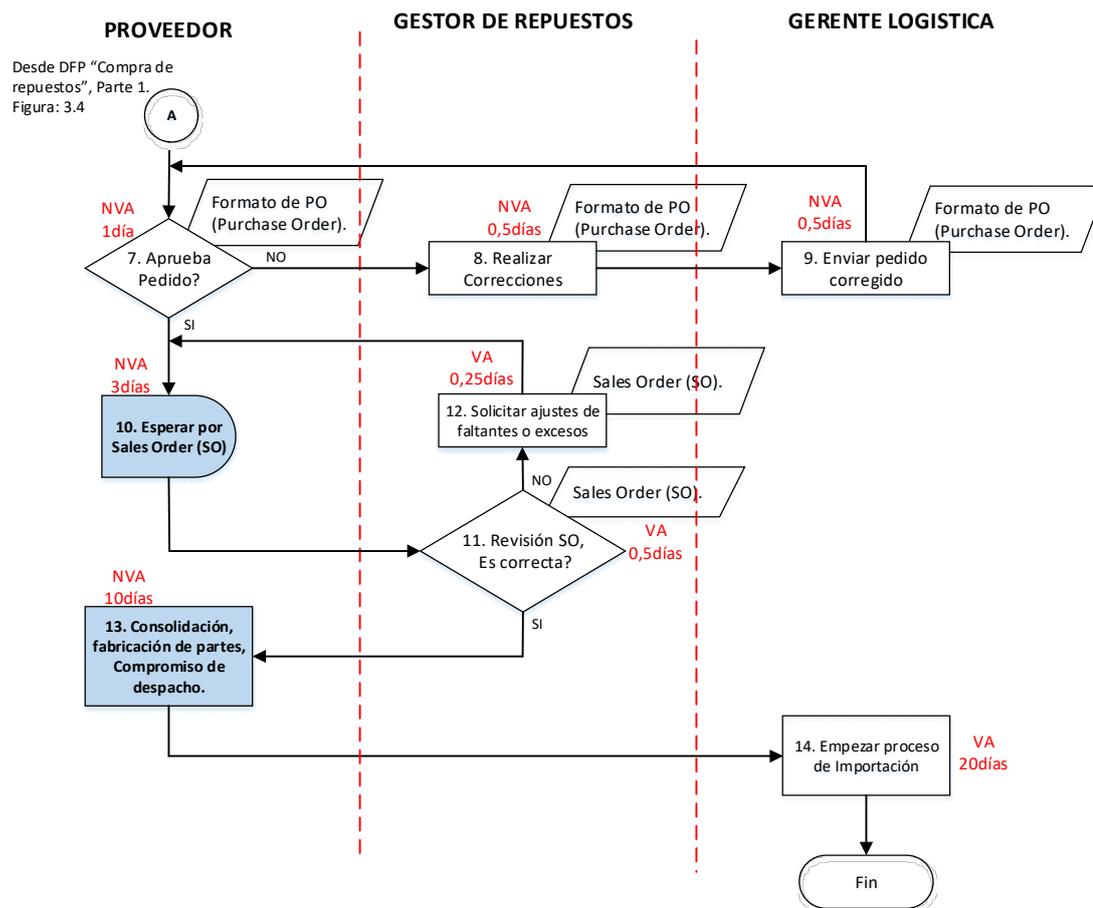


FIGURA 3.5 DFP PARA LA COMPRA DE REPUESTOS, PARTE 2

(Fuente: Autor)

La tabla 12 completa el mapa de proceso detallado de la compra de repuestos sección aprobación del proveedor, teniendo las siguientes observaciones:

- El tiempo de espera para ser importado el pedido de repuestos oscila entre 24,5 a 26 días.
- No existen entradas, ni salidas que deban ser consideradas críticas, esta sección del proceso se encuentra controlada.

TABLA 12
MPD PARA LA COMPRA DE REPUESTOS, PARTE 2

ORDEN DE EJECUCIÓN	DESCRIPCIÓN DE PROCESO	TIPO	DOCUMENTOS DE CONSULTA o GENERACIÓN	ENTRADAS/SALIDAS		TIEMPO
7	Proveedor aprueba pedido? NO	NVA	Formato de PO (Purchase Order).	---	---	1,00 días
8	Realizar Correcciones	NVA	Formato de PO (Purchase Order).	Listado de repuestos a importar - corregido.	Salida	0,50 días
9	Enviar pedido corregido	NVA	Formato de PO (Purchase Order).	Documento PO (Purchase Order)	Salida	0,50 días
UNA VEZ APROBADO EL PEDIDO						
10	Esperar por Sales Order (SO)	NVA	---	---	---	3,00 días
11	Revisión SO. Es correcta? NO	NVA	Sales Order (SO)	Sales order.	Entrada	0,50 días
12	Solicitar ajustes de faltantes o excesos	VA	Sales Order (SO)	Sales order con observaciones.	Salida	0,25 días
UNA VEZ QUE SALES ORDER ES CORRECTA						
13	Consolidación, fabricación de partes, Compromiso de entrega	NVA	Sales Order (SO)	Repuestos	Salida	0,25 días
14	Empezar proceso de Importación	VA	---	---	---	20,00 días

- RESUMEN -		
	TIEMPO GENERADO	CANTIDAD
VA	20,25 días	2
NVA	5,75 días	6
TOTAL:	26,00 días	=> Tiempo mínimo aspirado 24,75días

(Fuente: Autor)

La tabla 13 presenta el resumen de entradas y salidas críticas del proceso de compra de repuestos, los mismos que son del tipo repuestos: cantidades y códigos (números de parte).

TABLA 13
LISTADO DE ENTRADAS Y SALIDAS CRÍTICAS DEL PROCESO DE COMPRA DE REPUESTOS

ENTRADAS CRÍTICAS	SALIDAS CRÍTICAS	TIPO (Código y Cantidad)
- Listado de repuestos pendiente de despacho, con y sin orden de compra.	Listado de repuestos a importar - ajustada.	Repuestos
- Listado de repuestos faltantes en equipos inoperativos.	---	Repuestos
- Solicitud para mantenimientos de arriendo/tercerizados.	---	Repuestos
- Listado de repuestos mantenimientos arriendo y tercerizado.	---	Repuestos
- Listado de repuestos para proyección de ventas.	---	Repuestos

(Fuente: Autor)

3.2.3 DFP “Reposición de repuestos a equipos inoperativos”:

El proceso de reposición de repuestos a equipos inoperativos arranca cuanto se confirma el arribo de la importación de repuestos, al igual que en los anteriores flujos de procesos se marca con azul las etapas que tienen una relación directa con el inventario de equipos inoperativos. La figura 3.6 presenta el diagrama de flujo de procesos para la reposición de repuestos a equipos inoperativos.

Como se puede ver de primera mano, en todas las etapas marcadas con azul interviene el archivo de registro de equipos inoperativos.

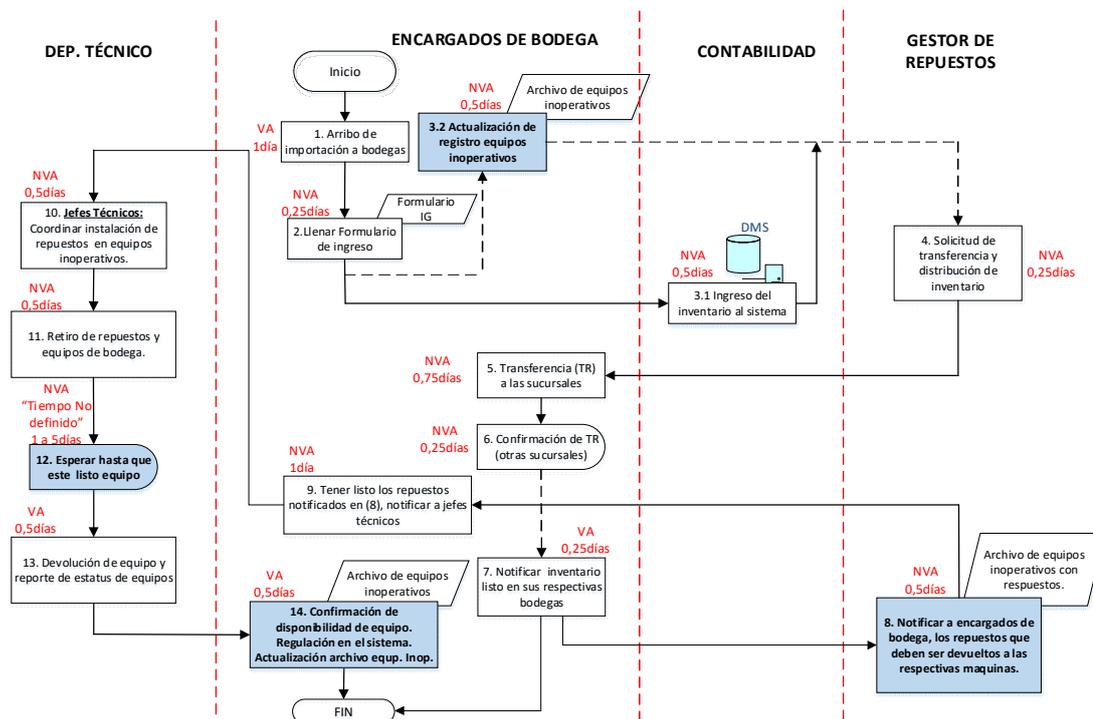


FIGURA 3.6 DFP PARA LA REPOSICIÓN DE REPUESTOS A EQUIPOS INOPERATIVOS

(Fuente: Autor)

La tabla 14 presenta el mapa de procesos detallado para la reposición de repuestos a los equipos del inventario inoperativos, de igual forma se registran en celeste los documentos y salidas relevantes del sistema. Las observaciones trascendentales son:

- El tiempo de disponibilidad de los repuestos en las diferentes sucursales luego que estos arribaron a la bodega de la empresa es de 2,5 días.
- Un equipo está disponible luego de arribo de los repuestos en un lapso de tiempo de entre 8 a 11 días.

Sobre la etapa 12 del mapa de procesos detallado (tabla 14), el tiempo de espera registrado es referencial, puede durar 5 días a 2 semanas pues depende de la disponibilidad de los técnicos.

TABLA 14
MPD PARA LA REPOSICIÓN DE REPUESTOS A EQUIPOS DEL INVENTARIO INOPERATIVO

ORDEN DE EJECUCIÓN	DESCRIPCIÓN DE PROCESO	TIPO	DOCUMENTOS DE CONSULTA o GENERACIÓN	ENTRADAS/SALIDAS		TIEMPO
1	Arribo de importación de repuestos a bodegas	VA	---	- Repuestos Físicos. - Factura de repuestos, proveedor.	Entrada	0,25 días
2	Llenar Formulario de ingreso.	NVA	Formulario de ingreso a bodega (IG).	Listado de repuestos arribados.	Salida	0,25 días
3.1	Ingreso del inventario al sistema	NVA	Software Empresarial (DMS)	Repuestos disponibles en inventario.	Salida	0,50 días
3.2	Actualización de registro de equipos inoperativos	NVA	Archivo de equipos inoperativos.	---	---	---
4	Solicitud de transferencia y distribución de inventario	NVA	---	---	---	0,25 días
5	Transferencia (TR) a las sucursales	NVA	---	---	---	0,75 días
6	Confirmación de TR (otras sucursales)	NVA	---	---	---	0,25 días
7	Notificar inventario listo en sus respectivas bodegas.	VA	---	Repuestos disponibles y localizados en cada sucursal.	Ingreso	0,25 días
DISPONIBILIDAD DE REPUESTOS:						2,50 días
8	Notificar a encargados de bodega, los repuestos que deben ser devueltos a las maquinas inoperativas.	NVA	Archivo de equipos inoperativos y repuestos.	---	---	0,50 días
9	Tener listo los repuestos notificados en (8), notificar a jefes técnicos.	NVA	---	Repuestos para equipos inoperativos.	Salida	1,00 días
10	Jefes Técnicos: Coordinar instalación de repuestos en equipos inoperativos.	NVA	---	- Asignación de un técnico. - Tiempo de devolución de equipo con repuestos instalados.	Salida	0,50 días
11	Retiro de repuestos y equipos de bodega.	NVA	---	---	---	0,50 días
12	Esperar hasta que este listo equipo	NVA	---	Repuestos y equipos inoperativos.	Ingreso	5,00 días
13	Devolución de equipo y reporte de estatus de equipos	VA	---	- Devolución de equipos con repuestos instalados. - Reporte de estatus de equipos. - Registro de equipos inoperativos actualizado.	Salida	0,50 días
14	Confirmación de disponibilidad de equipo. Regulación en el sistema. Actualización archivo equip. Inop.	VA	Archivo de equipos inoperativos.	---	---	0,50 días
TIEMPO PARA TERNER EQUIPO DISPONIBLE:						8,50 días

- RESUMEN -		
	TIEMPO GENERADO	CANTIDAD
VA	1,50 días	4
NVA	9,50 días	11
TOTAL:	11,00 días	

=> Tiempo mínimo para tener listo el equipo 8 días.

(Fuente: Autor)

La tabla 15 presenta el resumen de entradas y salidas relevantes del proceso de reposición de repuestos a equipos inoperativos.

TABLA 15
LISTADO DE ENTRADAS Y SALIDAS CRÍTICAS DEL PROCESO DE
REPOSICIÓN DE REPUESTOS A EQUIPOS INOPERATIVOS

ENTRADAS CRÍTICAS	SALIDAS CRÍTICAS	TIPO
Repuestos disponibles y localizados en cada sucursal.	---	Repuestos
---	- Tiempo de devolución de equipo con repuestos instalados.	Tiempo
---	- Devolución de equipos con repuestos instalados.	Equipos
---	- Reporte de estatus de equipos.	Equipos
---	- Registro de equipos inoperativos actualizado.	Equipos

(Fuente: Autor)

3.3. Recolección de datos

Recordando que el foco de estudio es el inventario inoperativo, la tabla 16 esquematiza la estructura de este inventario. Cada unidad de negocio, tiene su propio inventario formado por maquinaria de cada marca representada y cada marca tienen varios modelos.

TABLA 16
ESTRUCTURA DEL INVENTARIO INOPERATIVO

		LAS REPRESENTADAS		
Inventario Inoperativo	Unidad de Negocio 1	MARCA 1	MODELO 1.1	# Máquinas M1.1
			MODELO 1.2	# Máquinas M1.2
			....	# Máquinas M1....
		MARCA 2	MODELO 1.n	# Máquinas M1.n
			MODELO 2.1	# Máquinas M2.1
			MODELO 2.2	# Máquinas M2.2
	Unidad de Negocio 2	MARCA 3	....	# Máquinas M2....
			MODELO 2.m	# Máquinas M2.m
			MODELO 3.1	# Máquinas M3.1
		....	MODELO 3.2	# Máquinas M3.2
			....	# Máquinas M3...
			MODELO 3.p	# Máquinas M3.p
	Unidad de Negocio X	MARCA N	....	# Máquinas M....
			MODELO N.1	# Máquinas MN.1
			MODELO N.2	# Máquinas MN.2
....			# Máquinas MN....	
			MODELO N.q	# Máquinas MN.q

(Fuente: Autor)

Es importante considerar que el inventario inoperativo está creado exclusivamente de máquinas que no pueden ser vendidas porque les falta un repuesto.

Según la tabla 16, el inventario inoperativo esta intervenido por varias unidades de negocio por lo tanto es importante definir cuales unidades de negocio son las que generan más impacto en el inventario inoperativo, para ello se usa la información recolectada desde enero del 2019 a abril del 2020 y se define el promedio mensual generado por cada marca.

El estudio del inventario de inoperativos se lo ejecuta con un análisis de Pareto anidado para definir qué unidad de negocio tiene mayor impacto en este inventario, y a su vez que modelo de máquinas tienen más equipos desmantelados, esta determinación permitirá canalizar los métodos de análisis al grupo de equipos según su tecnología para la corrección de inventarios, esta búsqueda está directamente vinculado al grupo de repuestos que más escasea la empresa.

Los resultados de este análisis se presentan en la tabla 17.

TABLA 17
DETALLE DEL COMPORTAMIENTO DEL INVENTARIO INOPERATIVO EN EL PERIODO DE ENERO 2019 HASTA ABRIL DEL 2020

MARCA	PROMEDIO MENSUAL (en \$)		año 2020	UNIDAD DE NEGOCIO
	ENE-DIC 2019	ENE-ABR 2020	PARTICIPACIÓN	RESPONSABLE
VIDEOJET	\$86.893,83	\$120.898,25	80,42%	Codificación
SAFELINE	\$7.688,60	\$12.173,22	8,10%	Detección
KETAN	\$6.411,10	\$6.411,10	4,26%	Codificación
ALPHA-PACK	\$7.621,18	\$3.815,09	2,54%	Envasado
LOVESHAW	\$3.298,54	\$3.298,54	2,19%	Envasado
KR PACK	\$2.498,13	\$2.136,69	1,42%	Envasado
NEGOCIO ETIQUETAS	\$0,00	\$1.603,00	1,07%	Etiquetas
NACIONALES	\$300,00	\$0,00	0,00%	Todos

(Fuente: Autor)

De la tabla 17, la unidad de negocio que genera mayor impacto en el inventario inoperativo es la de codificación con su representada VideoJet, también se identifican las marcas representadas denominadas como Negocio de Etiquetas, Nacionales, repuestos y accesorios (no se visualiza en la tabla por estar dentro de cada marca) que son ítems que no pertenecen a este inventario, que afectan a los resultados globales.

Luego de la corrección de ítems que no corresponden a este inventario, la tabla 18 presenta el punto de partida del problema a resolver, siendo la marca Videojet con un 85% de participación la que más afecta al inventario inoperativo:

TABLA 18
PUNTO DE PARTIDA, DEL INVENTARIO INOPERATIVO, ABRIL DEL 2020

MARCA	PUNTO DE PARTIDA	
	INOPERATIVO ABRIL 2020	PARTICIPACIÓN
VIDEOJET	\$125.339,36	85%
SAFELINE	\$12.173,22	8%
KETAN	\$6.411,10	4%
LOVESHAW	\$3.298,54	2%
ALPHA-PACK	\$0,00	0%
KR PACK	\$0,00	0%
NACIONALES	\$0,00	0%
NEGOCIO DE ETIQUETAS	\$0,00	0%
TOTAL INOPERATIVO:	\$147.222,22	

(Fuente: Autor)

Hasta el momento las tablas que contienen el inventario inoperativo están cuantificadas en dólares (\$) reflejando el impacto real que sufre la empresa, pero con el fin de desarrollar el plan de recolección de datos, el inventario inoperativo será analizado en número de máquinas inoperativas.

3.3.1 Plan de recolección de datos:

La tabla 19 presenta el plan de recolección de datos que nos ayudará para el análisis de los inventarios y definir el punto de partida.

TABLA 19
PLAN DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Métrica	Tipo de Variable	Unidad	Definición operacional	Periodo de toma información	Método de recolección	Responsable de Recolección
Número de equipos inoperativos por mes	Cuantitativa Discreta	Uno	Contabilización del número total de equipos en las bodegas identificadas con los códigos 1025 y 2025. Identificar el tipo de tecnología al que pertenecen.	enero 2019 a abril 2020	Descargar inventario de la base de datos del DMS.	Gerente de logística
Número de repuestos tomados de equipos	Cuantitativa Discreta	Uno	Lista de repuestos tomados mes a mes de equipos en inventarios 1025, 2025 y equipos del inventario disponible para la venta. Identificar la categoría de rotación del repuesto.	enero 2019 a abril 2020	Información registrada el archivo de control de equipos inoperativos.	Encargados de bodegas de Quito y Guayaquil.
Tiempo total de reposición de repuesto a un equipo inoperativo.	Cuantitativa Discreta	Días	Contabilización del tiempo que se demora regresar un repuesto a la máquina. Incluir el tiempo que se demora en instalar un técnico el repuesto desde el día que se le entregó el repuesto.	enero 2019 a abril 2020	Información registrada el archivo de control de equipos inoperativos.	Encargados de bodegas de Quito y Guayaquil.

(Fuente: Autor)

Para el primer métrico se debe considerar que Videojet corresponde a una marca de impresoras industriales, de las cuales se tiene 4 tecnologías de impresión: Inkjet (chorro de tinta), TTO (Termo transferencia), LPA (Print & Apply Labeler - aplicador de etiquetas) y Láser, siendo mandatorio considerar el comportamiento de cada tecnología por separado, la figura 3.7 presenta el comportamiento de este subinventario en unidades de máquinas.

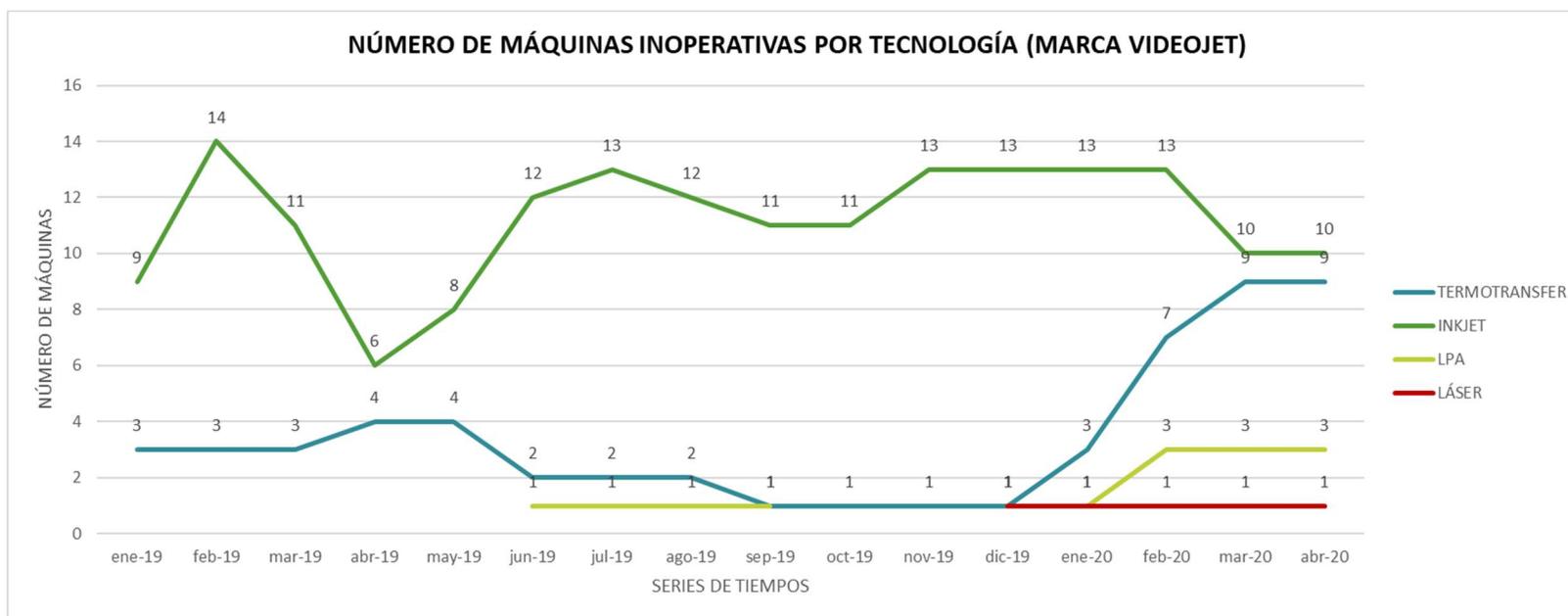


FIGURA 3.7 COMPORTAMIENTO INVENTARIO INOPERATIVO POR TECNOLOGÍA (MARCA VIDEOJET)

(Fuente: Autor)

Aplicando Pareto la figura 3.7 permite visualizar que el inventario inoperativo está afectado en un 82% por equipos de tecnología Inkjet y Termotransfer, adicional los equipos de tecnología termotransfer sufren un crecimiento dramático en los primeros meses del año 2020.

La tabla 20 presenta el punto de partida del inventario inoperativo teniendo un primer indicador de desempeño: número de equipos inoperativos por mes y por tecnología.

TABLA 20
PUNTO DE PARTIDA, DEL INVENTARIO INOPERATIVO, EQUIPOS MARCA VIDEOJET, CLASIFICACIÓN POR TECNOLOGÍA

INVENTARIO INOPERATIVO - MARCA VIDEOJET				
TECNOLOGÍA	Número Equipos abril 2020	Participación abril 2020	Promedio Equipos ENE-DIC 2019	Promedio Equipos ENE-ABR 2020
INKJET	10	43%	11,08	11,50
TERMOTRANSFER	9	39%	2,25	7,00
LPA	3	13%	1,00	2,50
LÁSER	1	4%	1,00	1,00
Número total de equipos, al cierre de abril:		23		

(Fuente: Autor)

El segundo métrico, corresponde al número de repuestos que son tomados de equipos y a que categoría de rotación pertenecen, los resultados son presentados en la tabla 21.

TABLA 21
TIPO DE REPUESTOS TOMADOS DE EQUIPOS, DATOS CORRESPONDIENTES AL PERÍODO ENERO 2019 A ABRIL 2020

CATEGORÍA	NÚMERO DE PARTES DIFERENTES	NÚMERO DE REPUESTOS	IMPACTO
A	3	5	11%
B	9	21	48%
C	3	4	9%
D	1	1	2%
E	6	8	18%
N	17	5	11%
TOTAL ÍTEMS	39	44	

(Fuente: Autor)

Explicación de la tabla 21:

Categoría: identifica la categoría a la que corresponde cada repuesto, la cual está en función de la rotación de este en el inventario.

- A = 30 días.
- B = 60 días.
- C = 90 días.
- D = 180 días.
- E = Más de 365 días.
- N = repuesto nuevo.

Número de partes diferentes: Contabiliza cuantos números de partes de repuestos diferentes se han generado.

Número de repuestos: contabiliza la cantidad de repuestos solicitados. Ejemplo: un número de parte puede haber sido solicitado por varias veces.

Impacto: calcula la participación que tiene cada categoría (en función del número de repuestos solicitados) versus el total.



FIGURA 3.8 TOMA DE REPUESTOS DE EQUIPOS PARA ABASTECIMIENTO

(Fuente: Autor)

Como se puede ver en la figura 3.8, el punto de partida al cierre de abril 2020, se identifican 3 repuestos tomados de equipos.

TABLA 22
REPUESTOS TOMADOS DE EQUIPOS, ABRIL DEL 2020 PUNTO DE PARTIDA

CATEGORÍA	NÚMERO DE PARTE	DESCRIPCIÓN
E	216585	DF/DATAFLEX PLUS 107mm, THERMAL PRINthead ASSY
B	399117	DISPLAY DOOR ASSEMBLY, CALYPSO, EUROPEAN
E	405744	SPARE DATAFLEX 6420 107MM CASSETTE

(Fuente: Autor)

La tercera métrica corresponde al tiempo de reposición de un repuesto al equipo del que se le extrajo.

Actualmente, el equipo de logística está registrando la fecha que fue retirado el repuesto del equipo, y la fecha que es entregado al técnico, actualmente no existe un adecuado control de los tiempos de reposición de repuestos, por lo que los registros de estos tiempos son demasiados dispersos, siendo necesario analizar los mismos con un histograma como se ve en la figura 3.9.

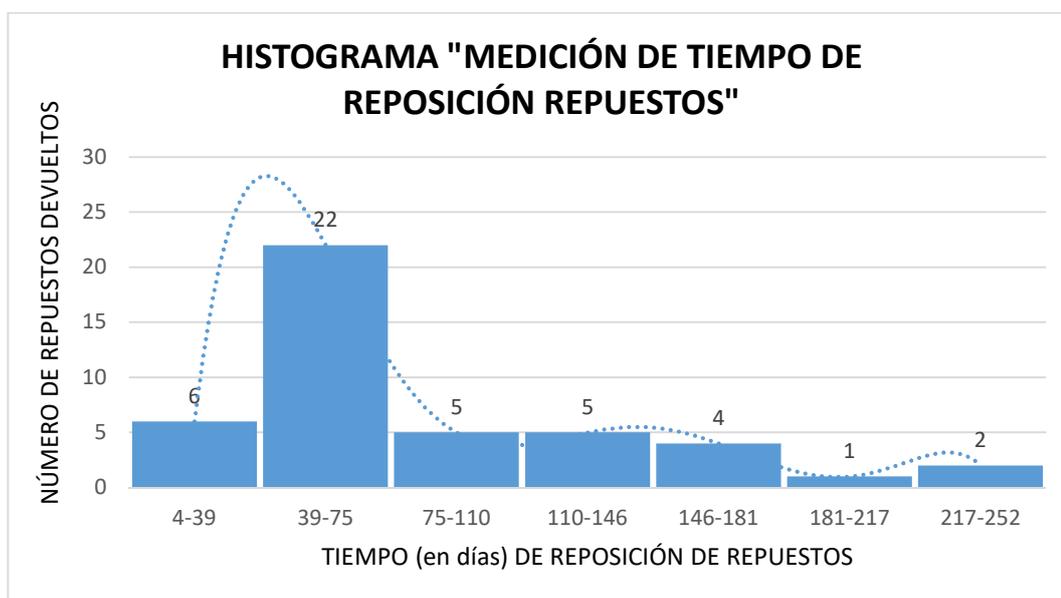


FIGURA 3.9 TIEMPO DE REPOSICIÓN DE REPUESTOS A EQUIPOS INOPERATIVOS, PERÍODO DE ENERO 2019 A ABRIL DEL 2020

(Fuente: Autor)

Como se puede apreciar en la figura 3.9, existe casos en que se acumuló hasta 252 días para que el repuesto sea devuelto a su equipo, estos tiempos altos pueden ser generados por olvido en el proceso de compra de repuestos, falta de seguimiento o

falla en el registro del archivo de control. Como consecuencia, durante este tiempo el equipo constará en el sistema como inoperativo y por ende no disponible para la venta.

Con el diagrama de cajas de la figura 3.10 se puede definir el objetivo que se debe conseguir al aplicar las mejoras, los tiempos registrados no debe ser tan dispersos, todos ellos deberían concentrarse en un rango de 30 a 60 días.

El primer cuartil de la figura 3.10 se encuentra en 52 días (esperado 30 días), el tercer cuartil está ubicado en 123 días (esperado 60 días).

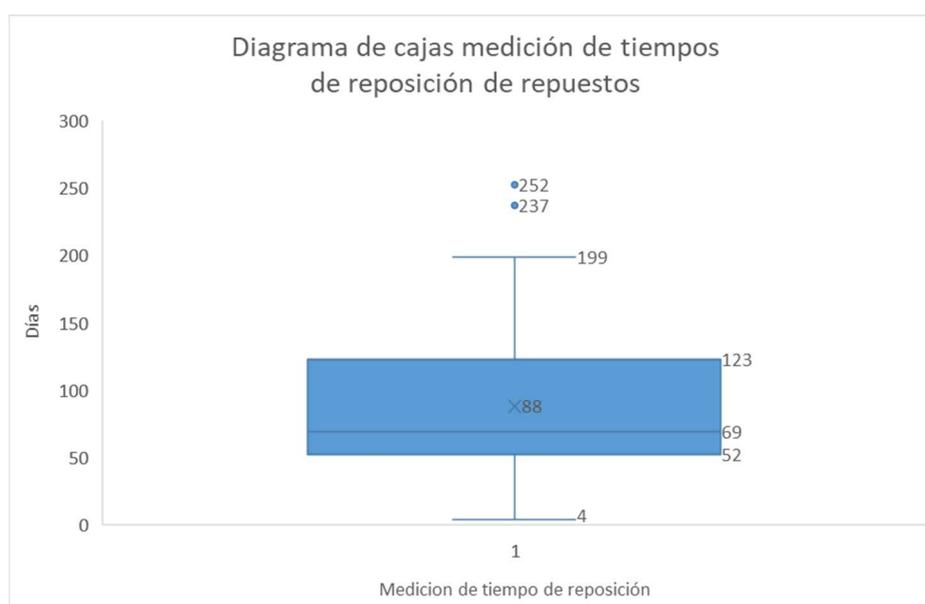


FIGURA 3.10 COMPORTAMIENTO DE LOS TIEMPOS DE REPOSICIÓN DE REPUESTOS

(Fuente: Autor)

3.4. Análisis – Identificación y evaluación de las variables.

El objetivo principal en esta sección es definir la causa raíz que genera el incremento de equipos inoperativos. La figura 3.11 centraliza el concepto de causalidad que ha sido desarrollado a lo largo de este capítulo, se identificó que el proceso crítico que genera el efecto de incremento de equipos inoperativos es el proceso de “Abastecimiento de repuestos” a los clientes de la empresa.

Idealmente este proceso es un procesador o generador de facturación para la compañía (salidas definidas como Facturación y despacho de repuestos), y su

materia prima o ingreso son todo tipo de solicitud de repuestos generados a través de órdenes de compra, solicitudes de garantía o repuestos para mantenimientos de los equipos de la empresa (contratos de arriendo y tercerización).

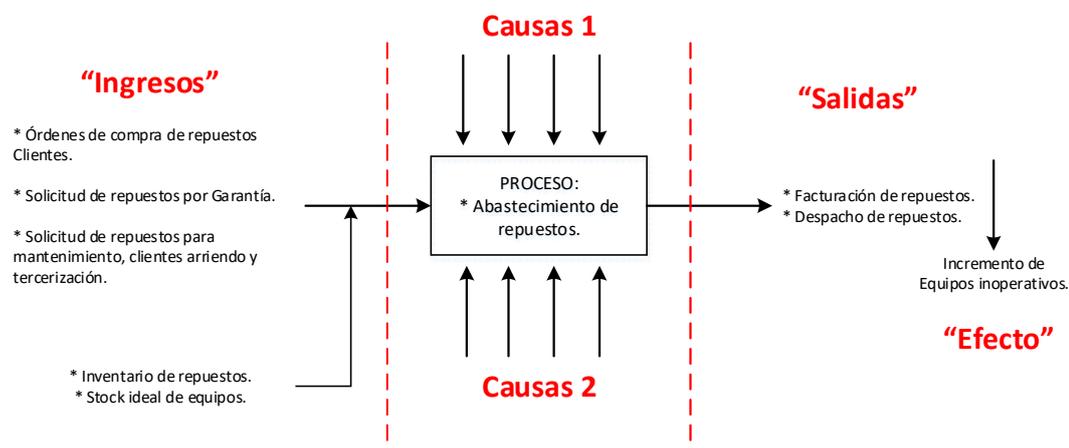


FIGURA 3.11 PROCESO CRÍTICO QUE ACTIVA EL INCREMENTO DE EQUIPOS INOPERATIVOS

(Fuente: Autor)

En base a esta filosofía de operación, se realizó una reunión con los integrantes del grupo de trabajo (Gerente de logística, gestor de repuestos y encargados de bodega) para desarrollar el diagrama Ishikawa presentado en la figura 3.12.

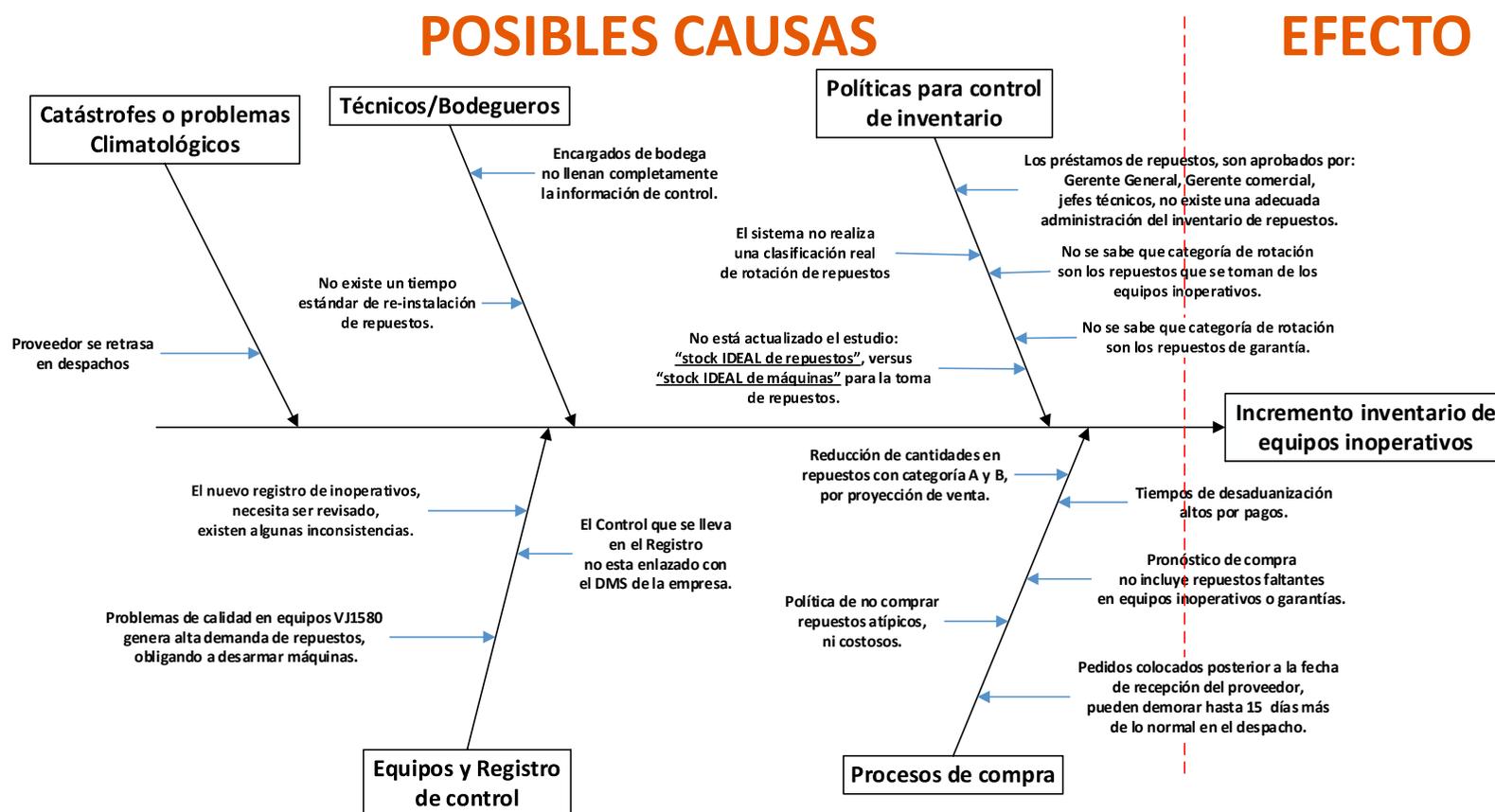


FIGURA 3.12 DIAGRAMA ISHIKAWA DE LA "Y" DEL INVENTARIO DE MÁQUINAS INOPERATIVAS

(Fuente: Autor)

Partiendo de la lluvia de ideas, se clasifican los siguientes factores de causalidad:

TABLA 23
FACTORES DE CAUSALIDAD

	FACTOR	DEFINICIÓN
1	Materiales o Insumos	Políticas para el control de inventario
2	Mano de obra	Técnicos y bodegueros
3	Maquinaria o Software	Registro de equipos inoperativos
4	Métodos	Procesos de compra
5	Medio Ambiente	Catástrofes o problemas climatológicos

(Fuente: Autor)

Los factores presentados en la tabla 23, corresponden a los eventos que han provocado que el inventario de equipos inoperativos se incremente, mientras que la tabla 24 enlista las posibles causas agrupadas según cada factor, y con el fin de ir filtrando la gran cantidad de potenciales causas se las categoriza en:

- **JUST DO IT:** Aquellas que restablecen las condiciones básicas del control de inventario y que se asocian a una acción específica de ejecución.
- **MATRIZ C-E:** estas posibles causas requieren un análisis más profundo y formarán parte de la matriz causa - efecto.

TABLA 24
RESUMEN DE ENTRADAS IDENTIFICADAS DEL DIAGRAMA ISHIKAWA

DEFINICIÓN	POTENCIALES CAUSA (X's)	CATEGORÍA DE ANOMAL	PROCESO AFECTADO
Políticas para el control de Inventario	No está actualizado el estudio: “ stock IDEAL de repuestos ”, versus “ stock IDEAL de máquinas ” para la toma de repuestos.	JUST DO IT	Abastecimiento
	No se sabe que categoría de rotación son los repuestos que se toman mes a mes de los equipos inoperativos.	MATRIZ C-E	Compra repuestos
	No se sabe que categoría de rotación son los repuestos de garantía.	MATRIZ C-E	Compra repuestos
	El sistema de inventarios DMS no realiza una clasificación real de rotación de repuestos.	JUST DO IT	Abastecimiento
	Los Préstamos de repuestos, son aprobados por: Gerente general, Gerente comercial, jefes técnicos, no existe una adecuada administración del inventario de repuestos.	JUST DO IT	Abastecimiento
Técnicos y bodegueros	No existe un tiempo estándar de re-instalación de repuestos.	MATRIZ C-E	Reposición de repuestos
	Encargados de bodega no llenan completamente. La información de control.	JUST DO IT	Abastecimiento, compra, reposición
Catástrofes o problemas climatológicos	Proveedor se retrasa en despachos.	MATRIZ C-E	Compra repuestos
Equipos y registro de control	Problemas de calidad en equipos VJ1580 genera alta demanda de repuestos, obligando a desarmar máquinas.	MATRIZ C-E	Abastecimiento
	El nuevo registro de inoperativos, necesita ser revisado, existen algunas inconsistencias.	JUST DO IT	Abastecimiento, compra, reposición
	El Control que se lleva en el registro no está enlazado con el DMS de la empresa.	JUST DO IT	Abastecimiento, compra, reposición
Procesos de compra	Pronóstico de compra no incluye repuestos faltantes en equipos inoperativos o garantías.	MATRIZ C-E	Compra repuestos
	Reducción de cantidades en repuestos con categoría A y B, por proyección de venta.	MATRIZ C-E	Compra repuestos
	Tiempos de desaduanización altos por pagos.	MATRIZ C-E	Compra repuestos
	Pedidos colocados posterior a la fecha de recepción del proveedor, pueden demorar hasta 15 días más de lo normal en el despacho.	MATRIZ C-E	Compra repuestos
	Reducción de pedido por política de no comprar repuestos atípicos, ni costosos.	MATRIZ C-E	Compra repuestos

(Fuente: Autor)

3.4.1. Restableciendo condiciones básicas:

La tabla 25 presenta las posibles causas categorizadas como JUST DO IT para el restablecimiento de las condiciones básicas de control de inventario, con su respectivo plan de acción y estatus. La mayoría se encuentran en estatus completada. Se consideran a estas causas como condiciones básicas que deben ser restauradas y corregidas para establecer el punto de arranque de la mejora.

**TABLA 25
PLAN DE ACCIÓN, POSIBLES CAUSAS – JUST DO IT**

POTENCIALES CAUSA (X's), CATEGORÍA "JUST DO IT"	ACCIÓN	RESPONSABLE	FECHA COMPLETAR ACCIÓN	STATUS
1 No está actualizado el estudio: " <u>stock IDEAL de repuestos</u> ", versus " <u>stock IDEAL de máquinas</u> " para la toma de repuestos.	1. Se envió listado de inventarios a Jefes Técnicos para que se identifiquen los faltantes de inventario ideal de repuestos. 2. Se actualizó el stock ideal de repuestos. 3. Se actualizó el stock ideal de máquinas.	- Jefes Técnicos. - Gestor de repuestos. - Jefe de proyecto.	15-oct-20	Proceso (pendiente aprobación gerencia)
2 El sistema de inventarios DMS, no realiza una clasificación real de rotación de repuestos.	1. Se solicitó a Jefe de sistemas, los criterios de calificación de un repuesto para la categoría de rotación. 2. Los nuevos cambios se implementarán en la nueva versión de software que está instalando la compañía.	- Jefe de sistemas. - Gestor de repuestos. - Jefe del proyecto.	Abril 2021 Nuevo sistema implementado	Proceso
3 Los Préstamos de repuestos, son aprobados por: Gerente General, Gerente comercial, jefes técnicos, no existe una adecuada administración del inventario de repuestos.	1. Se revisó política de préstamo de repuestos. 2. Se estableció por procedimiento que el gestor de repuestos realizará la aprobación de préstamo de repuestos para una correcta administración de inventario.	- Gerente de logística. - Gerente de unidad de negocio Codificación. - Jefes técnicos. - Gestor de repuestos.	31-jul-20	Completado
4 Encargados de bodega todavía no llenan completamente la información de control.	1. Se realizó una reunión para la entrega formal del nuevo formato de control de equipos inoperativos. 2. Se capacitó al personal de bodega la forma correcta de llenar el nuevo registro.	- Gerente de logística. - Gestor de repuestos. - Encargados de bodega.	31-jul-20	Completado
5 El nuevo registro de inoperativos, necesita ser revisado, existen algunas inconsistencias.	1. Se realizó la revisión y depuración de información por Gerente de logística, Gestor de repuestos, encargados de bodega. 2. Se corrigieron los registros mal llenados. 3. Se considera como punto de partida, la información registrada que corresponde a los equipos que actualmente están desmantelados (mes de corte: julio 2020). 4. No se considerará la información histórica anterior del año 2019 porque puede generar errores en análisis ya que es inconsistente.	- Gerente de logística. - Gestor de repuestos. - Encargados de bodega.	15-jul-20	Completado
6 El Control que se lleva en el Registro no está enlazado con el DMS de la empresa.	1. Se notificó a Gerencia General y Jefe de sistemas para que toda esta información sea considerada en el nuevo sistema que esta implementándose en la empresa.	- Jefe de Sistemas. - Gerente logística. - Jefe Proyecto.	Abril 2021 Nuevos sistema implementado	Proceso

(Fuente: Autor)

3.4.2. Aplicación de la Matriz Causa - Efecto:

Para la ejecución de la Matriz Causa – Efecto se definen los criterios de influencia y ponderación en la tabla 26, considerando la frecuencia con la que suceden los eventos y el impacto que estos generan en el inventario inoperativo.

TABLA 26
FACTORES DE CAUSALIDAD

CRITERIOS DE INFLUENCIA	
FRECUENCIA	IMPACTO
0 = No ocurre	0 = No incrementa Inoperativos
1 = Una vez por trimestre	1 = Si no hay inventario afecta inoperativos.
3 = Dos veces por trimestre	3 = 50% puede incrementar inoperativos
9 = Ocurre en todos los pedidos	9 = 100% afecta resultados inoperativos

(Fuente: Autor)

El análisis de la matriz causa efecto fue desarrollado con todo el equipo de trabajo, generándose 9 posibles causas (X1 a X9) y sus resultados son presentados en la tabla 27.

TABLA 27
MATRIZ CAUSA - EFECTO

PROCESO DE:	MATRIZ CAUSA - EFECTO	IMPACTO (10)	FRECUENCIA DE OCURRENCIA (7)	TOTAL	
VARIABLES DE INGRESO	Abastecimiento de repuestos				
	X1	Problemas de calidad en equipos VJ1580 genera alta demanda de repuestos, obligando a desarmar máquinas.	3	9	93
	Compra de repuestos				
	X2	Desconocimiento de categoría de rotación de los repuestos que se toman mes a mes de los equipos inoperativos.	0	9	63
	X3	Proveedor se retrasa en despachos	3	1	37
	X4	Pronóstico de compra no incluye repuestos faltantes en equipos inoperativos o garantías.	9	3	111
	X5	Reducción de cantidades en Repuestos con categoría A y B, por proyección de venta.	3	3	51
	X6	Tiempos de desaduanización altos por pagos.	3	0	30
	X7	Pedidos colocados posterior a la fecha de recepción del proveedor, retrasan el despacho en 15 días mas de lo normal.	3	0	30
	X8	Reducción de cantidad por política de no comprar repuestos atípicos, ni costosos.	1	1	17
Reposición de repuestos					
X9	No existe un tiempo estándar de re- instalación de repuestos.	9	9	153	

(Fuente: Autor)

Aplicando Pareto a los resultados obtenidos en la matriz causa – efecto genera la figura 3.13 concentrándose el análisis en 5 posibles causales que generan el 81% de los problemas:

- Tiempo de re-instalación de repuestos.
- Pronóstico de compra no incluye repuestos de inoperativos o garantías
- Problemas de calidad en equipos VJ1580
- Desconocimiento de categoría de rotación repuestos de equipos inoperativos.
- Reducción de cantidades en repuestos tipo A y B, por proyección de venta.

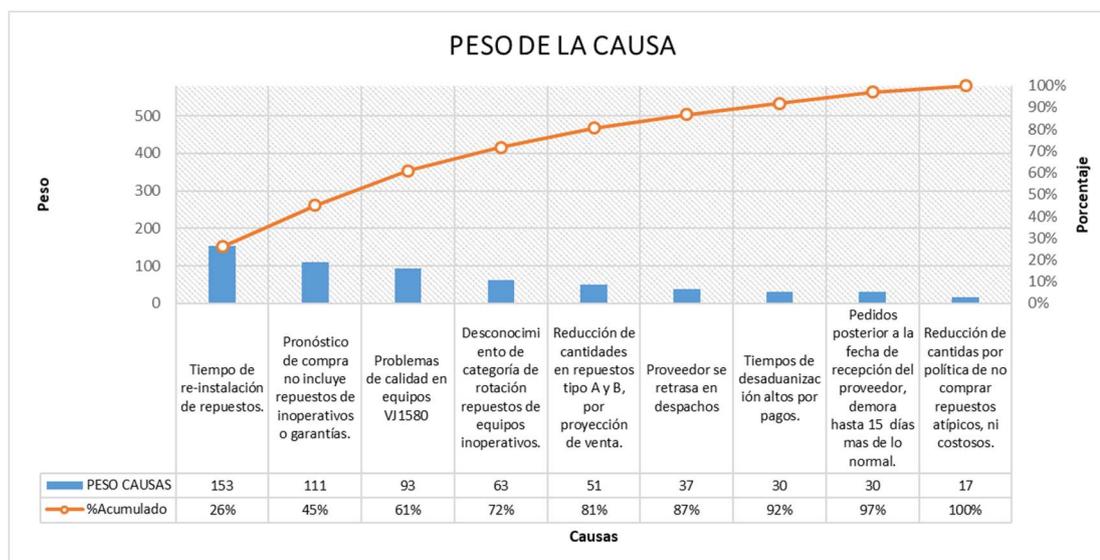


FIGURA 3.13 PRIORIZACIÓN DE CAUSAS DEL ANÁLISIS

(Fuente: Autor)

3.4.3. Aplicación de los 5 ¿Por qué?:

A las 5 posibles causas definidas con el Pareto, son ingresadas en la matriz de la tabla 28 para realizar el análisis de 5 Por qué y definir la causa raíz de las X's ya definidas.

TABLA 28
ANÁLISIS 5 POR QUÉ

POSIBLES CAUSAS (X's Críticas)	¿Por Qué? 1	¿Por Qué? 2	¿Por Qué? 3	¿Por Qué? 4	¿Por Qué? 5
No existe un tiempo estándar de re-instalación de repuestos.	Porque el técnico devuelve el equipo con el repuesto instalado, cuando puede.	Porque no está en su planificación de actividades.	El coordinador de actividades técnicas no está notificado de este requerimiento, y no tenía conocimiento que se debe ejecutar este trabajo.	Porque no existe un indicador que exija que se debe devolver el repuesto al equipo inoperativo en un tiempo máximo.	---
Pronóstico de compra no incluye repuestos de inoperativos o garantías.	Porque el formato de pedido no ha estado adecuadamente actualizado, y el archivo de control de equipos inoperativos no contabiliza los repuestos faltantes, solo los registra.	Porque los formatos fueron desarrollados hace varios años y nadie revisó si son correctos o si requieren actualización.	Porque no se exigía que exista un control de disminución de los inventarios, no se sabe qué tipo de rotación son los repuestos tomados de los equipos inoperativos y no se ha estudiado su variabilidad en el tiempo para que sean considerados en los pronósticos de compra.	---	---
Problemas de calidad en equipos VJ1580	Porque desde su lanzamiento a comienzos del año 2019 ha presentado diferentes problemas de calidad en ciertas piezas.	Todas las máquinas que han presentado el problema están funcionando con la tinta M4X60.	Empezó a fallar el Mixer de tinta del equipo, el mismo que es una pieza de "no cambio" del equipo y el módulo de filtraje que debe cambiarse cada año o 5.000 horas de uso, en ciertas máquinas no duran ni 3 meses.	Porque no se dispone del repuesto Mixer en inventario y de la suficiente cantidad del módulo de servicio, para las máquinas modelo VJ1580 que funcionan con la tinta M4X60 que están presentando problemas de calidad.	
Desconocimiento de categoría de rotación repuestos de equipos inoperativos.	Porque el archivo de registro de inoperativos no tiene un histórico de los repuestos, conforme se los repone se borran del registro.	Porque los encargados de bodega no consideraban necesario tener el histórico de los repuestos.	Porque la estructura del formato del archivo de control de inoperativos, no se presta para poder hacer una estadística del control de los ítems tomados.	---	---
Reducción de cantidades en repuestos tipo A y B, por proyección de venta.	Porque Gerente de logística (que es quien hace la última revisión del pedido) intenta mantener el control del inventario total, evitando que arriben repuestos que puedan convertirse en baja rotación y finalmente queden estacionados.	Porque no están claras las predicciones de inventario de parte del gestor de repuestos.	Porque no es un experto en pronósticos de inventario y los formatos desarrollados son en base a la experiencia adquirida de la compra mensual.	Porque no se ha realizado el estudio del archivo de predicción de repuestos con alguna herramienta de la administración de la cadena de suministros para profesionalizar el proceso de predicción de inventarios.	---

(Fuente: Autor)

La tabla 28 sintetiza los puntos que quedan planteados para la etapa de mejora.

CAPÍTULO 4

4. MEJORA

4.1. Introducción.

En la etapa de mejora, se desarrolló el plan de acción para las 5 causas raíz que se definieron en la etapa final de análisis.

Como un primer paso se desarrolla un plan de acción que enlista las actividades a realizar para atacar cada causa raíz, estas actividades serán definidas como propuesta de mejora e identificadas como PM (propuesta de mejora), posteriormente se presentará el desarrollo de cada PM presentando en algunos casos el antes y el después.

4.2. Mejora – Desarrollo de Planes.

La tabla 29 presenta el plan de acción para cada causa raíz que genera el incremento del inventario inoperativo. La columna causa raíz de la tabla 29, contiene la misma descripción del último “¿por qué?” de cada causa raíz de la tabla 28 del capítulo 3.

PM_x es definido como: Propuesta de mejora “x = 1, 2...5”.

TABLA 29
PLAN DE ACCIÓN PARA LA MEJORA DEL INCREMENTO DE EQUIPOS EN EL
INVENTARIO INOPERATIVO

PLAN DE ACCIÓN - MEJORA				
CAUSA RAÍZ	PROPUESTA DE MEJORA	RESPONSABLES	COSTO	ESTADO
No existe un indicador que exija que se debe de devolver el repuesto al equipo inoperativo en un tiempo máximo.	PM1 1. Ajustar el proceso: Reposición de repuestos a equipos inoperativos, donde debe: * Comunicar a la coordinadora técnica para seguimiento. * Incluir esta actividad en la planificación de los técnicos. * Especificarse el tiempo de devolución de equipo una vez entregado los repuestos. 2. Reestructurar archivo de control de equipos inoperativos, para que pueda medir los tiempos desde que el equipo queda sin repuestos, tiempo de entrega de repuesto a técnicos y devolución del equipo de parte del técnico.	- Gerente de logística. - Jefes Técnicos. - Jefe de proyecto.	\$0	REALIZADO
No se sabe qué tipo de rotación son los repuestos tomados de los equipos inoperativos y no se ha estudiado su variabilidad en el tiempo para que sean considerados en los pronósticos de compra.	PM2 1. Incluir en el archivo de control de equipos inoperativos, la categoría de rotación de cada repuesto tomado de los equipos de inventario inoperativo. 2. Incluir en el proceso: Reposición de repuestos a equipo inoperativos, la publicación de dicho documento debidamente actualizado y consolidando la información de Quito y Guayaquil una vez por mes, antes de desarrollar el pedido de repuestos.	- Gestor de Repuestos. - Gerente de logística.	\$0	REALIZADO
No se dispone del repuesto mixer en inventario y de la suficiente cantidad del módulo de servicio, para las máquinas modelo VJ1580 que funcionan con la tinta M4X60 que están presentando problemas de calidad.	PM3 Opción 1: * Reemplazar la tinta M4X60 por otro código que no genere este problema. Opción 2: * Solicitar al fabricante que mejore la calidad de la tinta M4X60. * Realizar el estudio de las cantidades necesarias de los repuestos que se están dañando prematuramente por este tipo de tinta, para incluirlos en inventario, evitando tomar más piezas de máquinas.	- Jefe técnico. - Gestor de repuestos.	Opción 2 \$102.755	OPCIÓN 2 Parte 1: <i>En proceso</i> Parte 2: <i>Realizado.</i>
La estructura del formato del archivo de control de inoperativos, no se presta para poder hacer una estadística del control de los ítems tomados.	PM4 1. Re-estructurar completamente el archivo de control de equipos inoperativos, para que pueda generar la información en forma estadística para predicciones de compra de repuestos e históricos de los movimientos de los equipos del inventario inoperativo. 2. La re-estructuración del documento debe contemplar un sistema POKA-YOKE , pues los encargados de bodega generan errores al momento de ingresar la información.	- Jefe de proyecto. - Gestor de repuestos.	\$0	REALIZADO
No se ha realizado el estudio del archivo de predicción de repuestos con alguna herramienta de la administración de la cadena de suministros para profesionalizar el proceso de predicción de inventarios.	PM5 1. Tomar como punto de partida la información generada en el estudio del Stock ideal de repuestos, generado en el primer punto de la tabla "Just do it". 2. Definir el modelo del tipo de inventario que maneja la empresa. 3. Realizar el análisis ABC de los repuestos según su demanda mensual, depurar el formato de solicitud de repuestos, considerando los modelos de equipos vigentes. 4. Desarrollar el estudio del nivel máximo hasta el cual ordenar y stock de seguridad, en base al modelo de inventario. 5. Reestructurar el documento para pedidos/compra de repuestos, asegurarse de incluir: * Repuestos de rotación normal. * Repuestos para equipos inoperativos. * Repuestos para suplir garantías.	- Jefe del proyecto. - Gestor de repuestos.	Punto 4 \$16.339	REALIZADO

(Fuente: Autor)

4.2.1. PM1 – Estandarización del tiempo de reposición de repuestos a equipos del inventario inoperativo.

Situación Actual: El procedimiento de reposición de repuestos a equipos inoperativos no realiza una medición de los tiempos en que un equipo se encuentra sin un repuesto y el tiempo que el técnico se toma luego de que este recibe los repuestos considerándose este parámetro como fuera de control.

Mejora:

1. Para el ajuste del proceso de Reposición de repuestos a equipos inoperativos, el 19 de octubre del 2020 se realiza una reunión con los involucrados del proyecto de mejora, donde se resuelven los siguientes puntos:

- Coordinadora técnica realizará seguimiento al cumplimiento de trabajos.
- Se incluye esta actividad en la planificación de los técnicos.
- Se establece tiempo de devolución de equipo una vez entregado los repuestos en máximo 2 días.

Por lo que el proceso de reposición de repuestos queda modificado como se ve en la figura 4.1:

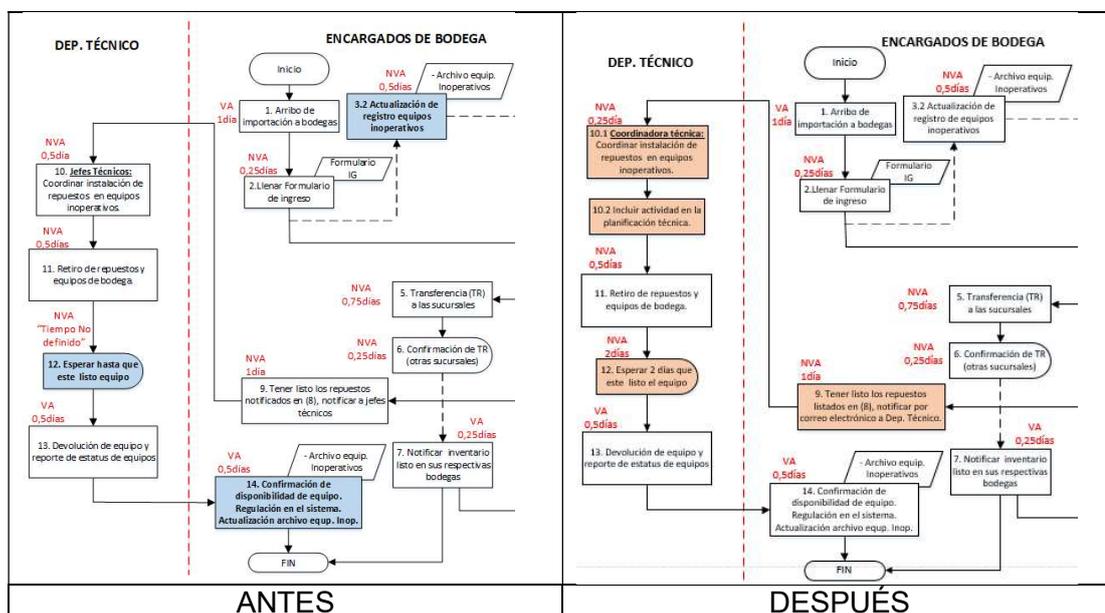


FIGURA 4.1 ANTES Y DESPUÉS PROCESO DE REPOSICIÓN DE REPUESTOS

(Fuente: Autor)

El mismo día de la reunión (19 de octubre), el Gerente de Logística envía un e-mail a todos los involucrados dejando por escrito esta resolución.

- En la misma reunión se realiza el análisis del archivo de control de equipos inoperativos, resolviéndose incluir una columna para el registro de las siguientes fechas:

- Fecha de notificación a taller para retiro de repuestos.
- Fecha de retiro de repuestos por parte de taller.
- Fecha de devolución del equipo por parte de taller.

Antes de la aplicación de esta mejora, únicamente se registraba la fecha de toma del repuesto del equipo y la fecha de devolución del repuesto al equipo.

A partir de esta resolución se desarrolla el proceso de control del ciclo de vida de un repuesto tomado del inventario de equipos inoperativos u operativos. La figura 4.2 presenta el paso a paso del proceso de control de repuestos tomados de máquinas.

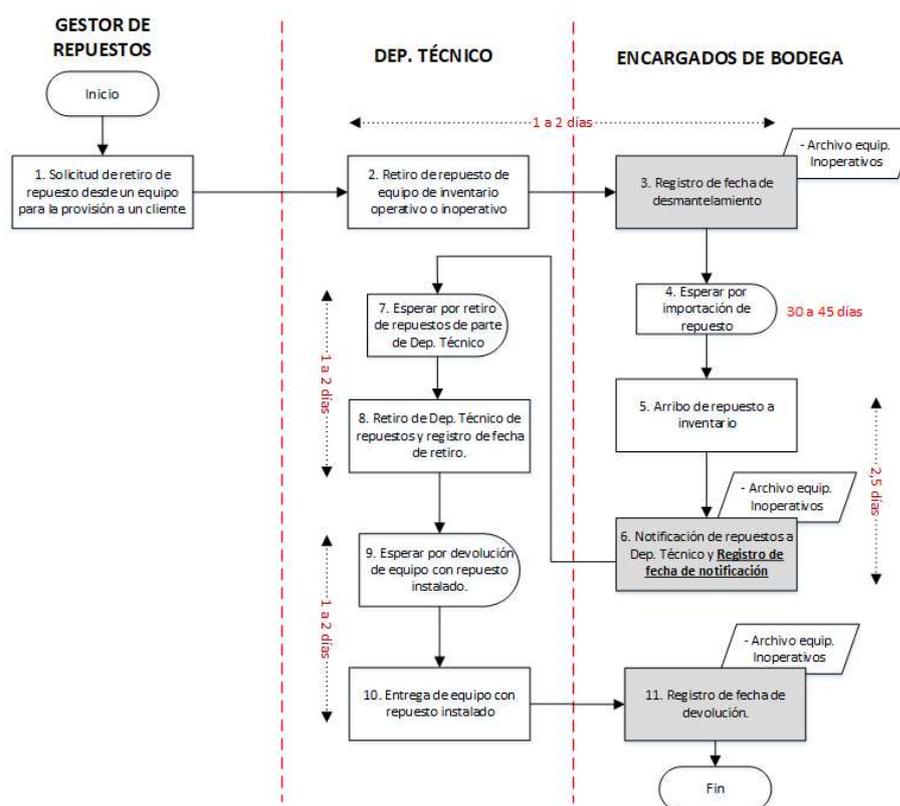


FIGURA 4.2 PROCESO PARA EL REGISTRO Y CONTROL DE REPUESTOS TOMADOS DE MÁQUINAS

(Fuente: Autor)

El manejo del archivo de control de equipos inoperativos y repuestos es responsabilidad de los encargados de bodega. La contabilización de tiempo se lleva a partir del paso 3 de la figura 4.2, a través de la fecha de desmantelamiento hasta la fecha de devolución. El tiempo que un repuesto le toma en regresar al equipo deberá oscilar de entre 53 a 60 días.

4.2.2. PM2 y PM4 – Re-estructuración completa del archivo de control de equipos inoperativos.

El desarrollo de las propuestas de mejora PM2 y PM4 fueron desarrolladas en conjunto pues ambas son ejecutadas sobre el archivo de control de equipos inoperativos.

Situación actual: El archivo de control de inoperativos no permite realizar un estudio estadístico de los repuestos que son tomados de los equipos inoperativos, como se puede ver en la figura 4.3, se visualizan varias pestañas que contienen información duplicada en cada fecha. En total se contabilizan 18 pestañas.

	A	B	C	D	E	F	G	H	
1									
2		29/6/2020							
3									
		SERIE	EQUIPO	FECHA INOPERATIVIDAD	MOTIVO INOPERATIVIDAD	CODIGOS REPUESTOS FALTANTES	REPUESTOS FALTANTES	Tij Regular	
4		172097012TZH	DATAFLEX 6420 107MM RH	NUEVA	23/4/2020	Pronaca Balanceado	216585	cabezal imp	tercer
5		172097012TZH	DATAFLEX 6420 107MM RH	NUEVA					
6		172097012TZH	DATAFLEX 6420 107MM RH	NUEVA					
7		1909311005TZH	VJ6330 PRINTER - RH 53MM	NUEVA		Kellogg	407948	casetera	VEN
8		1909311005TZH	VJ6330 PRINTER - RH 53MM	NUEVA		Kellogg	407941	touch	VEN
9		19093002C22ZH	VJ 1620,STD (70 micron),IP65 POSITI	NUEVA	30/4/2020	NIRSA	399117	teclado	ver
10		17272008C22ZH	VJ 1620, STD, (60 MICRON) IP65, POSI	NUEVA	27/2/2020	Propemar	SP392416	CSB	Garz
11		19235022CE4ZH	VJ 1580 STD WORLD IP55 60 MICRON	NUEVA	21/1/2020	Eurofish	613599	tarjeta de núcleo	Garz
12		19353040CE5ZH	VJ1580 STD WORLD IP55 .70 MICRON	NUEVA	5/6/2020	Para armar equipo	613593	módulo tinta	Garz
13		19353036CE5ZH	VJ1580 STD WORLD IP55 .70 MICRON	NUEVA	4/6/2020	Holcim	613593	módulo tinta	Garz
14		19353037CE5ZH	VJ1580 STD WORLD IP55 .70 MICRON	NUEVA	4/6/2020	Holcim	613593	módulo tinta	Garz
15		19082008PWD	VJ 9550	NUEVA	6/5/2020	Nestle	406315	cabezal impresión	tercer
16		19086004PWD	VJ 9550	NUEVA	5/5/2020	Gisis	406315	cabezal impresión	VEN
17		19086004PWD	VJ 9550	NUEVA	2/6/2020	surindu	406338	touch	Garz
18		19086004PWD	VJ 9550	NUEVA	11/6/2020	surindu	406349	cable comunicación	Garz
19		19082010PWD	VJ 9550	NUEVA	5/5/2020	Gisis	406315	cabezal impresión	VEN
20		17272029C22ZH	VJ 1520, STD, (70MICRON) IP55, POSI	usada	16/6/2020	Ales	399171	bomba de vacío	tercer
21		193530004TZH	DATAFLEX 6530 107MM RH	NUEVA	24/6/2020	Pronaca Balancead	408682	casetera	tercer

FIGURA 4.3 PRIMER ARCHIVO DE CONTROL DE EQUIPOS INOPERATIVOS

(Fuente: Autor)

Antes de la mejora el procedimiento que manejaba el encargado de cada bodega era crear una nueva pestaña en la fecha que se generaba un evento relacionado con el inventario inoperativo: toma de repuesto de un equipo, o devolución de dicho repuesto, y este evento se lo actualizaba en el equipo, borrando dicho registro (cuando era devolución) o se agregaba una fila con la información necesaria cuando se tomaba un repuesto de un equipo. Por tal motivo no se tenía un histórico del equipo del cual se estaba tomando el repuesto.

Mejora: El 01 de julio del 2020 se llevó a cabo una reunión para definir los pasos para realizar la re-estructuración de este archivo de control, donde se planteó el diagrama de Gantt expuesto en la figura 4.4.

RE-ESTRUCTURACIÓN REGISTRO DE CONTROL EQUIPOS INOPERATIVOS		Responsables	JULIO 2020							AGOSTO 2020							
			01-03	06-10	13-15	16-17	20-24	27	28	29-31	03-07	10-13	15	17-21	24-28	31	
1	Depurar información del actual archivo de control.	- Jefe de proyecto. - Encargados de bodega.	■														
2	Transformación del formato del archivo a ingreso de información serialmente.	- Jefe de proyecto.		■													
3	Revisión, análisis de nueva estructura y aprobación.	- Gerente de Logística. - Gestor de repuestos.			■												
4	Puesta en producción - análisis piloto de nueva herramienta.	- Gerente de Logística. - Encargados de bodega.				■	■	■									
5	Revisión de funcionamiento de archivo y comentarios de usuarios.	- Todo el equipo de mejora.						■									
6	Aplicación de Poka-Yoke al registro de control.	- Gestor de Repuestos.							■								
7	Puesta en producción - Archivo de control final.	- Gerente de Logística. - Encargados de bodega.								■	■	■	■	■	■	■	■
8	Revisión de resultados obtenidos.	- Todo el equipo de mejora.												■			

FIGURA 4.4 DIAGRAMA DE GANTT PARA LA RE-ESTRUCTURACIÓN DEL REGISTRO DE CONTROL DE EQUIPOS INOPERATIVOS

(Fuente: Autor)

Actividad 1:

- Se definió un punto inicial eliminando los registros de equipos que ya no estaban en inventario (vendidos) o que ya no se encontraban en el inventario de equipos inoperativos.
- Se ordenó información por equipos. Cada equipo tiene un número de serie única que no se repite de equipo a equipo, de esta manera se agrupó la información para que no esté dispersa.

Actividad 2:

Las 18 pestañas con información fueron convertidas en una sola pestaña, que enlista en forma secuencial la información de cada máquina, y agrupado por el serial de cada equipo. La figura 4.5 encierra en cuadros las secciones de la plantilla y que se explica a continuación:

- **Cuadro con letra A:** encierra toda la información asociada con la máquina con serial 172097012TZH. Los registros están ordenados en base a la fecha de solicitud de cada repuesto.
- **Cuadro con letras B y C:** identifican dos tipos de máquinas diferentes, cuya información esta agrupada por el número de serie única del equipo y ordenada por la fecha que fue solicitado. Esta formación se aplica para el resto de equipos.

- **Cuadro con letra D:** en esta primera versión de nuevo registro de control se incluye una columna para la medición de tiempos de un repuesto pendiente de ser devuelto al equipo del cual se extrajo.

La figura 4.5 presenta un extracto de todo el documento.

SERIE	EQUIPO	FECHA DE SOLICITUD Repuesto	FECHA ENTREGA A TÉCNICO	Lead Time Devolucion repuesto	D MOTIVO INOPERATIVIDAD	CÓDIGO REPUESTO DESINSTALADO	DESCRIPCIÓN REPUESTO DESINSTALADO	CANTIDAD
172097012TZH	DATAFLEX 6420 107MMRH	1-nov-18	3-ene-19	63	Pronaca Balanceado	216583-U	DF/DATAFLEX	1
172097012TZH	DATAFLEX 6420 107MMRH	17-ene-19	1-mar-19	43	Pronaca Balanceado	401609	DF / DATAFLEX	1
172097012TZH	DATAFLEX 6420 107MMRH	25-feb-19	1-mar-19	4	Pronaca Balanceado	216582	DF/DATAFLEX	1
172097012TZH	DATAFLEX 6420 107MMRH	17-feb-20	27-feb-20	10	Pronaca Balanceado	216585	DF/DATAFLEX	1
172097012TZH	DATAFLEX 6420 107MMRH	28-feb-20	6-abr-20	38	Pronaca Balanceado	216585	DF/DATAFLEX	1
172097012TZH	DATAFLEX 6420 107MMRH	23-abr-20		-43944	Pronaca Balanceado	405744	SPARE DATAFLEX	1
19086004PWD	VJ 9550 RH	21-feb-20	30-abr-20	69	Nestle	406315	Spare LPA 10	1
19086004PWD	VJ 9550 RH	5-may-20		-43956	Gsis	406315	Spare LPA 10	1
1909311005TZH	VJ6330 PRINTER - RH 53MM	11-feb-20		-43872	Syrindu	407933	Spare 53mm	1
19082008PWD	VJ 9550 RH	18-jun-19	30-sep-20	470	Gsis	406315	Spare LPA 10	1
19082008PWD	VJ 9550 RH	16-dic-19	30-abr-20	136	Nestle	406315	Spare LPA 10	1
19082008PWD	VJ 9550 RH	6-may-20		-43957	Nestle	406315	Spare LPA 10	1
19082010PWD	VJ 9550 RH	21-feb-20	30-abr-20	69	Nestle	406315	Spare LPA 10	1
19082010PWD	VJ 9550 RH	5-may-20		-43956	Gsis	406315	Spare LPA 10	1
19038006C21ZH	20 STD (70 MICRO) IP55	20-may-19	30-sep-19	133	Itsistec	SP392167	INK SYSTEM	1
19038006C21ZH	20 STD (70 MICRO) IP55	23-may-19	31-jul-19	69	Nivacero	399076	PUMP KIT	1
19038006C21ZH	VJ 1220 STD (70 MICRO) IP55	23-may-19	30-sep-19	130	Tecopesca	399181	Manifold mod	1
19038006C21ZH	VJ 1220 STD (70 MICRO) IP55	8-jul-19	31-oct-19	115	Unilever	399180	Print Module 7	1
19038006C21ZH	VJ 1220 STD (70 MICRO) IP55	23-oct-19	30-dic-19	68	Arrocasa	399181	Manifold mod	1
19038006C21ZH	VJ 1220 STD (70 MICRO) IP55	29-oct-19	30-dic-19	62	Inbalnor	SP392167	INK SYSTEM	1
19038006C21ZH	VJ 1220 STD (70 MICRO) IP55	7-nov-19	30-dic-19	53	Ballsaflex	399180	Print Module 7	1

FIGURA 4.5 EXTRACTO DEL ARCHIVO DE CONTROL DE EQUIPOS INOPERATIVOS, PRIMERA VERSION

(Fuente: Autor)

Actividad 3:

Los Gerentes de Logística y Gestor de repuestos evaluaron la herramienta, su operatividad y versatilidad para el uso de los encargados de bodega y fue aprobada. El 15 de julio se realizó una reunión con los usuarios para que se sociabilice la solución, su objetivo y arranque inmediatamente su uso.

Actividad 4:

A partir del 16 de julio durante una semana y media se puso en marcha el archivo piloto para que sea usado por los encargados de bodega, quienes deberán de reportar cualquier inconsistencia, errores de formato, complejidad de ingreso de información entre otros.

Actividad 5:

El 27 de julio se realiza la revisión de evaluación con todo el equipo de trabajo, teniendo las siguientes mejoras por ejecutarse en el archivo:

- Las siguientes casillas fueron adicionadas para tener información de los repuestos que se toman a los equipos inoperativos, dado que los encargados de bodega olvidan ingresar o ingresan mal:
 - Descripción del repuesto desinstalado:** un mismo número de parte tiene una diferente descripción, dando errores en los análisis.
 - Tecnología:** El encargado de bodega se olvida de llenar este registro, varios registros tienen información otros no.
 - Lead Time Devolución repuesto:** Este registro está contabilizando el tiempo total de devolución de un repuesto, pero no se mide los tiempos del paso a paso en el proceso de devolución de repuestos.

Con la información proporcionada por los encargados de bodega se procede aplicar Poka-Yoke en el registro de control.

Actividad 6:

El documento de control fue estructurado en 4 bloques:

- Registro de equipos desmantelados (Responsable: Encargados de Bodega)
- Registro de fechas (Responsable: Encargados de Bodega).
- Información de repuestos (Responsable: Encargados de Bodega).
- Etapa de devolución repuestos (Responsable: Gestor de repuestos).

REGISTRO DE EQUIPOS DESMANTELADOS										REGISTRO DE FECHAS				
SERIE	EQUIPO	NIU	FECHA DESMANTELAMIENTO	MES SOLICITUD	AÑO SOLICITUD	FECHA DE NOTIFICACION A TALLER PARA RETIRO	FECHA DE RETIRO POR PARTE DE TALLER	FECHA DE DEVOLUCION DEL EQUIPO POR PARTE DE TALLER	PIEZA INSTALADA S / N	CLIENTE	CODIGO REPUESTO SACADO DEL EQUIPO	DESCRIPCIÓN REPUESTO DESINSTALADO		
172097012TZH	DATAFLEX 6420 107MM RH	NUEVA	17-feb-20	feb	2020	27-feb-20			S	Pronaca Balanceado	216585	DF/DATAFLEX PLUS 107mm, THE		
172097012TZH	DATAFLEX 6420 107MM RH	NUEVA	28-feb-20	feb	2020	6-abr-20			S	Pronaca Balanceado	216585	DF/DATAFLEX PLUS 107mm, THE		
172097012TZH	DATAFLEX 6420 107MM RH	NUEVA	23-abr-20	abr	2020	15-jun-20			S	Pronaca Balanceado	405744	SPARE DATAFLEX 6420 107MM		
19086004PVD	VJ 9550	NUEVA	21-feb-20	feb	2020	30-abr-20			S	Nestle	406315	Spare LPA 107 Printhead Assy		
19086004PVD	VJ 9550	NUEVA	5-may-20	may	2020	8-jul-20			S	Gais	406315	Spare LPA 107 Printhead Assy		
1908110051ZH	VJ8330 PRINTER - RH 53MM	NUEVA	11-feb-20	feb	2020	15-abr-20			S	Suredu	407933	Spare 53mm TH(a) Printhead		
19082008PVD	VJ 9550	NUEVA	18-jun-19	jun	2019	30-sep-20			S	Gais	406315	Spare LPA 107 Printhead Assy		
19082008PVD	VJ 9550	NUEVA	16-dic-19	dic	2019	30-abr-20			S	Nestle	406315	Spare LPA 107 Printhead Assy		
19082008PVD	VJ 9550	NUEVA	6-may-20	may	2020	15-jul-20			S	Nestle	406315	Spare LPA 107 Printhead Assy		
19082010PVD	VJ 9550	NUEVA	21-feb-20	feb	2020	30-abr-20			S	Nestle	406315	Spare LPA 107 Printhead Assy		
19082010PVD	VJ 9550	NUEVA	5-may-20	may	2020	15-jul-20			S	Gais	406315	Spare LPA 107 Printhead Assy		
19038006C21ZH	VJ 1220 STD (70 MICRO) IP	NUEVA	20-may-19	may	2019	30-sep-19			S	sisstec	SP382167	INK SYSTEM ASSEMBLY, SPARE		
19038006C21ZH	VJ 1220 STD (70 MICRO) IP	NUEVA	23-may-19	may	2019	31-jul-19			S	Novacero	399076	PUMP KIT		

FIGURA 4.6 EXTRACTO ARCHIVO DE CONTROL DE EQUIPOS INOPERATIVOS – PARTE 1, APLICACIÓN DE POKA-YOKE

(Fuente: Autor)

Explicación de la figura 4.6:

- Cuadro con letra A:** Especifica la fecha de emisión, el encargado de logística debe publicar esta información 10 días antes de la fecha de generación del pedido de repuestos.
- Cuadro con letra B:** Especifica la sección que debe ser llenar por los encargados de bodega.
- Cuadro con letra C:** Se delimita la sección para el registro de equipos

desmantelados.

- **Cuadro con letra D:** Corresponde a la información para el registro de fechas (medición de tiempos).

Explicación de la Figura 4.7:

- **Cuadro con letra B:** Corresponde a la información del repuesto tomado de una máquina, su número de parte, descripción, categoría, a que tecnología representa y para que cliente fue entregado.

RESPONSABLES DE LLENAR: ENCARGADOS DE BODEGA										REGISTRO DEL GE				
REGISTRO DE FECHAS			INFORMACIÓN DE REPUESTOS							ETAPA NOTIFICACION - D				
FECHA DE RETIRO POR PARTE DE TALLE	FECHA DE DEVOLUCION DEL EQUIPO POR PARTE	PIEZA INSTALADA SIN	CLIENTE	CODIGO REPUESTO O SAGADO DEL	DESCRIPCION REPUESTO DESINSTALADO	CANT	TECNOLOGIA	CATEGORIA DE ROTACION DE REPUESTO	Concepto Regularización	# NE	Serie Repuesto nuevo Desinstalado del equipo	OBSERVACIONES	CONCEPTO	TRANSACCION EN LEMS
		S	Pronaca Balanceado	218583-U	DFIDATAFLEX PLUS 107mm, PEEL R	1	TTO	E	tercerizado	5532				
		S	Pronaca Balanceado	401609	DF / DATAFLEX PLUS, 107mm, (W2) S	1	TTO	E	tercerizado					
		S	Pronaca Balanceado	216582	DFIDATAFLEX PLUS 107mm, CASSE	1	TTO	N	tercerizado	5339				
		S	Pronaca Balanceado	216585	DFIDATAFLEX PLUS 107mm, THERM	1	TTO	E	tercerizado	7525				
		S	Pronaca Balanceado	216585	DFIDATAFLEX PLUS 107mm, THERM	1	TTO	E	tercerizado	7582	96-00679			
		S	Pronaca Balanceado	405744	SPARE DATAFLEX 6420 107MM CAS	1	TTO	E	tercerizado	7735				
		S	Neulle	406375	Spare LPA 107 Pinhead Assy	1	LPA	B	VENTA				VENTA	2030-8020
		S	Cisid	406375	Spare LPA 107 Pinhead Assy	1	LPA	B	VENTA					
		S	Surindu	407833	Spare 53mm Ttall Pinhead	1	TTO	C	tercerizado	7614				
		S	Cisid	406375	Spare LPA 107 Pinhead Assy	1	LPA	B	garantía	6455				19111001
		S	Neulle	406375	Spare LPA 107 Pinhead Assy	1	LPA	B	tercerizado	7195	8219050			

FIGURA 4.7 EXTRACTO ARCHIVO DE CONTROL DE EQUIPOS INOPERATIVOS – PARTE 2, APLICACIÓN DE POKA-YOKE

(Fuente: Autor)

Explicación de la Figura 4.8:

- **Cuadro con letra A:** Especifica la sección que debe ser llenado por el gestor de repuestos.
- **Cuadro con letra B:** Maneja la información para la devolución del repuesto al equipo, identificando para que fue tomado, que importación se incluyó su compra para reposición y registros de control de notificación a logística.

DE REPUESTOS					REGISTRO DEL GESTOR DE REPUESTOS - REGULARIZACION						
CATEGORIA DE ROTACION DE REPUESTO	Concepto Regularización	# NE	Serie Repuesto nuevo Desinstalado del equipo	OBSERVACIONES	CONCEPTO	TRANSACCION EN LEMS	TOMAR DE	Fecha Solicud	Stock a la Fecha Solicud	Filtrar X ULTIMO LISTADO DE REGULARIZACION REFORZIADA LOGISTICA	
56	N	Garantía	S141219010		GARANTIA	MMSJUA	TR0219701	30-jun-20	SI		
57	C	Garantía	S141219014		GARANTIA	MMSJUA	V-2263 LCH	30-jun-20	SI		
58	N	Garantía	7870	B191219014	GARANTIA	2030-2090	V-2263 LCH	27-jun-20	SI		
59	C	Garantía	7875	S191219019	GARANTIA	2030-2090	V-2263 LCH	30-jun-20	SI		
60	N	Garantía	7875	S191219019	GARANTIA	MMSJUA	TR0219701	30-jun-20	SI		
61	C	Garantía	8032	IS01420840	GARANTIA	2030-2090	V-2263 LCH	30-jun-20	SI		
62	N	Garantía	7895		GARANTIA	2030-2090	V-2263 LCH	27-jun-20	SI		
63	C	Garantía	7895		GARANTIA	2030-2090	V-2263 LCH	30-jun-20	SI		
64	B	tercerizado	7893	2026868U1	TERCERIZADO	2030-2070	V-2266 LUS	11-ago-20	SI	X	
65	N	Garantía	7895		GARANTIA	2030-2090	V-2263 LUS	20-jun-20	SI		
66	B	tercerizado	7883	2002230U1	TERCERIZADO	2030-2070	V-2266 LUS	11-ago-20	SI	X	
67	N	VENTA	puerto enviado a UJ	PX307606701	VENTA	2030-8020	V-2265 LCH	7-sep-20	SI		
68	MNA	VENTA	Desinstalado en UJO		MMSJUA	MMSJUA	???	22-sep-20	SI		
69	MNA	VENTA	Desinstalado en UJO		???	???	???	???	SI		
70	B	VENTA	Desinstalado en UJO	Confirmado recibid	VENTA	MMSJUA	TR0117888	6-abr-20	SI	X	
71	C	VENTA	Desinstalado en UJO		VENTA	MMSJUA	TR0117888	6-abr-20	SI		
72	B	VENTA	Desinstalado en UJO		VENTA	MMSJUA	TR0117888	6-abr-20	SI		
73	C	VENTA	Desinstalado en UJO		VENTA	MMSJUA	TR0117888	6-abr-20	SI		
74	N	tercerizado	8156		TERCERIZADO	2030-2070	V-2271 LCH	26-ago-20	SI	X	
75	C	Garantía	RNR		GARANTIA	FSN TR	TRM00191	17-ene-21	SI		

FIGURA 4.8 EXTRACTO ARCHIVO DE CONTROL DE EQUIPOS INOPERATIVOS – PARTE 3, APLICACIÓN DE POKA-YOKE

(Fuente: Autor)

Explicación de la Figura 4.9:

Para eliminar los errores y olvidos generados en el ingreso de información de parte de los encargados de bodega (descritos en la actividad 5) se automatiza la generación de información en las columnas pintadas con celeste:

- **Descripción repuesto desinstalado:** Información es extraída de la base de datos con el código o número de parte ingresado por el encargado de bodega.
- **Tecnología:** Campo clasifica automáticamente el número de parte a que tecnología de maquinaria pertenece.
- **Categoría de rotación de repuestos:** Define de forma automática a que categoría (A, B, C...) pertenece el repuesto solicitado.
- **Mes Solicitud, año solicitud:** de igual forma se generan de forma automática, luego que el encargado de bodega ingresa la fecha de desmantelamiento.

CLIENTE	CODIGO REPUESTO	DESCRIPCIÓN REPUESTO DESINSTALADO	CANT	TECNOLOGÍA	CATEGORÍA DE ROTACIÓN DE REPUESTO	Concepto Regularización	# NE	Serie Repuesto nuevo Desinstalado del equipo
Pronaca Balanceado	216583-L	DF/DATAFLEX PLUS 107mm, PEEL R	1	TTO	E	tercerizado	5532	
Pronaca Balanceado	401609	DF / DATAFLEX PLUS.107mm.(1/2) SH	1	TTO	E	tercerizado		
Pronaca Balanceado	216582	DF/DATAFLEX PLUS 107mm,CASSET	1	TTO	N	tercerizado	5939	
Pronaca Balanceado	216585	DF/DATAFLEX PLUS 107mm, THERM	1	TTO	E	tercerizado	7525	
Pronaca Balanceado	216585	DF/DATAFLEX PLUS 107mm, THERM	1	TTO	E	tercerizado	7582	96-00679
Pronaca Balanceado	405744	SPARE DATAFLEX 6420 107MM CAS	1	TTO	E	tercerizado	7735	
Nestle	406315	Spare LPA 107 Printhead Assy	1	LPA	B	VENTA		

EQUIPO	N/U	FECHA DESMANTELAMIENTO	MES SOLICITUD	AÑO SOLICITUD	FECHA NOTIFICATA PARA
6420 107MM RH	NUEVA	17-feb-20	feb	2020	27-fe
6420 107MM RH	NUEVA	28-feb-20	feb	2020	6-ab
6420 107MM RH	NUEVA	23-abr-20	abr	2020	15-ju
J 9550	NUEVA	21-feb-20	feb	2020	30-ai

FIGURA 4.9 GENERACIÓN AUTOMÁTICA DE DATOS COMPLEMENTARIOS

(Fuente: Autor)

Actividad 7:

Una vez realizadas las correcciones ejecutadas en la actividad 6 se procedió a entregar el registro de control a los encargados de bodega para que sea oficialmente usado a partir del 29 de julio.

4.2.3. PM3 – Reemplazo de tipo de tinta o inventario de repuestos para VJ1580.

En la tabla 28 del capítulo 3 (análisis, 5 ¿Por qué?), quedó definido la necesidad de disponer de los repuestos MIXER y filtros en inventario, por lo que el desarrollo de la propuesta de mejora 3, se tienen 2 posibles soluciones:

Opción 1: Reemplazar la tinta M4X60 en todos los equipos que se encuentran funcionando con esta tinta, por otro código que no genere este problema.

Opción 2:

- Reportar al fabricante sobre incidentes con la tinta, para que mejore la calidad de la tinta M4X60.
- Realizar el estudio de las cantidades necesarias de los repuestos que se están dañando prematuramente con este tipo de tinta, para incluirlos en inventario, evitando tomar más piezas de máquinas.

Ambas soluciones van a presentar reducción en la rentabilidad final de los contratos en los clientes que tienen esta tinta, Gerencia General solicita identificar cual es la solución que menos problemas presenta al implementar y que genere la menor pérdida a la rentabilidad.

Recolección de información Opción 1:

Todo equipo de codificación de tecnología inkjet trabaja con una tinta y un solvente (o diluyente) los mismos que son mezclados dentro del mixer o mezclador del equipo como se puede ver en la figura 4.10.



FIGURA 4.10 OPERACIÓN DE UN EQUIPO DE CODIFICACIÓN INKJET

(Fuente: Autor)

Existe una amplia gama de tintas a base de agua, etanol o mek metil cetona, estas variaciones son necesarias debido a los diferentes tipos de empaques de los productos sobre los cuales se debe codificar.

Los rendimientos de estos fluidos están en función del número de impresiones (para el caso de la tinta) y su volatilidad (para el solvente), en la tabla 30 se puede ver el rendimiento de la tinta que está en función del número de caracteres que se imprimirá, por tanto en cualquier caso siempre es el mismo, pero el solvente está en función de la cantidad de horas de trabajo que tiene el equipo.

TABLA 30
RENDIMIENTOS PROMEDIO MENSUAL DE TINTA Y SOLVENTE

Base	Código	Rendimiento		Rendimiento trabajando: 24h / día	Consumo Mensual x eq.
		Tinta	Solvente		
Agua	N/A	85.000.000 caracteres	250 horas	10,42 días	2,88 u
Etanol	Tinta: M4X60 Solvente: M7X12	85.000.000 caracteres	180 horas	7,50 días	4,0 u
Mek metil cetona	Tinta: M4X01 Solvente: M7X01	85.000.000 caracteres	100 horas	4,17 días	7,2 u

(Fuente: Autor)

La tinta similar a la M4X60 que es a base de etanol, es la tinta M4X01 que es a base de mek metil cetona, al realizar este cambio es necesario cambiar el mixer por lo que el presupuesto para esta implementación es presentado en la tabla 31.

TABLA 31
DETALLE DEL COSTO POR EL CAMBIO DE CÓDIGOS DE TINTA

COSTO CAMBIO DE TINTA		CONSUMO MENSUAL DE SOLVENTES	
Número de clientes:	4 u		
Número Total de equipos:	27 u		
TINTA (x 2 unidades)	\$121,92		
SOLVENTE	\$13,37		
MIXER	\$897,98		
Tiempo de cambio: 4h, Costo por hora \$40:	\$160,00		
Total por Equipo:	\$1.193,27		
Total de inversión:	\$32.218,29		
		M7X01-D (Nuevo)	M7X12-D (actual)
		Consumo por Equipo	7,2 u
		Costo Unitario - Solvente	\$15,45
		Costo total por equipo	\$111,24
		Número Total de equipos:	27 u
		Consumo Mensual para todos los equipos	\$3.003,48
		Incremento mensual por cambio de tinta:	\$1.559,52
		Incremento anual por cambio de tinta:	\$18.714,24

(Fuente: Autor)

La inversión para el cambio de tinta es: \$32.218, y el incremento en dólares por el cambio de códigos de tintas anual es de \$18.714,24, teniendo un impacto negativo a la rentabilidad al final del contrato de 4 años en los 4 clientes es de \$107.075 (detallado en la tabla 32). Tiempo de implementación: 3 a 4 meses realizar el cambio en los 27 equipos (4 clientes) tiempo de cambio por equipo de 3 a 4 horas.

**TABLA 32
DETALLE DEL COSTO POR EL CAMBIO DE CÓDIGOS DE TINTA (OPCIÓN 1)**

Años contrato	1año	2año	3año	4año
Costo de cambio tinta (Gasto)	\$32.218,29	---	---	---
Incremento de consumo	\$18.714,24	\$18.714,24	\$18.714,24	\$18.714,24
Total de impacto por cambio de tinta:	\$50.932,53	\$18.714,24	\$18.714,24	\$18.714,24
Pérdida en el margen al final de los contratos:	\$107.075,25			

(Fuente: Autor)

Recolección información Opción 2:

Para que el fabricante pueda realizar ajustes en la tinta que genera problemas en las máquinas, es necesario exportar al menos 1 módulo mixer con la tinta incluido por cliente y su costo es de \$350 por muestra. Adicional al conservar la misma tinta en los equipos, incrementa la frecuencia de cambio del repuesto de filtraje de tinta de 1 al año a 3 por año, esto genera un incremento en el costo del contrato anual de \$19.966 y al final de los 4 años de contrato de \$79.866, los cálculos están detallados en la tabla 33.

**TABLA 33
DETALLE DEL COSTO POR CONSERVAR EL MISMO CÓDIGO DE TINTA EN LOS EQUIPOS (OPCIÓN 2)**

ANÁLISIS SISTEMA FILTRAJE		ANÁLISIS MIXER	
No cambio de tinta - incrementa frecuencia de cambio de filtros		1. Para reclamo de Garantía	
	Costo Repuesto	Costo por exportación de muestras	\$350
Filtraje de tinta	\$284,50	Número de muestras	4 u
Tiempo de cambio: 0,5h	\$20,00	Costo total:	\$1.400,00
Costo por hora \$40:			
	Contrato Presupuestado	Actual - problemas por tipo tinta	2. Por conservar la misma tinta, se dañan los mixer en 1 de cada 5 máquinas al año
Periodo de cambio	12 meses	3,50 meses	
Demanda de repuesto de filtrado anual por máquina	1 u	3,4 u	
Costo anual por máquina	\$304,50	\$1.044,00	
Costo anual por todas las máquinas	\$8.221,50	\$28.188,00	
Incremento anual por problemas de tinta.	\$19.966,50		
Incremento al final del contrato	\$79.866,00		
		Costo Repuesto	
		Mixer de tinta	\$897,98
		Tiempo de cambio: 1h, Costo por hora \$40:	\$40,00
		Total de máquinas	27 u
		Cambio de mixers al año	5,4 u
		Costo anual de mixers en inventario	\$5.065,09
		Costo final de contrato de mixers en inventario	\$20.260,37

(Fuente: Autor)

Por otro lado, se evidencia que pese que mejora el rendimiento del equipo con el cambio de los filtros de tinta 1 de cada 5 equipos se daña el mezclador, por lo que también se debe contemplar este repuesto en inventario cuyo valor es de \$20.260, como se puede ver en la tabla 33.

El valor final de reducción de la rentabilidad de estos contratos por conservar la misma tinta es de \$101.526 (tabla 34).

TABLA 34
PÉRDIDA FINAL POR CONSERVAR LA MISMA TINTA (OPCIÓN 2)

Sistemas de filtraje:	\$79.866,00
Muestras para garantía:	\$1.400,00
Sistema de Mezclado:	\$20.260,37
Pérdida en el margen al final de los contratos:	\$101.526,37

(Fuente: Autor)

Tiempo estimado de implementación de esta solución es: 2 meses, que representa el tiempo de importación para tener el repuesto filtrante de tinta y mixers en inventario, y el tiempo de cambio de los sistemas de filtraje es de 15 a 20min. Los mezcladores serán cambiados cuando la máquina lo requiera y su cambio toma un tiempo de 1 hora.

Matriz de prioridad para PM3:

La tabla 35 resume la información para cada criterio de la matriz de prioridad.

TABLA 35
RESUMEN DE INFORMACIÓN PARA CADA CRITERIO

SOLUCIÓN	IMPLEMENTACIÓN				
	Costo	Tiempo	Técnica	Fácil	Impacto Clientes
OPCIÓN 1: Reemplazo de tipo de tinta	\$107.075,25	4 meses	- La nueva tinta es más amigable con los componentes del equipo. - Se eliminarían problemas futuros.	- Sacar equipo de línea de producción por 3 a 4 horas. - Reemplazo de Mixer. - Proceso de carga de fluidos.	- Comunicado a gerentes o supervisores de producción para planificar mantenimiento. - Instalar equipo de respaldo.
OPCIÓN 2: Consevar el mismo tipo de tinta incrementando inventario de repuestos.	\$101.526,37	2 meses	- La actual tinta es más corrosiva con los componentes del equipo. - Dependientes que el fabricante mejore La tinta en el tiempo.	- Sin desinstalar equipo de línea de producción, en la hora del almuerzo o limpieza de la línea se reemplaza sistema de filtraje. - Tiempo requerido de 15 a 20 minutos.	- Se lo puede planificar como un mantenimiento de rutina.

(Fuente: Autor)

Se considera la siguiente puntuación:

- 4 Mejor.
- 2,5 Aceptable.
- 1 Malo.

**TABLA 36
MATRIZ DE DECISIÓN**

	Costo	Tiempo	Técnica	Fácil	Impacto Clientes	
SOLUCIÓN	10	9	5	5	7	RESULTADO
OPCIÓN 1: Reemplazo de tipo de tinta	1	2,50	4	1	1	64,50
OPCIÓN 2: Consevar el mismo tipo de tinta incrementando inventario de repuestos.	2,50	4	1	4	4	114,00

(Fuente: Autor)

La tabla 36 concluye que la mejor opción para la Mejora de propuesta 3 es la implementación de la opción 2, conservar la misma tinta y preparar el inventario de repuestos para la implementación de esta mejora.

Para la implementación de la PM3, en reunión del 16 de julio se planteó el siguiente cronograma de actividades.

PM3 - CONSERVAR EL MISMO TIPO DE TINTA		JULIO 2020		AGOSTO 2020				SEPTIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE							
	Responsables	20-24	27-31	03-07	10-14	17-21	24-28	01-04	07-11	14-18	21-25	28-30	01-02	04-09	12-16	19-23	26-30	02-06	09-13	16-20	23-27	30	
1	Preparar mezcladores que sufrieron daño por la tinta M4X60 para ser enviados al EEUU para los laboratorios del fabricante.																						
2	Envío de muestras a fábrica.																						
3	Confirmación de recepción de muestra e ingreso en laboratorios.																						
4	Espera de resultados, recomendaciones a aplicar en equipos y prototipos de tinta mejorada.																						
5	Actualización del firmware del equipo. La fábrica realizó una mejora para que ayude al tiempo de vida de los componentes. 27 equipos instalados.																						
6	Incluir en importación de repuestos 5 mezclador de tinta y 30 unidades de filtraje de tinta para este propósito.																						
7	Esperar importación y arribo de repuestos.																						
8	Cambio del sistema de filtraje de tinta a todos los equipos que tienen esta tinta.																						
9	Seguimiento de resultados y reporte a fabricante de resultados y retroalimentación de parte de fábrica.																						

FIGURA 4.11 DIAGRAMA DE GANTT PARA IMPLEMENTACIÓN DE PM3

(Fuente: Autor)

4.2.4. PM5 – Mejora en proceso de pronósticos de compra de repuestos.

Definición del inventario adecuado de repuestos:

Como primer paso para el desarrollo de la mejora del proceso de pronóstico para comprar de repuestos, es necesario definir el inventario adecuado de repuestos que deberá estar en función de los modelos de máquinas que actualmente se encuentran instalados. Por lo que se procedió de la siguiente forma:

- Se entregó a jefes técnicos el inventario de repuestos que actualmente se tiene disponible, para su revisión y análisis.
- Los jefes técnicos generaron un reporte con los repuestos que consideran deben darse de baja del inventario de repuestos, adicional, se incluye la lista repuestos necesarios para los nuevos modelos de maquinaria.

Definición del modelo de revisión de inventario:

El modelo de revisión de inventario que maneja la empresa es de periodo fijo, es decir, cada 30 días se realiza la revisión del inventario y su respectivo pedido de reabastecimiento, el tiempo de arribo del pedido oscila de 30 a 45 días como se puede ver en la figura 4.12 y para efectos de gráfico y cálculos se consideran los 45 días.

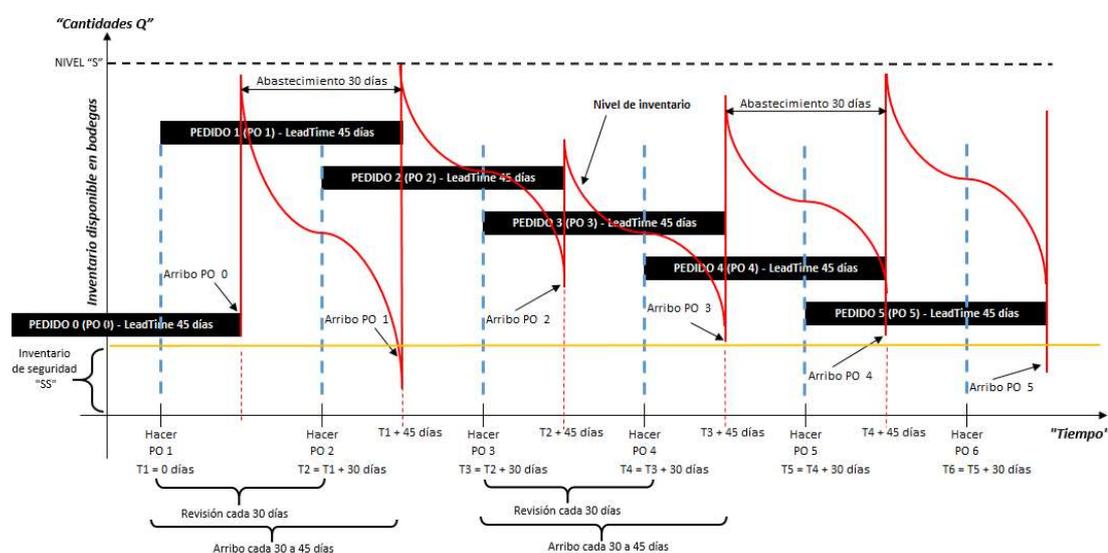


FIGURA 4.12 TIPO DE REVISIÓN DE INVENTARIO DE LA EMPRESA, PERIODO FIJO

(Fuente: Autor)

Nomenclatura utilizada:

- PO: Órdenes de pedido (Purchase Order).

- Tx: Tiempo o fecha en la que se realiza el pedido.
- Línea roja: nivel de inventario.

La figura 4.12 explica que se realiza un pedido en T1 y en promedio 30 días después se realiza la siguiente revisión y compra de repuestos ($T2 = T1 + 30$ días). De igual forma, el pedido realizado en T1 arriba en promedio de 30 a 45 ($T1 + 45$ días).

Pero como lo indica la figura 4.12, los arribos de los PO son escalonados, de forma que mientras está en tránsito un pedido realizado (T3, por ejemplo), el anterior llega en 15 días (T2) y de esta forma todos los meses en un rango de fechas similares cada mes arriban los pedidos.

Análisis ABC de repuestos:

Para el análisis de la rotación, se considera la información de los históricos generados en los últimos tres años considerando como rotación todos los egresos registrados en el sistema como son:

- Venta de repuestos.
- Garantías.
- Autoconsumos: repuestos usados para mantenimiento de equipos propiedad de la empresa.
- Tercerizados: repuestos usados para mantenimiento en los equipos instalados en contratos de arriendo y costos por código.

Se enlistan 695 ítems en el periodo de 3 años (2018, 2019 y 2020).

		2018			2019			2020						Total	Rotacion	Total	Rotacion
		ene	ene	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	últimos 6 meses	últimos 6 meses	últimos 3 meses	últimos 3 meses	
3	216054 CLEANING KIT DATAFL	8	23	28	5	15	9	11	19	16	28	13	96	16	57	19	
4	401016-1580 CONSOLA ACERO INOX	0	0	3	5	8	15	16	23	2	11	8	75	13	21	7	
5	500-0036-57I CONNECTOR, DIN 3 CO	14	8	7	5	17	13	11	9	10	17	14	74	12	41	14	
6	399068 AUTO ALING PRINTHE	15	2	6	3	8	8	11	11	4	15	11	60	10	30	10	
7	SCV-001 SOPORTE CABEZAL	15	2	6	4	8	8	10	11	2	15	10	56	9	27	9	
8	399181 MANIFOLD MODULE A	3	6	4	8	5	11	7	2	10	5	6	41	7	21	7	
9	SP392165 INK SYSTEM ASSEMBL	4	4	3	4	5	7	4	7	2	6	8	34	6	16	5	
10	APC PE63 SUPRESORES DE PICO	0	0	0	0	0	0	19	15	0	0	0	34	6	0	0	
11	375085-03 DETECTOR F.OPTICA (E	5	5	4	3	8	3	4	7	6	7	7	34	6	20	7	
12	SEAU-40512 SENSOR FOTO/DIFUSC	1	0	5	2	3	2	6	8	4	9	4	33	6	17	6	
13	500-0036-57I CONNECTOR,DIN 6 COI	0	0	3	1	1	5	0	2	14	11	0	32	5	25	8	
14	399180 PRINT MODULE 70M Z	6	6	5	10	4	5	5	3	7	4	7	31	5	18	6	
15	399422 PRINT MODULE DECK	0	4	1	1	1	4	3	6	3	3	10	29	5	16	5	

FIGURA 4.13 EXTRACTO DE LA DATA DE TODOS LOS EGRESOS QUE REGISTRA EL SISTEMA

(Fuente: Autor)

En la figura 4.13 se encuadra en la parte superior las herramientas de agrupación que proporciona el EXCEL para agrupar las columnas que contiene la información de los años 2018 y 2019, el análisis es realizado hasta el 30 de septiembre del 2020. A la derecha de la misma figura se encuadra 4 columnas que contabilizan:

- **Total, últimos 6 meses:** suma las cantidades consumidas en los últimos 6 meses.
- **Rotación últimos 6 meses:** calcula el consumo promedio mensual en los últimos 6 meses.
- **Total, últimos 3 meses:** suma las cantidades consumidas en los últimos 6 meses.
- **Rotación últimos 3 meses:** calcula el consumo promedio mensual en los últimos 6 meses.

Se categoriza la rotación de repuestos en base a su demanda mensual con los siguientes criterios:

TABLA 37
CATEGORIZACIÓN DE REPUESTOS SEGÚN SU DEMANDA O ROTACIÓN

CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	ROTACIÓN
A	ALTA	30 DÍAS
B	MEDIA	60 DÍAS
C	BAJA	90 DÍAS
D	ESTACIONARIA	120 DÍAS
E	HUESO	180 DÍAS
N	NUEVO	NULA

(Fuente: Autor)

Categoría A: repuestos que tiene demandas todos los meses.

Categoría B: repuestos que tienen egresos promedio de cada 2 meses.

Categoría C: repuestos que tienen egresos promedio cada 3 meses.

Categorías D y E: son consideradas hueso, teniendo rotación cada 4 meses a un año.

Categoría N: son repuestos nuevos, se desconoce su demanda mensual.

Esta clasificación la pone el sistema DMS de forma automática en base a la rotación que sufre cada repuesto.

Las cantidades obtenidas de rotación mensual es incluido en la base de datos de repuestos de la marca Videojet, que representa un total de 20.205 ítems diferentes.

Estudio del nivel máximo hasta el cual ordenar y stock de seguridad:

Para determinar el nivel máximo al cual ordenar se definen las siguientes nomenclaturas:

- S = Nivel hasta el cual ordenar y estará en unidades.
- SS = Stock de seguridad calculado en unidades.
- D = la demanda mensual (30 días) de repuestos.
- T = el periodo fijo entre revisiones que es de 30 días.
- L = Lead time promedio o tiempo de espera al arribo del pedido, el cual oscila de entre 30 a 45 días y para cálculos se usará 45 días.
- σD = Desviación estándar de la demanda D en 30 días.
- D_{T+L} = Promedio de la demanda en el periodo de 45 días (T+L).
- σ_{T+L} = Desviación estándar de la demanda D_{T+L} (en 45 días).

Por lo que el nivel hasta el cual ordenar queda definido en la siguiente fórmula:

$$S = D_{T+L} + SS \quad \text{F.1}$$

Y para ajustar las cantidades a 45 días, se realizó el siguiente cálculo:

$$D_{T+L} = D_T + \frac{D_T}{30} * 15 \quad \text{F.2}$$

La figura 4.13 presenta el extracto del archivo que se constituye en un formato para el cálculo mensual de los valores preliminares de la Demanda y desviación estándar, los mismos que son cambiantes con el tiempo.

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	A						Total últimos 6 meses	B		C	
		abr	may	jun	jul	ago	sep		Demanda mensual "D" (Promedio UGM)	D _{T+L} (Demanda para 45 días)	σ_D Desviación standard (D)	$\sigma(D_{T+L})$
216054	CLEANING KIT	9	11	19	16	28	13	96	16	24	6,27	7,68
401016-1580	CONSOLA ACER	15	16	23	2	11	8	75	13	20	6,60	8,09
500-0036-578	CONNECTOR, D	13	11	9	10	17	14	74	12	18	2,69	3,29
399068	AUTO ALING PR	8	11	11	4	15	11	60	10	15	3,37	4,12
SCV-001	SOPORTE CABE	8	10	11	2	15	10	56	9	14	3,90	4,78
399181	MANIFOLD MO	11	7	2	10	5	6	41	7	11	3,02	3,70
SP392165	INK SYSTEM ASS	7	4	7	2	6	8	34	6	9	2,05	2,52
APC PE63	SUPRESORES D	0	19	15	0	0	0	34	6	9	8,10	9,92

FIGURA 4.14 EXTRACTO DEL ARCHIVO PARA EL CÁLCULO DE LA DEMANDA Y DESVIACIÓN STANDARD

(Fuente: Autor)

Para la explicación de la figura 4.14 se enmarcan tres secciones que se explican a continuación:

Sección A: se toman los valores de demanda mensual de los últimos 6 meses para cada uno de los repuestos (696 repuestos registrados en estos últimos 3 años) información extraída de la base de datos de la empresa.

Sección B: se calcula la demanda promedio mensual y se redondean sus valores, adicional este valor es transformado a una demanda de 45 días según la fórmula 2.

Sección C: se realiza el cálculo de los valores preliminares para el cálculo del stock de seguridad, el cual queda definido por la fórmula 3:

$$SS = K * \sigma_{T+L} \quad \text{F.3}$$

Donde K es un factor de seguridad el cual dependerá del nivel de servicio.

En la figura 4.14, la desviación estándar de cada repuesto en el periodo de abril a septiembre es calculado con la función de EXCEL (DESVEST.P), y para el cálculo de la desviación estándar a 45 días se procede según la fórmula 4.

$$\sigma_{T+L} = \sigma_D * \sqrt{T + L} \quad \text{F.4}$$

Para el caso del análisis de la empresa, el factor T + L es reemplazado por 1,5 meses (45 días).

Dado a que los listados de repuestos son muy grandes, los cálculos son realizados en hojas de cálculo separadas dentro del mismo archivo EXCEL.

La figura 4.14 lleva tres secciones que se explican:

Sección A: de la hoja de cálculo que contiene las demandas mensuales es extraído el valor de la demanda D, demanda (T+L) cuyos valores en unidades de repuestos son de 176 y 244 respectivamente. Se extrae también los valores de desviación estándar mensual y desviación estándar en T+L.

Sección B y D: se realiza el cálculo del stock de seguridad, aplicando la fórmula 3, el factor K puede ser calculado directamente en la hoja de EXCEL con la función (INV.NORM.ESTAND), lo cual flexibiliza cualquier análisis gerencial, ya que con ajustar el valor del nivel de servicio (CSL) al 80%, 85% o el valor que gerencia esté dispuesto a cubrir, la hoja de cálculo realizará el cálculo del stock de seguridad de forma automática para cada ítem.

El nivel S se calcula aplicando la fórmula 1.

Sección C: calcula el valor del inventario en dólares, tanto del nivel "S", Demanda D_{T+L} y stock de seguridad "SS" y sus valores se ubican en la parte superior de cada columna. Todos los valores son llamados Exwork, es decir costos de fábrica.

Código	Descripción	FOB FINAL CON DESCUENTO	CATEGORÍA ABC SEP 2020	176 u		244 u		61 u		305 u		EXW		
				Demanda mensual "D" (Promedio U6M)	D_T+L (Demanda para 45 días)	σ_D Desviación standard (D)	$\sigma(D_{T+L})$ 45 días	SS (Stock de Seguridad)	S (nivel máximo hasta el cual ordenar)	VALOR DE NIVEL "S"	Costo, D_T+L (Demanda para 45 días)	costo SS (STOCK de Seguridad)		
216054	DATAFLEX, C	\$ 12,56	A	16	24	6,27	7,68	5	29	\$364,32	\$301,51	\$62,81		
20-0036-5	CONNECTOR	\$ 40,68	A	12	19	2,69	3,29	2	21	\$854,26	\$772,90	\$81,36		
399181	Manifold m	\$ 415,81	A	7	10	3,02	3,70	2	12	\$4.989,77	\$4.158,14	\$831,63		
375085-03	DETECTOR, P	\$ 413,21	A	6	9	1,60	1,96	1	10	\$4.132,12	\$3.718,91	\$413,21		
SP392165	INK SYSTEM	\$ 1.208,85	A	6	9	2,05	2,52	2	11	\$13.297,35	\$10.879,65	\$2.417,70		
399422	Print Modul	\$ 415,81	A	5	7	2,54	3,12	2	9	\$3.742,33	\$2.910,70	\$831,63		
SP392167	INK SYSTEM	\$ 1.081,60	A	3	4	0,96	1,17	1	5	\$5.407,99	\$4.326,39	\$1.081,60		
215984	DF/DATAFLE	\$ 674,08	A	2	3	1,07	1,31	1	4	\$2.696,32	\$2.022,24	\$674,08		
399117	DISPLAY DOV	\$ 230,55	A	2	3	0,90	1,10	1	4	\$922,21	\$691,66	\$230,55		
399068	Auto Align P	\$ 26,66	B	10	15	3,37	4,12	3	18	\$479,83	\$399,86	\$79,97		
EAU-4051	SENSOR FOT	\$ 51,00	B	6	8	2,43	2,98	2	10	\$510,00	\$408,00	\$102,00		
399180	Print Modul	\$ 415,81	B	5	8	1,46	1,79	1	9	\$3.742,33	\$3.326,51	\$415,81		
403325	SPARE 32T T	\$ 480,84	B	3	5	1,63	2,00	1	6	\$2.885,07	\$2.404,22	\$480,84		
406315	Spare LPA 10	\$ 743,10	B	3	5	0,82	1,00	1	6	\$4.458,61	\$3.715,51	\$743,10		
215986-U	DF/DATAFLE	\$ 0,36	B	3	4	1,49	1,83	1	5	\$1,80	\$1,44	\$0,36		
395965	SPARE, INK S	\$ 1.499,99	B	3	4	2,54	3,12	2	6	\$8.999,96	\$5.999,97	\$2.999,99		
215965-U	PAD REPLAC	\$ 16,77	B	3	4	2,99	3,66	2	6	\$100,62	\$67,08	\$33,54		
216037-U	DF/DATAFLE	\$ 55,91	B	2	2	0,96	1,17	1	3	\$167,72	\$111,81	\$55,91		
216035	DF/DATAFLE	\$ 168,03	B	1	2	0,75	0,91	1	3	\$504,08	\$336,06	\$168,03		
SP392169	INK SYSTEM	\$ 1.304,34	B	1	2	1,11	1,35	1	3	\$3.913,02	\$2.608,68	\$1.304,34		

FIGURA 4.15 EXTRACTO DEL ARCHIVO PARA EL CÁLCULO DEL NIVEL MÁXIMO HASTA EL CUAL ORDENAR

(Fuente: Autor)

Resumen de valores y cantidades, y políticas stock de seguridad:

En la tabla 38 se presenta el resumen de cada componente del nivel máximo a ordenar S, brindándonos cantidades totales para cada categoría de repuestos (unidades de repuestos), valores (en dólares Exworks) según la categoría de cada repuesto.

TABLA 38
RESUMEN DE VALORES Y CANTIDADES QUE ESTARÁ FORMADO “S”

RESUMEN DE CANTIDADES POR CATEGORÍA PARA LOS COMPONENTES DE "S"								
CATEGORÍA	D _{T+L} (Demanda para 45 días)		SS (Stock Seguridad)		S (nivel máximo hasta el cual ordenar)		ROTACIÓN	PARTICIPACIÓN (S) %
A	88 u	\$29.782,09	17 u	\$6.624,57	105 u	\$36.406,66	30 DÍAS	35,87%
B	72 u	\$24.809,01	22 u	\$8.694,53	94 u	\$33.503,55	60 DÍAS	33,01%
C	59 u	\$14.431,42	22 u	\$6.251,35	81 u	\$20.682,77	90 DÍAS	20,38%
D	4 u	\$500,94	0 u	\$0,00	4 u	\$500,94	120 DÍAS	0,49%
E	18 u	\$7.802,35	0 u	\$0,00	18 u	\$7.802,35	180 DÍAS	7,69%
N	3 u	\$2.597,08	0 u	\$0,00	3 u	\$2.597,08	NUEVOS	2,56%
TOTAL	244 u	\$79.922,89	61 u	\$21.570,45	305 u	\$101.493,34		100%
						PUESTO EN BODEGA:	\$119.254,68	
						Aprobado por gerencia en octubre, Valor PUESTO EN BODEGA:	\$102.915,00	
						Diferencia aplicando la mejora:	\$16.339,68	

Cada fila de la tabla 38 exponen la cantidad en unidades de repuestos y dólares, clasificado por categorías de repuestos. Cada categoría lleva varios números de repuestos que sumadas sus cantidades individuales da el valor expuesto en la tabla 38. Por ejemplo: La categoría A suma entre todos sus repuestos 17 unidades para stock de seguridad.

La demanda D_{T+L} está formada por 244 unidades correspondiente a un valor de \$79.922,89.

El stock de seguridad SS está formado por 61 unidades y se aplica la política de ítems con categoría D, E y N no tendrán stock de seguridad, definidos como inventarios bajo demanda.

El nivel máximo hasta el cual ordenar S contiene 305 unidades de repuestos, sumando \$101.493, cuyo valor puesto en las bodegas de la empresa representan \$119.254, los cuales comparados con los valores autorizados por la empresa (\$102.915 antes de aplicar la mejora) se tiene un incremento de \$16.339 en inventarios, garantizando reducir quiebres de stock con un nivel de servicio del 75%.

Adicional con el fin de actualizar el listado de equipos reservados para desmantelamiento, se revisan los repuestos de categoría D, E y N que al dañarse pueden llegar a parar un equipo pero que ya no estarán en el inventario de repuestos. Con esta información se actualiza la lista de equipos necesarios para cubrir esta demanda y su resumen está en la tabla 39.

TABLA 39
LISTA DE EQUIPOS DE STOCK IDEAL PARA DESMANTELAMIENTOS AL 31 DE OCTUBRE DEL 2020

Modelo	Stock Repuestos	Costo Actual Máquinas
VJ6330	\$8.766,98	\$4.674,29
VJ6420	\$5.804,48	\$5.316,64
1710	\$8.528,13	\$8.017,80
VJ6230	\$5.747,50	\$2.192,86
VJ6530	\$25.389,25	\$6.350,54
1580	\$17.328,51	\$4.639,98
		\$4.639,98
9550	\$8.344,85	\$6.543,59
1860	\$10.262,24	\$7.242,69
Total	\$90.171,94	\$49.618,37
Ahorro en Repuestos:		\$40.553,57

(Fuente: Autor)

El beneficio de actualizar este inventario genera un ahorro de \$40.553 en inventario de repuestos en inventario, es decir, de no tener reservado este listado de máquinas implica que se debe incrementar nuestro inventario de repuestos ideal en \$90.171 más.

Luego de ejecutar la mejora de análisis de inventario y definición de un nuevo stock ideal de repuestos y máquinas, la tabla 40 presenta el antes y después del inventario ideal de equipos inoperativos (aprobado por gerencia general).

TABLA 40
ANÁLISIS DEL ANTES Y DESPUÉS DE APLICAR LA MEJORA

ANTES			DESPUÉS		
SERIE EQUIPO	MODELO EQ.	COSTO	SERIE EQUIPO	MODELO EQ.	COSTO
17X16X001TZH	6420 53MM	\$5.316,64	1904X1100XTZH	VJ6330	\$4.674,29
18x53X02C19ZH	VJ1710, 6M	\$8.017,80	17X16X001TZH	VJ6420	\$5.316,64
18X55X0001TZH	VJ6530 LH	\$6.350,54	18X53X02C19ZH	1710	\$8.017,80
19X49X1008TZH	VJ6330 RH 53MM	\$4.674,29	19X35X40X0TZH	VJ6230	\$2.192,86
19X35X4010TZH	VJ6230 RH	\$1.874,04	18X55X001TZH	VJ6530	\$6.350,54
	Costo Total:	\$26.233,31	19X53X20X54ZH	1580	\$4.639,98
			1X353X19C54ZH	1580	\$4.639,98
			19086XX4PWD	9550	\$6.543,59
			18082XX4C49ZH	1860	\$7.242,69
			Costo Total	\$49.618,37	

(Fuente: Autor)

Reestructuración del archivo para realizar el pedido de repuestos:

El objetivo de este primer punto es definir un formato que realice el cálculo del reabastecimiento "Q" el mismo que se define según la fórmula 5:

$$Q = S - I$$

F.5

Donde:

- S = nivel máximo hasta el cual ordenar.
- I = Cantidad de inventario al momento de la revisión T.

El archivo quedó formado en las siguientes secciones:

- Información de repuestos y cantidades en inventario.
- Repuestos en tránsito.
- Proyección inventario en 45 días.
- Planificación de compra de repuestos.
- Información complementaria de pedidos

INFORMACIÓN DE REPUESTOS Y CANTIDADES EN INVENTARIO						
Código	Descripción	CATEGORÍA	Criterio	305 u	564 u	A
				S (nivel máximo hasta el cual ordenar)	Stock Físico Real Inv12Nov20, 07,39am	Cuan desviado esta el Stock Físico de "S" (q = S - i)
215986-U	DF/DATAF	B	NECESARIO	5	4	1
403357	SPARE 32T	B	NECESARIO	0	0	0
215965	PAD REPL	B	NECESARIO	0	0	0
215965-U	PAD REPL	B	NECESARIO	6	15	0
500-0036-	CONNECT	A	NECESARIO	21	8	13
216054	CLEANING	A	NECESARIO	29	16	13
399085	SOPORTE	D	BAJO PEDIDO	7	30	0
216037	DF/DATAF	D	NECESARIO	0	0	0
SP370551	FILTER BO	E	NECESARIO	0	12	0
207407	VALVE CO	E	NECESARIO	0	9	0
399068	AUTO ALIN	A	NECESARIO	18	38	0
399239-U	FILTER IP5	B	NECESARIO	3	38	0
J501-0030	TUBING V	E	BAJO PEDIDO	0	28	0
403327	SPARE 32T	C	BAJO PEDIDO	0	0	0
399181	MANIFOLD	A	NECESARIO	12	7	5

FIGURA 4.16 EXTRACTO DE LA HOJA DE CÁLCULO PARA LAS CANTIDADES DE REABASTECIMIENTO, PARTE 1

(Fuente: Autor)

La figura 4.16 presenta la primera sección de la hoja de cálculo para las cantidades de reabastecimiento, el cual es nuestro punto de partida. Esta sección enlista todos los números de parte de repuestos de los equipos vigentes con sus descripciones y categoría de rotación (A, B, C, D, E, N), incluye una columna que contiene el criterio de calificación del repuesto, el cual fue definido por los jefes técnicos, puede existir un repuesto de categoría C y que puede ser bajo pedido o al contrario, un repuesto de categoría E y que sea necesario tenerlo en inventario, por tal razón de no existir en inventario simplemente habrá que importarlo.

En esta primera sección se detalla la cantidad máxima a ordenar “S” para cada repuesto, y la cantidad de inventario existente en bodegas en la fecha de realización del cálculo (12 de noviembre del 2020). La figura 4.16 tiene una columna provisional para realizar un estudio cuan desviado está el stock físico real versus el nivel máximo hasta el cual ordenar “S” que es el stock ideal que se debería tener.

“S” está formado por 305 unidades, el stock físico contiene a la fecha del 12 de noviembre del 2020, 564 unidades en inventario, el cálculo de cuanto desviado está el inventario real actual versus el ideal “S” es a través de la diferencia entre las dos cantidades y el condicional de si el stock real es mayor a “S” entonces el valor final es cero.

Por lo que al inventario actual le faltan 126 unidades del “S”, pese a que actualmente tiene 564 unidades, es decir, de las 305 unidades que deberían existir en stock real, solamente 179 unidades existen en stock real y el resto (385 unidades) es un inventario que debe ser revisado por los encargados para poder reducirlo e ir evacuando para no tener producto amortizado.

Para el cálculo de la cantidad de inventario que se dispondrá durante el periodo de revisión T, se define la siguiente fórmula 6:

F.6

$$I = \text{Stock a la fecha} + \text{Total en arribo} - \text{Despachos Pendientes} - D_{T+L}$$

A esta fórmula se aplica un condicional, en caso de ser negativo el valor, ubicar cero. La figura 4.17 presenta el formato completo para el cálculo de la cantidad de reabastecimiento.

Sección A: Repuestos en tránsito, brinda toda la información de los PO (Purchase Order) que se encuentren en arribo en el periodo T de revisión y/o garantías.

Sección B: Proyección inventario en 45 días, detalla los ítems que pueden estar pendientes de despacho y los consumos esperados en este periodo de tiempo de cada uno de los repuestos, en esta sección se realiza el cálculo de “I” según la fórmula 6.

Sección C: la sección contiene un semáforo que se activa automáticamente para una fácil revisión de los ítems que el archivo sugiere comprar o no. Se realiza el cálculo de las cantidades de reabastecimiento “Q” según la fórmula 5.

Sección D: Ejemplo de cálculo.

- Stock físico: 8
- Total en arribo: 25
- Despachos pendientes: 5
- Demanda esperada: 18
- Inventario para el periodo de revisión = $8 + 25 - 5 - 18 = 10$ unidades.
- Cantidad de reabastecimiento = $21 - 10 = 11$ unidades.

INFORMACIÓN DE REPUESTOS Y CANTIDADES EN INVENTARIO				REPUESTOS EN TRÁNSITO					PROYECCIÓN INVENTARIO EN 45 DÍAS				PLANIFICACIÓN DE COMPRA DE REPUESTOS		
Código	Descripción	CATEGORÍA	Criterio	305 u	564 u	133 u	0 u	133 u	97 u	179 u	280 u	426 u	ALERTA	207 u	201 u
				S (nivel máximo hasta el cual ordenar)	STOCK FÍSICO REAL Inv12Nov20 07,39am	EN ARRIBO V-2275 CHINA Y USA	Otro pedido en tránsito	TOTAL EN ARRIBO	DESPACHOS PENDIENTES UNDS	"D" Demanda mensual (May20-Oct20)	D_T+L (Demanda a 45 días)	"I" INVENTARIO (PROYECCIÓN EN 45 DIAS)		Q = S - I (Lote de reabastecimiento) para 45 días	Q = Ajustado (Lote de reabastecimiento) para 45 días
215906	DF/DATAFL	B	NECESARIO	5	4	0	0	0	0	3	5	0	COMPRAR	5	5
403357	SPARE 32T B	B	NECESARIO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NO COMPRAR	0	0
215965	PAD REPLAC	B	NECESARIO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NO COMPRAR	0	0
215965-U	PAD REPLAC	B	NECESARIO	6	15	0	0	0	0	3	4	11	NO COMPRAR	0	0
500-0036	CONNECTOR	A	NECESARIO	21	8	25	0	25	5	12	18	10	COMPRAR	11	11
216054	CLEANING KI	A	NECESARIO	29	16	25	0	25	0	18	27	14	COMPRAR	15	15
399085	SOPORTE DE	D	BAJO PEDIDO	7	30	0	0	0	0	2	4	26	NO COMPRAR	0	0
216037	DF/DATAFL	D	NECESARIO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NO COMPRAR	0	0
SP370551	FILTER BOTL	E	NECESARIO	0	12	0	0	0	0	0	0	12	NO COMPRAR	0	0
207407	VALVE COMB	E	NECESARIO	0	9	0	0	0	0	0	0	9	NO COMPRAR	0	0
399068	AUTO ALING	A	NECESARIO	18	38	0	0	0	0	10	14	24	NO COMPRAR	0	0
399219	FILTER IP55	B	NECESARIO	3	38	0	0	0	0	1	1	37	NO COMPRAR	0	0
J501-0030	TUBING VAL	E	BAJO PEDIDO	0	28	0	0	0	0	0	0	28	NO COMPRAR	0	0
403327	SPARE 32T S	C	BAJO PEDIDO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NO COMPRAR	0	0
399181	MANIFOLD N	A	NECESARIO	12	7	0	0	0	0	6	8	-1	COMPRAR	13	13

FIGURA 4.17 EXTRACTO DE LA HOJA DE CÁLCULO PARA LAS CANTIDADES DE REABASTECIMIENTO, PARTE 2

(Fuente: Autor)

Finalmente, la cantidad de reabastecimiento queda definido como se presenta en la tabla 41, 201 unidades que representan \$84.494, con este pedido se igualan las cantidades del stock real a "S" (nivel máximo de re-orden o stock ideal).

**TABLA 41
COMPARATIVO DE CANTIDADES A ORDENAR VERSUS EL NIVEL MÁXIMO A ORDENAR**

RESUMEN DE CANTIDADES A ORDENAR				
CATEGORÍA	ROTACIÓN	CANTIDADES	CON DESCUENTO	%
A	30 DÍAS	68 u	\$24.917,04	29%
B	60 DÍAS	84 u	\$42.260,72	50%
C	90 DÍAS	39 u	\$10.907,09	13%
D	120 DÍAS	3 u	\$453,20	1%
E	180 DÍAS	6 u	\$4.988,07	6%
N	NULA	1 u	\$968,34	1%
		201 u	\$84.494,46	100%
COSTO PUESTO EN BODEGA:			\$99.280,98	

S (NIVEL MÁXIMO A ORDENAR)		
CATEGORÍA	S (nivel máximo hasta el cual ordenar)	
A	105 u	\$36.406,66
B	94 u	\$33.503,55
C	81 u	\$20.682,77
D	4 u	\$500,94
E	18 u	\$7.802,35
N	3 u	\$2.597,08
TOTAL	305 u	\$101.493,34
COSTO PUESTO EN BODEGA:		\$119.254,68

(Fuente: Autor)

La tabla 41 presenta un comparativo entre las cantidades a solicitar versus en nivel máximo a ordenar, lo que indica que el inventario que existe en bodega se aleja bastante de la necesidad real luego del estudio.

El cuadro se interpreta de la siguiente forma: la Categoría C (por ejemplo) está forma por 16 números de parte que sumando las cantidades de cada número de parte acumulan el valor de 39 unidades, este mismo ejercicio cumple para el resto de las categorías.

Este método de cálculo de repuestos ya fue implementado desde finales de octubre y se llevan dos compras de repuestos en los meses de noviembre y diciembre, donde se puede constatar que los abastecimientos a los inventarios han mejorado.

CAPÍTULO 5

5. CONTROL Y RESULTADOS

5.1. Control.

Con el fin de mantener la continuidad de las mejoras desarrolladas y mejorar día a día los resultados obtenidos, se estableció el siguiente seguimiento de acciones de mejora:

**TABLA 42
SEGUIMIENTO DE ACCIONES DE MEJORA**

¿Qué voy a controlar?	Actividades	¿Cómo?	¿Cuándo?	¿Quién?
Tiempo de retornos de repuestos	Registro de las fechas de: - Desmantelamiento del repuesto. - Notificación a taller de disponibilidad. - Retiro por parte de taller. - Devolución del equipo por parte de taller.	Llenando el registro de equipos inoperativos.	Primer día laboral del mes	Encargados de bodega Guayaquil y Quito.
Estadística de las piezas mayormente desmanteladas.	- Definir la categoría de los repuestos (ABC) y corregir las cantidades de demanda mensual en el cuadro de pedidos.	Comparar resultados obtenidos en el registro de equipos inoperativos y cantidades que tiene el cuadro de pedidos mensuales.	Primer día laboral del mes	Gestor de repuestos
Número de equipos desmantelados.	Descargar de sistema equipos registrados en las bodegas 1025 y 2025.	Verificar que sean instalados los repuestos pendientes.	Cada arribo de repuestos	Gestor de repuestos
El uso continuo de los equipos reservados para equipos inoperativos y no otros equipos	- Asignar un espacio para los equipos inoperativos. - Cada que se solicite un repuesto de equipos, revisar la disponibilidad de los equipos reservados como inoperativos. - Continuamente actualizar el estatus del equipo inoperativo.	- Etiquetar por sistema a los equipos reservados como inoperativos (no serán vendidos). - Ponerlos en una percha y registrar su ubicación. - Consultar registro de inoperativos cada que exista el requerimiento de un repuesto.	Cada vez que exista la necesidad de retirar un repuesto de los equipos inoperativos.	- Gestor de repuestos. - Encargados de bodega Guayaquil y Quito.
Actualización mensual de la cantidad promedio demanda de repuestos.	- Descargar del sistema la demanda de repuestos mensual durante los últimos 6 meses. - Cargar categorizaciones actualizadas en formato de compra de repuestos.	Verificar que las demandas se mantengan, actualizar cuando sea necesario.	Mensual, previo a realizar el pedido de repuestos.	Gestor de repuestos

(Fuente: Autor)

5.2. Resultados obtenidos, medición de tiempos.

El primer punto del plan de acción fue el definir un control sobre los tiempos del ciclo de retorno de un repuesto tomado de un equipo.

PROCESOS DESMANTELAMIENTO DE EQUIPOS		T1	T2	T3
1	Desmantela repuesto hasta su arribo y notificación a taller.			
2	Notificación a taller hasta su retiro			
3	Retiro por parte de taller hasta su devolución a Bodega			

Tiempo total (TT) de un equipo sin respuesto.
 $TT = T1 + T2 + T3$

FIGURA 5.1 TIEMPOS INVOLUCRADOS EN LA TOMA DE REPUESTOS DE EQUIPOS Y SU RETORNO

(Fuente: Autor)

Los tiempos registrados antes de la implementación fueron los siguientes:

T1: 88 días (promedio). Mediante el diagrama de cajas (figura 3.10) los tiempos oscilan entre 52 a 123 días para el arribo de los repuestos a la empresa (luego de la importación) y su notificación al equipo técnico.

T2, T3 y TT: Nunca registrados o controlados.

En la figura 5.2 se presentan los diagramas de caja de los tiempos (T1, T2, T3) registrados a partir del 20 de agosto al 31 de diciembre del 2020.

T1: tiempo promedio de adquisición de repuestos 32 días (1 mes). El tercer cuartil se ubica a 49 días, lo que indica que los repuestos luego de ser retirados de las máquinas están disponibles en bodega de 1 mes a 1 mes y medio posterior y su notificación es inmediata. Existen casos atípicos de 62 y 69 días que corresponden a los primeros registros de agosto, cuando se aplicó la mejora.

T1 antes de la mejora, reduce en un 63,63% después de la mejora.

T2: los tiempos de retiro de parte del equipo técnico oscilan entre 0 a 5 días, promedio 3 días, es decir en máximo una semana el requerimiento es atendido por el equipo técnico.

T3: La mayoría de los casos los equipos son devueltos el mismo día que el técnico retira los repuestos, los casos que se registran en 8 a 15 días corresponden a los primeros casos registrados entre el 20 de agosto y 15 de octubre.

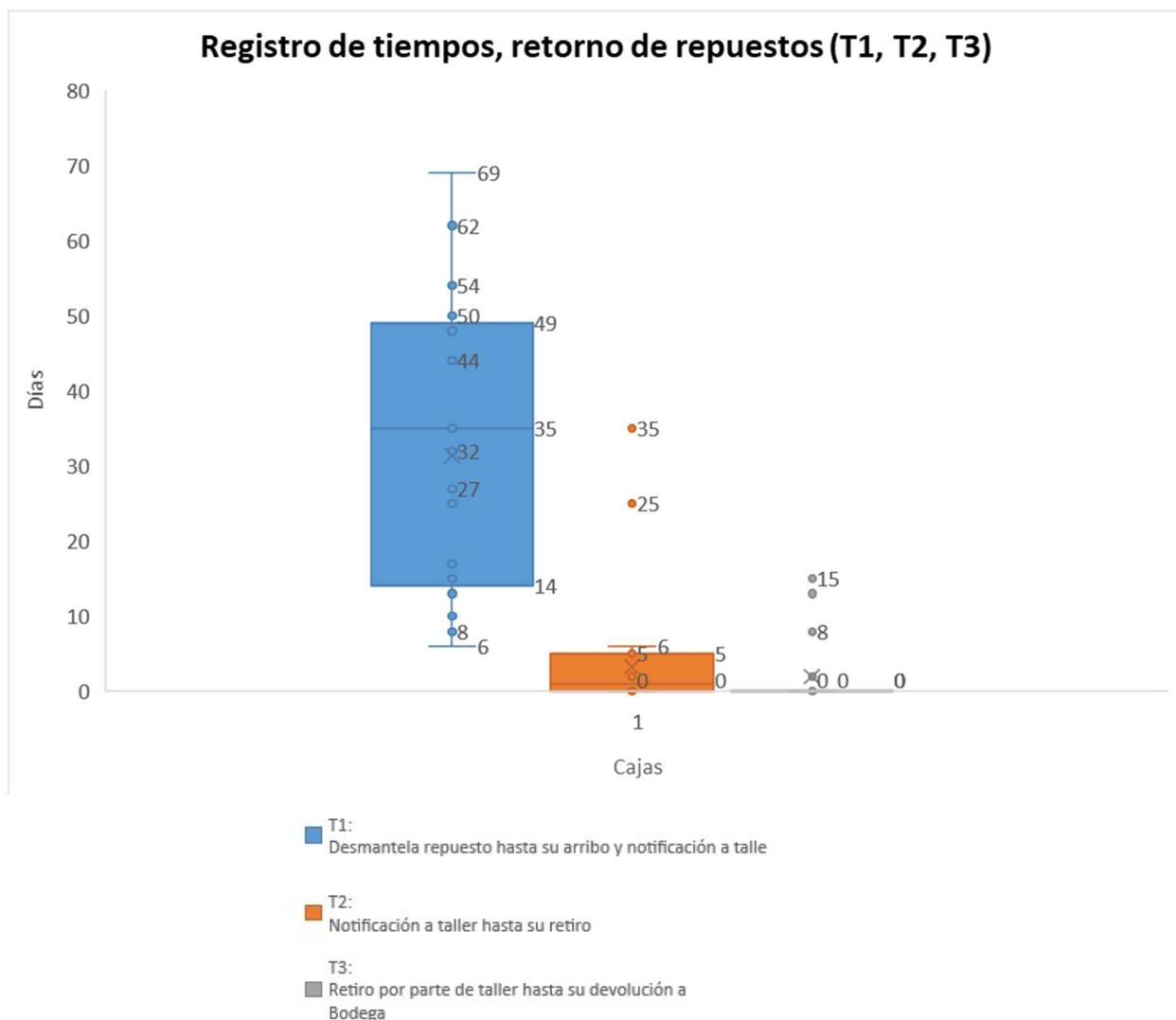


FIGURA 5.2 REGISTRO DE TIEMPOS, RETORNO DE REPUESTOS (T1, T2, T3)

(Fuente: Autor)

La figura 5.3 presenta el diagrama de cajas del tiempo total (TT) en que un repuesto regresa a un equipo, cuyos resultados son comparados con los registrados antes de la implementación de las mejoras. El tiempo promedio que un equipo se encuentra sin repuesto descendió a 36 días (1 mes) que es el tiempo que le toma un repuesto en arribar luego de retirarlo.

El primer cuartil tiene valores de 18 días, son casos en los que se retiró un repuesto y el mismo se encontraba en tránsito, por lo que su devolución es en menos de un mes.

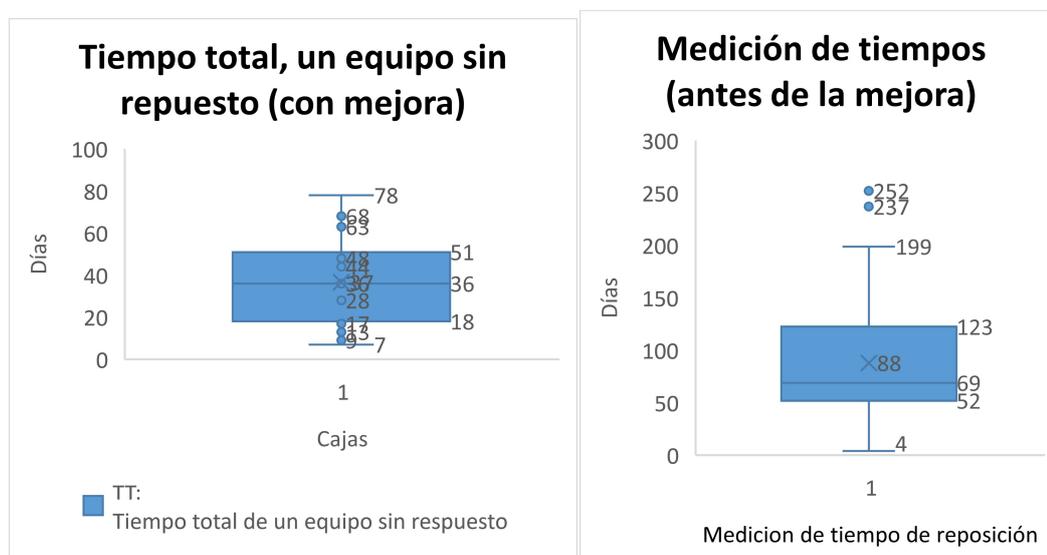


FIGURA 5.3 TIEMPO TOTAL EN QUE UN REPUESTO RETORNA A UN EQUIPO (ANTES Y DESPUÉS)

(Fuente: Autor)

Nuevos estándares:

T1: Tiempo desde desmantelado el repuesto hasta que llega a bodega: de 30 a 45 días.

T2: Tiempo que reacciona el equipo técnico desde que fue notificado: máximo 1 semana.

T3: Tiempo de devolución de equipo con el repuesto desde que el equipo técnico retiró el repuesto de bodega: menor a 2 días.

TT: Tiempo total de un equipo sin repuesto: 30 a 50 días.

5.3. Resultados obtenidos, reducción de inventario inoperativo.

En la figura 5.4 presenta el comportamiento del inventario inoperativo en el año 2020 y comienzos del 2021.



FIGURA 5.4 RESULTADOS OBTENIDOS SOBRE EL INVENTARIO INOPERATIVO DURANTE EL PROCESO DE MEJORA

(Fuente: Autor)

El inventario inoperativo antes de la mejora tenía un promedio mensual valorado en \$119.680, registrándose picos máximos en febrero del 2020 de hasta \$161.006. Una vez empezado el proceso de mejora en la etapa definición empieza a bajar el inventario inoperativo, el promedio se calculó de forma trimestral teniendo de mayo a julio \$100.534, agosto a septiembre un promedio de \$95.121 y finalmente de noviembre a enero de \$91.922.

Existe un incremento en la curva del inventario inoperativo en los últimos meses del 2020 (noviembre y diciembre), debido a que las importaciones se encontraron muy obstruidas por limitación de vuelos internacionales y restricciones en aeropuertos debido a la pandemia del COVID 19 y fechas especiales de fin de año, por ende, existe un cierto crecimiento en noviembre con su respectiva corrección en diciembre.

Para enero del 2021 se corrigieron estos valores, pues se reguló los arribos de las importaciones y retornando poco a poco la normalidad del proceso de desaduanización.

CAPÍTULO 6

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones.

1. El presente proyecto de titulación se enfocó en el estudio de los inventarios de la compañía, brindando relevancia al inventario de equipos inoperativos y su comportamiento de crecimiento ilimitado.
2. Se identificó varias causas raíz de las más relevantes la falta de control en los tiempos de reposición de los repuestos, y una falta de revisión y actualización de los archivos de pronósticos de compra de repuestos, lo cual permitió el desarrollo con el equipo de trabajo de un plan de acción que fue implementado.
3. Las principales herramientas usadas fueron matrices de priorización, análisis de Pareto, diagramas de flujo de procesos, los cuales permitieron focalizar las soluciones a implementar, concentrarse en los problemas que en realidad afectaban al proceso y tomar decisiones que contemplaban todos los vértices a atacar.
4. Una vez implementadas las mejoras se consiguió reducir los tiempos de reposición de repuestos en un 63% es decir se tiene un nuevo estándar que oscila entre 30 a 50 días para que un repuesto retorne a un equipo (sujeto a los tiempos de importación).
5. El valor del inventario de repuestos se redujo en un 21,13% para enero del 2021 al promedio mensual antes del desarrollo del presente proyecto de titulación, es decir, el promedio mensual se redujo a \$91.992 cumpliéndose de esta forma el objetivo principal del presente proyecto.
6. Se consiguió recuperar un promedio de 3 a 4 equipos mensualmente para el inventario disponible para la venta, teniéndose un incremento en el margen bruto de la compañía de \$6.801 por mes.
7. El sistema de control va de la mano con la operación regular de la rotación de los repuestos entre el inventario inoperativo y el proceso de compra, por lo que su implementación no va a generar más carga laboral y por ende pretextos para no ser ejecutada.
8. Al iniciar el proyecto de mejora, las primeras etapas fueron bien acogidas por los actores del proyecto, pero conforme se avanzó se percibió resistencia, dificultad para reunirse, siendo necesario el soporte del gerente general (consejo directivo) y del patrocinador (gerente de logística) para retomar cada etapa, siendo de vital importancia la instrucción a los miembros del equipo de la importancia de las herramientas usadas y sus beneficios no solo para el

proyecto si no para su diarias actividades.

6.2. Recomendaciones.

1. Integrar al nuevo sistema que la empresa está implementando (DMS), los registros de control de equipos inoperativos y el formato para la compra de repuestos, cuyos documentos se los lleva por el momento en una hoja de Excel.
2. Realizar una nueva revisión de los criterios que usará el nuevo sistema (DMS) para la categorización de repuestos, que estén acordes a la operación de la compañía y el negocio de venta de equipos de codificación y sus repuestos.
3. Extender la aplicación de la metodología DMAIC al resto de inventarios que maneja la empresa como son: inventarios de préstamos, por activar y baja anual, que acumulan inventario sin ser disponibles para la venta.
4. Realizar un análisis de la causa raíz de las "X's" que no fueron consideradas por Pareto como son: Tiempos de desaduanización altos por pagos, reducción de cantidades por política de no compra de repuestos atípicos ni costos, que seguro contribuirán para sumar positivamente a resultados ya obtenidos.
5. Brindar una capacitación a todas las gerencias de la empresa sobre la metodología DMAIC, sus beneficios y aplicaciones en cada trabajo, el cual servirá como apoyo para futuros proyectos.
6. En caso de futura variación significativa de la demanda de partes, reevaluar los cálculos realizados para la política de reabastecimiento.

BIBLIOGRAFÍA

- Anis Ben Alaya. (2016). El método Seis Sigma: Mejore los resultados de su negocio. *50Minutos*.
- Chase, Jacobs, A. (2012). Administración de operaciones Producción y cadena de suministros, 12va Edición. In *Foreign Affairs* (Vol. 91, Issue 5).
<https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Chopra, S., & Meindl, P. (2010). *Administracion de Cadena de Suministro*.
<https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Escalante, E. (2005). *Seis-Sigma: metodología y técnicas*. 1–435.
- Gutiérrez Pulido, H., & de la Vara Salazar, R. (2013). *Control estadístico de la calidad y Seis Sigma* (M. G. H. Education (ed.)).
- Heizer, J., Render, B., & Parra, J. L. M. (2015). *Dirección de la producción y de operaciones* (P. Educación. (ed.)).
- Herrera Acosta, R. J., & Fontalvo Herrera, T. J. (2005). *Seis Sigma Métodos Estadísticos y Sus aplicaciones*. 1–435.

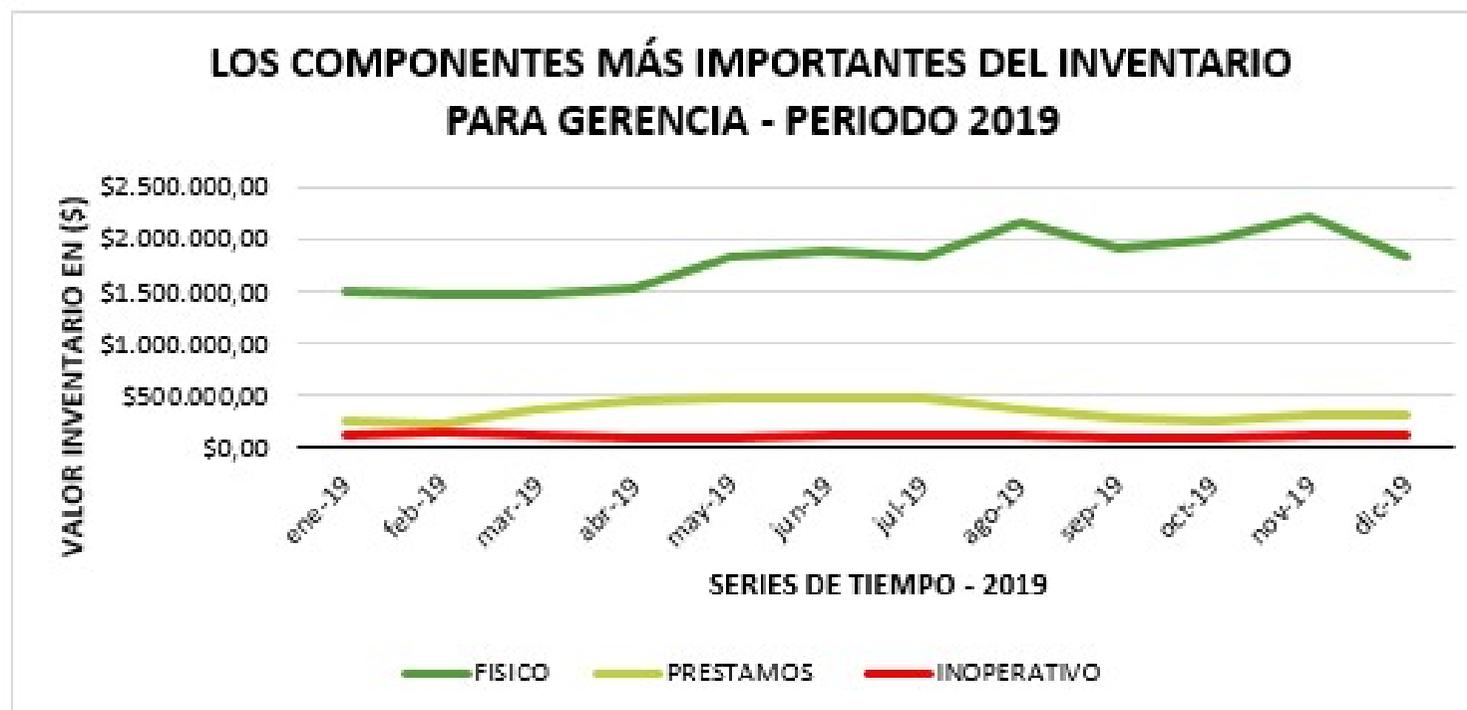
ANEXOS

ANEXO A

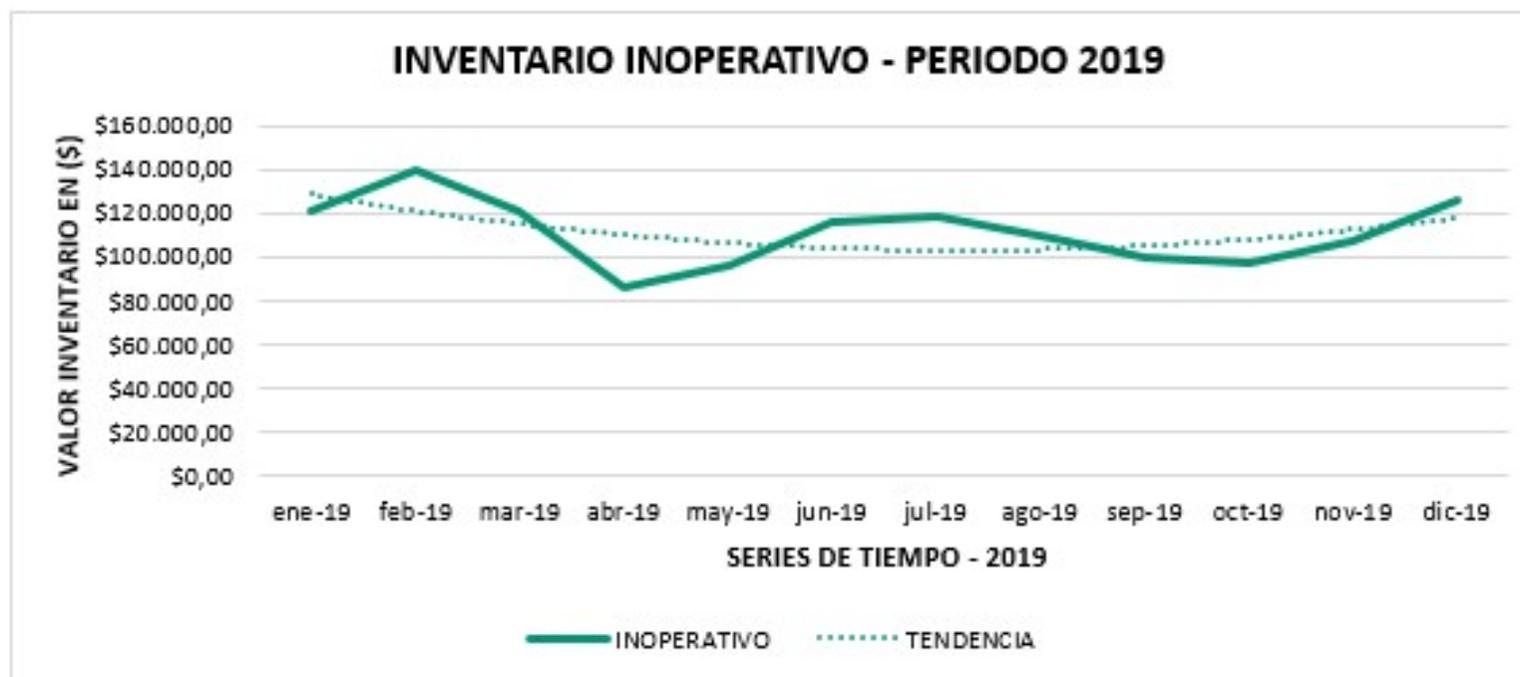
REGISTRO DE COMPONENTES DEL INVENTARIO TOTAL DE LA EMPRESA EN EL TIEMPO PERIODOS 2019, 2020 Y 2021

MES DE REVISIÓN	FÍSICO	PRÉSTAMOS	POR ACTIVAR	INOPERATIVO	BAJA ANUAL	VIRTUALES	BAJA ROTACIÓN
ene-19	\$1.498.747,37	\$247.497,11	\$178.495,68	\$120.320,12	\$85.848,57	\$52.119,16	\$45.113,04
feb-19	\$1.480.024,78	\$218.336,86	\$102.020,21	\$139.453,17	\$85.848,57	\$45.774,49	\$44.877,41
mar-19	\$1.459.307,97	\$365.513,11	\$141.209,87	\$120.360,24	\$87.058,87	\$70.863,85	\$44.680,00
abr-19	\$1.527.287,65	\$455.487,49	\$77.384,46	\$85.763,85	\$88.006,12	\$49.801,92	\$43.217,41
may-19	\$1.824.913,80	\$478.758,93	\$117.423,55	\$95.466,17	\$89.726,39	\$52.168,24	\$43.033,91
jun-19	\$1.885.366,52	\$476.001,71	\$97.817,34	\$115.493,37	\$88.961,84	\$92.235,66	\$44.104,57
jul-19	\$1.831.385,87	\$469.486,65	\$216.760,56	\$118.846,91	\$94.988,15	\$49.364,93	\$40.211,47
ago-19	\$2.147.646,09	\$376.847,03	\$328.320,89	\$109.605,24	\$94.785,02	\$85.030,66	\$39.243,13
sep-19	\$1.913.268,72	\$270.282,79	\$369.440,01	\$99.141,05	\$98.111,29	\$85.760,60	\$36.526,47
oct-19	\$1.987.896,27	\$242.267,44	\$136.088,18	\$96.945,79	\$108.431,06	\$86.199,77	\$33.877,73
nov-19	\$2.209.387,57	\$297.890,45	\$99.545,17	\$107.301,51	\$212.976,05	\$62.165,15	\$1.518,18
dic-19	\$1.814.723,58	\$313.413,82	\$95.354,37	\$125.908,38	\$0,00	\$25.317,49	\$29.610,02
ene-20	\$1.883.310,80	\$247.587,81	\$88.565,20	\$123.230,35	\$6.148,91	\$118.884,77	\$28.943,74
feb-20	\$1.716.740,60	\$294.252,31	\$105.135,00	\$161.006,83	\$6.653,62	\$121.409,38	\$26.274,89
mar-20	\$2.301.373,24	\$276.216,11	\$174.858,37	\$148.825,22	\$18.352,09	\$103.029,13	\$25.579,77
abr-20	\$2.220.333,95	\$307.467,84	\$157.933,65	\$147.222,22	\$18.433,55	\$127.270,34	\$25.136,62
may-20	\$2.136.001,69	\$239.013,75	\$134.429,84	\$98.827,76	\$22.832,13	\$139.653,01	\$23.559,85
jun-20	\$2.240.330,07	\$233.162,11	\$94.382,87	\$124.443,90	\$28.702,25	\$151.649,67	\$20.514,08
jul-20	\$2.029.234,23	\$324.719,62	\$129.023,44	\$78.332,38	\$29.788,68	\$212.298,20	\$19.394,81
ago-20	\$1.997.322,30	\$281.995,02	\$93.713,54	\$80.019,99	\$32.210,87	\$226.085,10	\$18.968,45
sep-20	\$1.900.119,00	\$289.220,56	\$57.953,18	\$100.469,72	\$34.093,72	\$231.395,42	\$18.968,45
oct-20	\$1.985.479,75	\$182.693,86	\$84.807,63	\$104.874,14	\$93.421,69	\$130.534,89	\$18.968,45
nov-20	\$1.704.093,62	\$213.143,95	\$81.700,21	\$118.213,42	\$173.826,92	\$93.230,83	\$16.518,34
dic-20	\$1.695.834,78	\$176.403,24	\$47.050,87	\$97.048,37	\$19.814,96	\$66.583,75	\$27.916,79
ene-21	\$1.832.278,05	\$272.234,09	\$58.096,44	\$60.716,78	\$26.960,48	\$71.251,95	\$47.028,90
feb-21	\$1.757.407,69	\$271.042,97	\$58.096,12	\$60.716,78	\$26.960,48	\$70.881,77	\$45.810,78

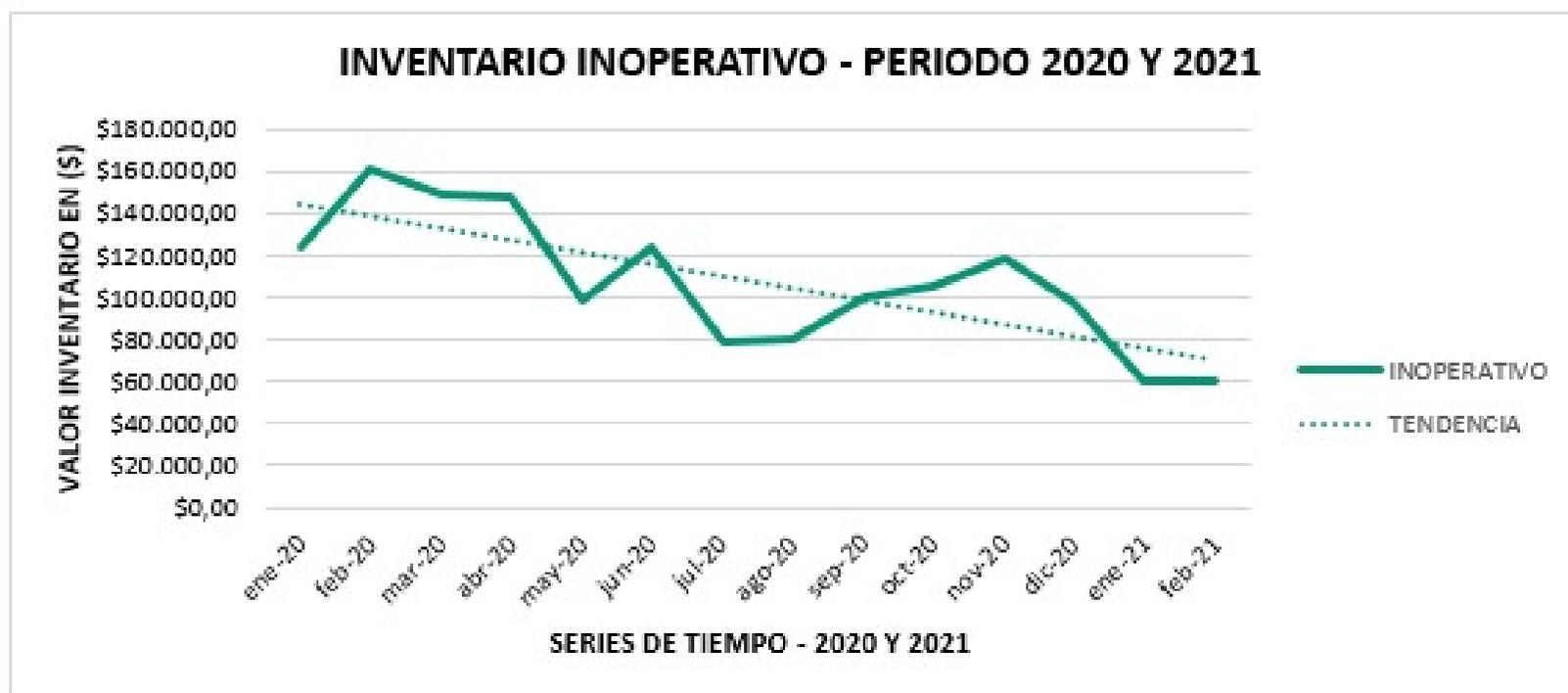
ANEXO A.1

DETALLE DE COMPORTAMIENTO EN EL TIEMPO DE LOS COMPONENTES MÁS IMPORTANTES DEL INVENTARIO CONSIDERADO POR GERENCIA, PERIODOS 2019

ANEXO A.2**DETALLE DE COMPORTAMIENTO EN EL TIEMPO DE LOS COMPONENTES MÁS IMPORTANTES DEL INVENTARIO CONSIDERADO POR GERENCIA, PERIODOS 2020 Y 2021**

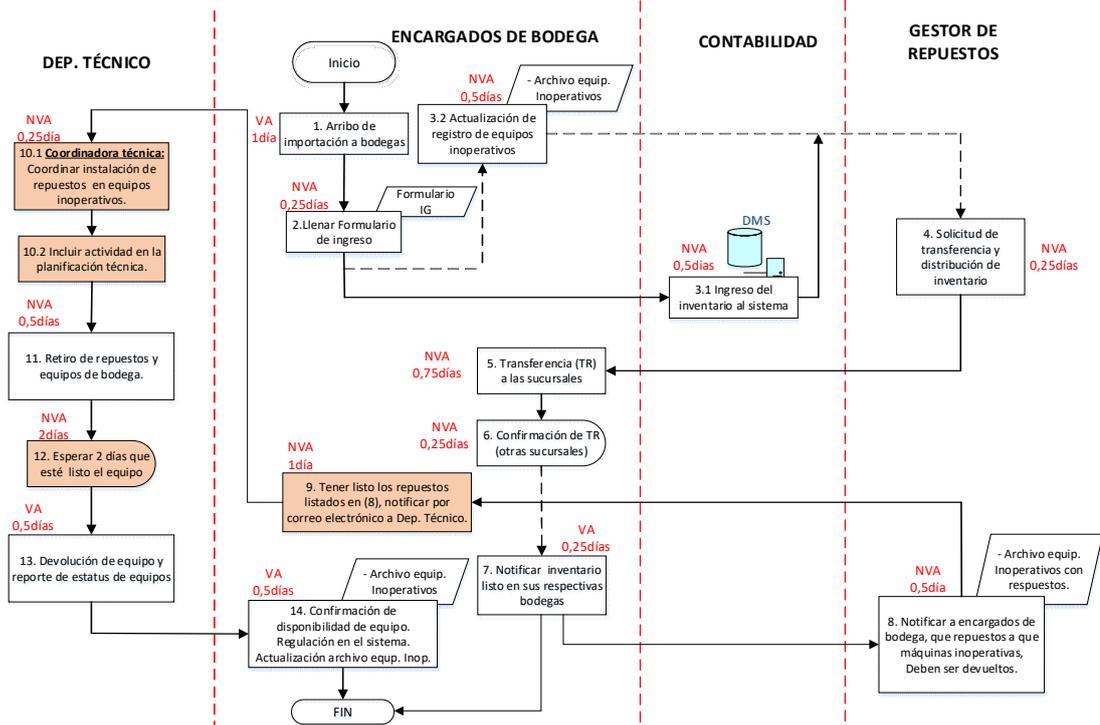
ANEXO A.3**DETALLE DE COMPORTAMIENTO EN EL TIEMPO DEL INVENTARIO INOPERATIVO,
PERIODO 2019**

ANEXO A.4

DETALLE DE COMPORTAMIENTO EN EL TIEMPO DEL INVENTARIO INOPERATIVO,
PERIODOS 2020 Y 2021

ANEXO B

DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO MEJORADO PARA HABILITAR EQUIPOS INOPERATIVOS



ANEXO C

EXTRACTO DEL TABLERO DE CONTROL DE LOS EQUIPOS INOPERATIVOS CON SUS PIEZAS FALTANTES Y EN QUE PO FUE INCLUIDO

DETALLE DE BODEGA								
sábado, 16 de enero de 2021								
RESUMEN DE # EQUIPOS INOPERATIVOS Y # PIEZAS DESMANTELADAS								
AÑO SOLICITUD	(Todas)							
MES SOLICITUD	(Todas)							
Filtrar "X" ULTIMO LIST,X								
Suma de CANT								
SERIE	EQUIPO	CODIGO RE	DESCRIPCIÓN	REPUESTOS	DESINS	TOMAR DE:	Stock a la Fecha Solicitud	Total
19082010PWD	VJ 9550	406315	Spare LPA 107 Printhead Assy			V-2256 US	SI	1
		406317	LPA RH 107mm Printhead Moun			V-2275 USA	NO	1
		406316	LPA 107mm Print Roller Assy			V-2287 USA	NO	1
		406330	Spare LPA Black Ribbon Disc (P			V-2287 USA	NO	1
19086004PWD	VJ 9550	406315	Spare LPA 107 Printhead Assy			V-2256 US	SI	1
		406317	LPA RH 107mm Printhead Moun			V-2275 USA	NO	1
		406316	LPA 107mm Print Roller Assy			V-2287 USA	NO	1
		406330	Spare LPA Black Ribbon Disc (P			V-2287 USA	NO	1
172167001TZH	DATAFLEX 6420 53MM RH	215984	DF/DATAFLEX PLUS 53mm, THER			V-2275 CH	SI	1
2007918005TZH	DATAFLEX 6530 107MM RH	408554	Spare 107mm_TT(iii) Printhead			V-2287 CH	NO	1
19353019C54ZH	VJ1580 STD WORLD IP55 .70 MICRON 3M STRAIGH	613597	SERVICE MODULE 1, 1580			V-2283 CH	SI	1
14353002PWD	VJ 9550 LH WITH 300 TAMP APPLICATOR	406341	Spare LPA Main PCB			V-2275 USA	NO	1
19353022C54ZH	VJ1580 STD WORLD IP55 .70 MICRON 3M STRAIGH	613597	SERVICE MODULE 1, 1580			V-2283 CH	SI	1
19353020C54ZH	VJ1580 STD WORLD IP55 .70 MICRON 3M STRAIGH	613597	SERVICE MODULE 1, 1580			V-2283 CH	SI	1
19353030C54ZH	VJ1580 STD WORLD IP55 .70 MICRON 3M STRAIGH	613585	SPARE, CABLES, IMB, 1580			V-2283 CH	SI	1
		613593	SPARE, MIXER TANK ASSY COMPL			V-2283 CH	SI	1
		613597	SERVICE MODULE 1, 1580			V-2283 CH	SI	1
19171007PWD	VJ 9550 53-LH	407064	Spare LPA 53 Printhead Assy			AÑO 2021	NO	1
19171004PWD	VJ 9550 53-LH	407064	Spare LPA 53 Printhead Assy			AÑO 2021	NO	1
19171003PWD	VJ 9550 53-LH	407064	Spare LPA 53 Printhead Assy			NUEVO RMA	NO	1

ANEXO D

TABLERO DE CONTROL MENSUAL DEL NÚMERO DE PIEZAS PENDIENTES DE INSTALAR EN LOS EQUIPOS DEL INVENTARIO INOPERATIVO

DETALLE DE BODEGA

sábado, 16 de enero de 2021

PIEZAS POR COLOCAR EN # EQUIPOS INOPERATIVOS

AÑO SOLICITUD	(Todas)	
MES SOLICITUD	(Todas)	
Filtrar "X" ULTIMO LISTADO	X	
Stock a la Fecha Solicitud	SI	
Suma de CANT		
SERIE	EQUIPO	Total
19082010PWD	VJ 9550	1
19086004PWD	VJ 9550	1
172167001TZH	DATAFLEX 6420 53MM RH	1
19353019C54ZH	VJ1580 STD WORLD IP55 .70 MICRON 3M STRAIGHT	1
19353022C54ZH	VJ1580 STD WORLD IP55 .70 MICRON 3M STRAIGHT	1
19353020C54ZH	VJ1580 STD WORLD IP55 .70 MICRON 3M STRAIGHT	1
19353030C54ZH	VJ1580 STD WORLD IP55 .70 MICRON 3M STRAIGHT	3
18053002C19ZH	VJ1710, 6M STRAIGHT UMBILICAL , IP55 ,70MICRON POSITIVE AIR PUMP	1
20218019C54ZH	VJ1580 STD, WORLD, IP55, 60 MICRON, 3M STRAIGHT	1
Total general		11

ANEXO E

EXTRACTO DEL TABLERO DE CONTROL DE LA ESTADÍSTICA DE PIEZAS MAYORMENTE DESMANTELADAS DE LOS EQUIPOS DEL INVENTARIO INOPERATIVO

DETALLE DE BODEGA
sábado, 16 de enero de 2021
ESTADISTICA DE # PIEZAS MAYORMENTE DESMANTELADAS

AÑO SOLICITUD	(Todas)		
MES SOLICITUD	(Todas)		
Suma de CANT			
CODIGO REPUESTO SACADO DEL EQUIPO	DESCRIPCIÓN REPUESTO DESINSTALADO	CATEGORIA DE ROTACION DE REPUESTO	Total
613597	SERVICE MODULE 1, 1580	C	22
406315	Spare LPA 107 Printhead Assy	B	9
613593	SPARE, MIXER TANK ASSY COMPLETE, 1580	N	8
399180	Print Module 70micron	B	6
SP392167	INK SYSTEM ASSEMBLY, SPARE, 1220, WITHOUT PUMP	A	5
399181	Manifold module assy spares	A	5
216585	DF/DATAFLEX PLUS 107mm, THERMAL PRINthead ASSY	E	4
399117	DISPLAY DOOR ASSEMBLY, CALYPSO, EUROPEAN	A	4
216049	DF/DATAFLEX PLUS, 53mm, MANDREL BODY ASSEMBLY	C	4
613594	SPARE, MAIN CONTROL BOARD (MCB), 1580	N	3
407941	Spare TT(iii) LCD w/Touch	C	3
407064	Spare LPA 53 Printhead Assy	N	3
399076	PUMP KIT	B	2
407933	Spare 53mm TT(iii) Printhead	C	2
216035	DF/DATAFLEX PLUS, LINEAR SLIDE ASSY	B	2
613585	SPARE, CABLES, IMB, 1580	N	2
SP500095	SPARE PCB 1 BOARD WIRING ASSEMBLY	C	2
399171	Gutter Pump Kit	B	2
406330	Spare LPA Black Ribbon Disc (Pk 5)	N	2
406316	LPA 107mm Print Roller Assy	N	2