

**UNIVERSIDAD HISPANOAMERICANA**

**INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**TESINA PARA OPTAR POR EL  
BACHILLERATO EN INGENIERÍA  
INDUSTRIAL**

**TÍTULO:**

**MEJORA EN EL PROCESO DE PLANEACIÓN Y  
PRONÓSTICO PARA LOS CONSUMIBLES DE  
ALTA DURACIÓN EN LOS PRODUCTOS DE  
IMPRESIÓN DE HP INC EN AMERICA PARA LOS  
MESES DE OCTUBRE 2019 A ENERO 2020**

**SUSTENTANTE:**

**JOEL SPENCER MONGE**

**TUTOR:**

**NAHUM MONTIEL SALAS**

**MAYO, 2020**

# Tabla de Contenidos

I. ÍNDICE DE TABLAS .....	1
II. ÍNDICE DE FIGURAS .....	2
III. DEDICATORIA.....	3
IV. AGRADECIMIENTOS.....	4
V. CARTA DEL TUTOR .....	5
VI. ACRÓNIMOS Y SIGLAS .....	6
VII. RESUMEN EJECUTIVO.....	7
CAPÍTULO I .....	8
INTRODUCCIÓN .....	8
A. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO .....	9
B. IDENTIFICACIÓN DE LA EMPRESA O INSTITUCIÓN .....	11
1. <b>Generalidades:</b> .....	11
2. <b>Equipos de escritorio y de impresión:</b> .....	12
3. <b>Organigrama</b> .....	13
4. <b>Aspectos estratégicos de HP Inc:</b> .....	14
C. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	15
D. JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA .....	17
E. OBJETIVOS DEL PROYECTO .....	18
1. <b>Objetivo general:</b> .....	18
2. <b>Objetivos específicos:</b> .....	18
F. ALCANCES Y LIMITACIONES.....	19
1. <b>Alcances</b> .....	19
2. <b>Limitaciones</b> .....	19
CAPÍTULO II .....	20
MARCO TEÓRICO.....	20
G. MARCO CONCEPTUAL GENERAL RELATIVO A LA CARRERA .....	21
1. <b>Ingeniería Industrial</b> .....	21
2. <b>Cadena de suministros</b> .....	22
3. <b>Importancia e impacto de una cadena de suministro</b> .....	22
4. <b>Administración y control de inventarios</b> .....	23
5. <b>Clasificación de inventarios según su clase</b> .....	23

6.	<b>Inventario de Productos Terminados</b> .....	24
7.	<b>El sistema ABC</b> .....	24
8.	<b>Puntos de reorden e inventario de seguridad</b> .....	25
9.	<b>Pronósticos de la demanda</b> .....	27
10.	<b>¿Como hacemos un pronóstico?</b> .....	28
11.	<b>Pronóstico de la demanda promedio móvil simple</b> .....	28
12.	<b>Pronóstico de la demanda promedio móvil ponderado</b> .....	29
13.	<b>Medición del error del pronostico</b> .....	30
14.	<b>Método de descomposición</b> .....	31
15.	<b>Método Winter</b> .....	31
16.	<b>Método ARIMA</b> .....	32
17.	<b>Método proyección de tendencias</b> .....	32
18.	<b>Trazabilidad</b> .....	32
19.	<b>Costos de los inventarios</b> .....	32
20.	<b>Costo de mantener inventarios</b> .....	33
21.	<b>Costo de pedir</b> .....	34
22.	<b>Daños y deterioro</b> .....	34
23.	<b>Logística</b> .....	35
24.	<b>La Productividad</b> .....	36
25.	<b>Calidad</b> .....	37
H.	<b>MARCO CONCEPTUAL ATINENTE A LA GESTIÓN DEL PROYECTO</b> .....	38
1.	<b>El método Six Sigma</b> .....	38
2.	<b>DMAIC</b> .....	40
3.	<b>Definir</b> .....	41
4.	<b>Medir</b> .....	42
5.	<b>Analizar</b> .....	42
6.	<b>Mejorar</b> .....	43
7.	<b>Controlar</b> .....	44
8.	<b>Filosofía “Lean Manufacturing”</b> .....	44
9.	<b>Principales herramientas de la filosofía “Lean Manufacturing”</b> .....	45
I.	<b>EL MARCO CONCEPTUAL REFERENTE AL IMPACTO DEL PROYECTO</b> .....	52
J.	<b>ANTECEDENTES DE PROYECTOS O EXPERIENCIAS SEMEJANTES</b> .....	53

1. El caso Toyota.....	54
2. Teorías y postulados relacionados:.....	55
CAPÍTULO III .....	56
MARCO METODOLÓGICO .....	56
K. METODOLOGÍA PARA LA DEFINICIÓN DEL PROBLEMA .....	57
L. METODOLOGÍA PARA LA MEDICIÓN Y RESPALDO CUALITATIVO DE PROYECTO .....	57
1. Observación:.....	57
2. Lluvia de ideas:.....	58
3. Análisis de datos:.....	58
M. METODOLOGÍA PARA LA PROPUESTA DE MEJORA, CONSTRUCCIÓN O PUESTA EN PRÁCTICA DE UN NUEVO PROCESO, PRODUCTO O SERVICIO ..	59
1. Etapa de definir:.....	59
2. Etapa de medir:.....	59
3. Etapa de análisis:.....	60
4. Etapa de implementación y control: .....	60
N. METODOLOGÍA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO .....	61
O. METODOLOGÍA PARA LA VERIFICACIÓN, ASEGURAMIENTO, CONTROL Y SEGUIMIENTO DE RESULTADOS .....	62
1. Días promedio máximo para la entrega del material .....	62
2. El nivel de abastecimiento mensual.....	63
CAPÍTULO IV:.....	64
LÍNEA BASE Y ANÁLISIS DE CAUSAS .....	64
P. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DEL PROCESO ACTUAL .....	65
1. Proceso de planeación actual: .....	65
2. Diagrama de flujo proceso de planeación actual:.....	67
3. Indicadores actuales .....	69
4. Diagrama Ishikawa proceso de planeación actual: .....	75
5. Diagnóstico del proceso actual .....	80
CAPÍTULO V:.....	83
DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LA SOLUCIÓN .....	83
Q. PROPUESTAS DE MEJORA PROCESO DEL PRONÓSTICO Y PLANEACIÓN ACTUAL .....	84

<b>1. Implementación de las herramientas en Minitab para la planeación proactiva</b> .....	84
<b>2. Estandarización – flujo proceso de planeación proactivo</b> .....	94
<b>3. Desarrollo de indicadores en cada planta de almacenamiento o bodegas</b> 94	
<b>4. Cronograma proyecto de mejora proceso de planeación</b> .....	99
<b>5. Análisis costo-beneficio</b> .....	100
<b>6. Análisis de la mejora en el proceso</b> .....	102
<b>CAPÍTULO VI:</b> .....	108
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> .....	108
<b>R. CONCLUSIONES GENERALES</b> .....	109
<b>S. RECOMENDACIONES</b> .....	110
<b>VIII. ANEXOS</b> .....	112
<b>A. ANEXO HOJA DE REGISTRO DE TUTORÍAS</b> .....	112
<b>IX. BIBLIOGRAFÍA</b> .....	113
<b>X. APÉNDICES</b> .....	115
<b>XI. DECLARACIÓN JURADA</b> .....	120
<b>XII. CARTA DEL LECTOR</b> .....	121

## I. ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 - Niveles de seis sigma .....	40
Tabla 2 - Cantidad de órdenes no despachadas a tiempo por causa o problema .....	78
Tabla 3 - Análisis de los 5 ¿Por qué?.....	80
Tabla 4 - Análisis ABC línea producto 65 categoría A.....	81
Tabla 5 - Análisis ABC línea de producto UD Categoría A.....	81
Tabla 6 - Análisis promedio móvil y centro promedio móvil 6 meses .....	92
Tabla 7 - Costos del proyecto .....	100
Tabla 8 - Tabla comparativa gastos envíos aéreos antes y después del proyecto .....	101
Tabla 9 - Ventas de los últimos dos años de la línea de Producto UD (A4) .....	115
Tabla 10 - Ventas de los últimos dos años de la línea de Producto 65 (A3) .....	116

## II. ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Organigrama departamento de planeación de consumibles para la región de America .....	13
Figura 2 - Comportamiento de la demanda .....	28
Figura 3 - Metodología DMAIC .....	41
Figura 4 - Ejemplo de Diagrama de Pareto .....	46
Figura 5 - Ejemplo de Ishikawa .....	48
Figura 6 - Ejemplo de diagrama de flujo .....	49
Figura 7 - Simbología diagrama de flujo .....	50
Figura 8 - Diagrama de dispersión .....	51
Figura 9 - Diagrama Gantt .....	52
Figura 10 - Diagrama de flujo-proceso de planeación actual .....	67
Figura 11 - Días promedio mensual el Canada .....	69
Figura 12 - Días promedio mensual en Estados Unidos .....	70
Figura 13 - Días promedio mensual en Argentina .....	71
Figura 14 - Días promedio mensual en Brasil .....	72
Figura 15 - Días promedio mensual en Mexico .....	73
Figura 16 - Diagrama Ishikawa proceso de planeación actual .....	75
Figura 17 - Diagrama Pareto - Problemas o causas en proceso de planeación actual .....	78
Figura 18 - Resumen estadístico gráfico de los datos .....	85
Figura 19 - Análisis de series de tiempo .....	86
Figura 20 - Análisis de tendencia .....	87
Figura 21 - Análisis por método Winter .....	88
Figura 22 - Análisis por descomposición .....	90
Figura 23 - Análisis promedio móvil .....	91
Figura 24 - Pronóstico original vs Pronóstico método Winter .....	93
Figura 25 - Días promedio antes y después de implementación en Canada .....	95
Figura 26 - Días promedio antes y después de implementación en Argentina .....	96
Figura 27 - Días promedio antes y después de implementación en Mexico .....	97
Figura 28 - Días promedio antes y después de implementación en Brasil .....	98
Figura 29 - Diagrama Gantt Cronograma proyecto de mejora .....	99
Figura 30 - Días promedio antes y después de implementación en Argentina .....	103
Figura 31 - Días promedio antes y después de implementación en Mexico .....	103
Figura 32 - Días promedio antes y después de implementación en Brasil .....	104
Figura 33 - Nivel de abastecimiento en Argentina .....	105
Figura 34 - Nivel de abastecimiento en Mexico .....	105
Figura 35 - Nivel de abastecimiento en Estados Unidos .....	106
Figura 36 - Nivel de abastecimiento en Canada .....	106
Figura 37 - Nivel de abastecimiento en Brasil .....	107

### **III. DEDICATORIA**

Al primero que quiero dedicar esta tesina es a Dios porque me dio la fuerza, la vida y la salud para salir adelante durante estos años.

A mi esposa Natalia Avila Duarte y a mi hija Samantha Spencer Avila por ser el motor de mi vida y la razón de ser que me impulsa a salir adelante día con día.

A mi madre Carmen Monge por enseñarme los valores y responsabilidad de la vida, los cuales han guiado mi vida por el camino correcto y me han enseñado a dar lo mejor de mí en los momentos más difíciles.

Todos ellos han formado parte importante en mi vida y me han brindado la mano en los momentos necesarios. Gracias a todos, concluyo esta etapa profesional que me permite alcanzar la meta de ser un Ingeniero Industrial.

## **IV. AGRADECIMIENTOS**

Mis más sinceros agradecimientos primero que todo a Dios por la vida y la salud, gracias a Él he tenido la oportunidad de dar lo mejor de mí durante esta carrera.

Agradezco a la empresa HP Inc. por el apoyo económico y por la oportunidad de desarrollar el proyecto en la empresa sin limitaciones y siempre con la mejor disposición.

Agradezco enormemente a mi tutor Nahum Montiel Salas por todo el esfuerzo que ha hecho para guiarme durante las tutorías para el desarrollo del proyecto, demostrando un profesionalismo ejemplar.

Agradezco enormemente a mi esposa Natalia Avila Duarte por la paciencia y el apoyo que me ha brindado, ella han sido el empuje que he necesitado en los momentos más difíciles durante mi carrera.

# V. CARTA DEL TUTOR

Martes 25 de febrero de 2020

## CARTA DEL TUTOR

Registro  
Ingeniería Industrial  
Universidad Hispanoamericana

Estimados señores

El estudiante Joel Spencer Monge, cédula número 1-1341-0061, me ha presentado para efectos de revisión y aprobación el trabajo de investigación denominado: "MEJORA EN EL PROCESO DE PLANEACIÓN Y PRONÓSTICO PARA LOS CONSUMIBLES DE ALTA DURACIÓN EN LOS PRODUCTOS DE IMPRESIÓN DE HP INC EN AMERICA PARA LOS MESES DE OCTUBRE 2019 A ENERO 2020," el cual ha elaborado para optar por el grado académico de bachillerato en Ingeniería Industrial.

En mi calidad de tutor, eh verificado que se han hecho las correcciones indicadas durante el proceso de tutoría, y he evaluado los aspectos relativos a la elaboración del problema, objetivos, justificación, antecedentes, marco teórico, marco metodológico, tabulación, análisis de datos, conclusiones y recomendaciones.

De los resultados obtenidos por el postulante, se obtiene la siguiente calificación:

A.	ORIGINALIDAD DEL TEMA	10%	10%
B.	CUMPLIMIENTO DE ENTREGA DE AVANCES	20%	20%
C.	COHERENCIA ENTRE LOS OBJETIVOS, LOS INSTRUMENTOS APLICADOS Y LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN	30%	30%
D.	RELEVANCIA DE LAS CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	20%	20%
E.	CALIDAD, DETALLE DEL MARCO TEÓRICO	20%	20%
	TOTAL	100%	100%

En virtud de la calificación obtenida, se avala el traslado al proceso de lectura

Atentamente:

NAHUM  
MONTIEL  
SALAS (FIRMA)

Firmado digitalmente  
por NAHUM MONTIEL  
SALAS (FIRMA)  
Fecha: 2020.02.25  
12:44:55 -06'00'

Ing. Nahum Montiel Salas Lic.

Cédula: 3030980713

## **VI. ACRÓNIMOS Y SIGLAS**

OTD: On time delivery (despacho a tiempo)

HP Inc: Hewlett Packard Incorporation

DMAIC: Define – Measure – Analyze – Improve – Control (acrónimo de cinco fases interconectadas Definir-Medir-Analizar-Mejorar-Controlar)

LLC: Long life Consumable (consumible de alta duración)

MAD: mean absolute deviation (Desviación absoluta media)

MSE: mean squared error (Error cuadrático medio)

MAPE: mean absolute percent error (Error porcentual absoluto medio)

ARIMA: autoregressive integrated moving average (modelo autorregresivo integrado de promedio móvil)

SIPOC: Supplier, Input, Process, Output, Customer

CTQ: Critical to Quality (Árbol Crítico para la Calidad)

SKU: Stock Keeping unit (código de artículo)

## VII. RESUMEN EJECUTIVO

El proyecto se realiza en la empresa HP Inc, dedicada a brindar servicios de apoyo a los clientes que adquieren productos personales o de impresión, asegurándoles una experiencia de calidad en cada uno de sus servicios en Costa Rica. La incertidumbre respecto de los procesos en las áreas de planeación y pronóstico ha dirigido esta investigación hacia ambos campos de acción.

Para cumplir con los objetivos se propone la implementación de un método sistemático para la planificación y ejecución de los proyectos desarrollados, que permita disminuir los tiempos de entrega, disminuir los costos aéreos de traer material y mejorar el pronóstico mediante la herramienta DMAIC se definen las mejoras que requieren los procesos de compras, así como el manejo de la bodega, la medición de las cantidades y valores de inventario.

Mediante visitas a la empresa, la observación de procesos y entrevistas, así como el uso de herramientas como el diagrama de flujo de procesos, diagrama de Ishikawa, se logra identificar los puntos de mejora en las áreas de interés como la inexistencia de controles en los procesos, falta de estandarización del proceso en los países de Latinoamérica. La propuesta de solución incluye el incremento del inventario, estandarización del proceso en todos los países, incorporar los niveles de seguridad del inventario, la implementación del uso de la herramienta Minitab para los pronósticos y análisis del comportamiento de la demanda.

**CAPÍTULO I**  
**INTRODUCCIÓN**

## **A. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO**

Actualmente, el departamento de planeación de consumibles de alta duración en HP Inc no tiene un control ni indicadores de abastecimiento de estos.

Se han encontrado principalmente problemas en los productos introductorios donde el faltante de inventario ha incrementado considerablemente afectando la satisfacción de los clientes y provocando escalaciones en la región dado al incumplimiento por parte de HP Inc en cuestión de abastecer la necesidad del mercado en los productos de impresión. La línea de investigación para este proyecto será en la de Operaciones Industriales.

Los tiempos de entrega en especial en los países en Latinoamérica son muy largos como también el tiempo que toma para poder dar una solución a generado una gran insatisfacción en los clientes, impactando a la compañía a nivel mundial.

Por medio del siguiente proyecto se identificarán las razones principales del problema en estudio y las posibles soluciones a corto y largo plazo, que le permitan a HP Inc. mejorar sus procesos actuales de planeación y pronóstico para estandarizarlos en todos los países de America.

En el capítulo I, se definirá el problema específico de la investigación, el objetivo general y los objetivos específicos. Además, se revisará el alcance y las limitaciones del proyecto, los cuales nos permitirán definir el área de trabajo específica en la que se trabajará.

En el capítulo II, se definirá el marco teórico del proyecto desarrollado con base en el marco conceptual relativo al aspecto de la carrera de Ingeniería Industrial. Además, el marco de la gestión de proyectos, el marco conceptual referente al impacto del proyecto y antecedentes de teorías o proyectos anteriormente trabajados.

En el capítulo III, se definirá el marco metodológico, el cual nos permitirá definir el tipo de investigación y la metodología para la propuesta de mejora, la implementación del

proyecto y el método de control que se definirá para la verificación y seguimiento del proyecto.

En el capítulo IV, se medirá y se analizará el proceso en estudio, permitiéndonos describir la situación actual con base en datos y resultados que nos permitan medir el impacto del progreso o beneficio con la implementación del proyecto elaborado.

En el capítulo V, se establecerá la propuesta de mejora en la fase de implementación que se desarrollará durante el proyecto.

En el capítulo VI, se proporcionarán las conclusiones y posibles recomendaciones que nos permitan valorar el éxito del proyecto y su sostenibilidad a largo plazo para beneficio de la organización.

Por último, se agregará la bibliografía de los documentos estudiados como base para desarrollar el proyecto. Además, el glosario correspondiente y anexos adicionales que nos permitan interpretar el documento de la mejor manera.

## **B. IDENTIFICACIÓN DE LA EMPRESA O INSTITUCIÓN**

### **1. Generalidades:**

HP Inc. es una empresa estadounidense con sede en Palo Alto, California, surgida de la separación de Hewlett-Packard en dos empresas en noviembre de 2015. Es la empresa líder en venta de impresoras en el mundo y la segunda a nivel mundial en venta de computadores personales.

Su enfoque en Costa Rica es brindar servicios de apoyo a los clientes que adquieren productos personales o de impresión, asegurándoles una experiencia de calidad en cada uno de sus servicios.

La sede en Costa Rica se enfoca en diferentes áreas como: servicio al cliente, centros de llamadas, logística, planeación, manejo de proyectos, análisis de datos, control de inventarios, etc.

El departamento de logística trabaja de la mano con los planificadores de inventarios a nivel regional, con el fin de asegurar un servicio aceptable a nivel de clientes y que la empresa mantenga los niveles de inventario adecuados durante el periodo de vida de los productos que se soportan. Es de suma importancia la integración de los diferentes equipos en la empresa con el fin de solventar las necesidades de los clientes en el tiempo adecuado y al menor costo posible.

Costa Rica se ha identificado como una sede de alto prestigio en sus labores durante los últimos años, esto ha permitido un crecimiento en puestos de trabajo y confianza internacional en la alta gerencia.

De acuerdo con la Gerente de Operaciones de HP Inc Costa Rica Marianella Alvarado, los productos de HP Inc ofrecen las siguientes características:

- Productos con tecnología de vanguardia.
- Productos con amplio servicio técnico.
- Productos en ciertos modelos con estándares militares.

- Bajo costo de mantenimiento.
- Alta eficiencia de consumo.

HP Inc. ofrece garantías a nivel mundial en ciertos modelos de equipos, productos probados en gobierno con amplia aceptación, suministros y accesorios garantizados al menos por 5 años.

## **2. Equipos de escritorio y de impresión:**

- Monitores
- Laptops
- Tablets
- Impresoras
- Workstations
- 3 EN 1

### 3. Organigrama

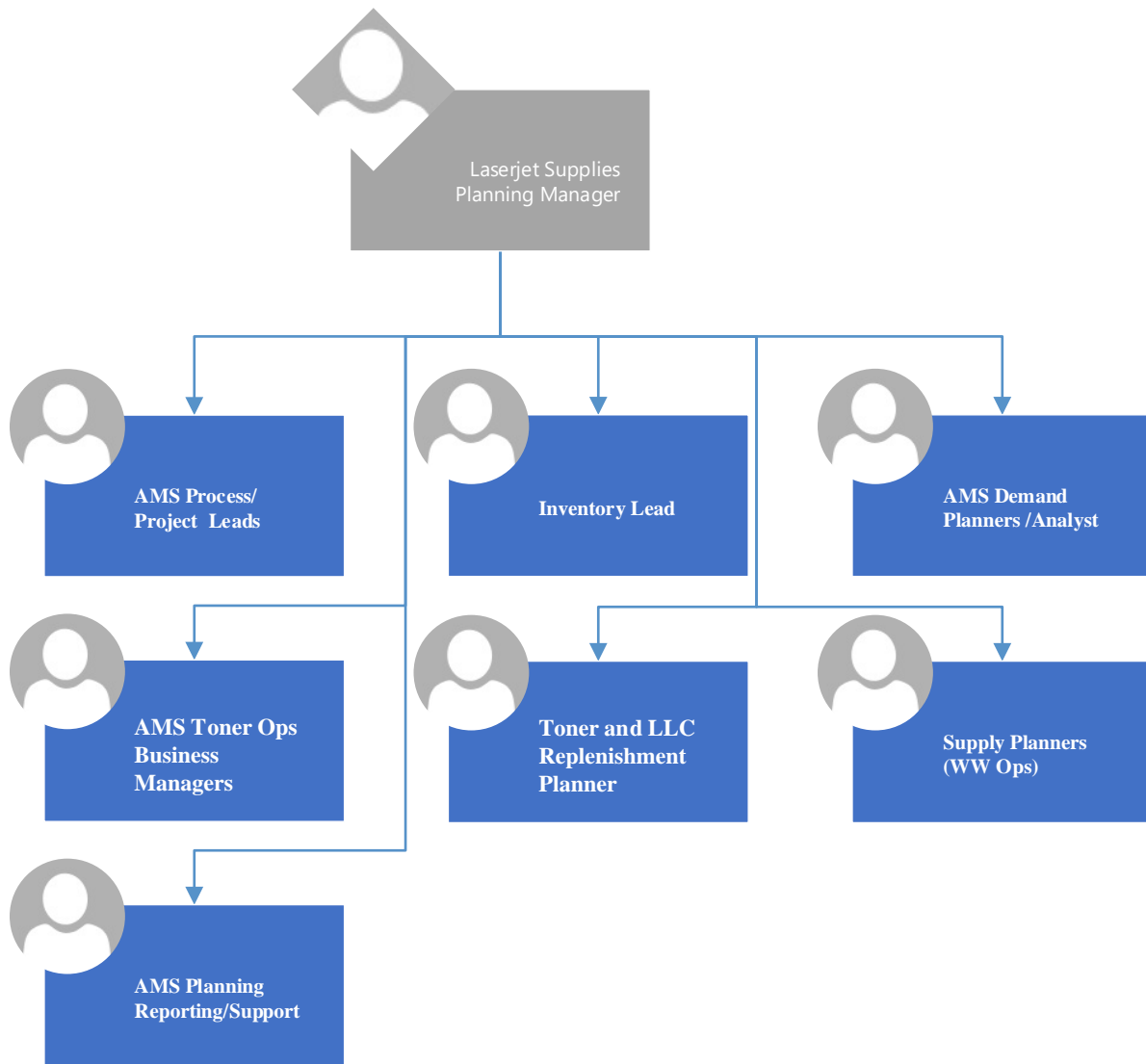


Figura 1 - Organigrama departamento de planeación de consumibles para la región de America

Fuente: Elaboración propia

#### **4. Aspectos estratégicos de HP Inc:**

##### **a) Misión:**

Proveer soluciones de calidad, a través de la iniciativa y respuesta de sus integrantes, ofreciendo tecnologías de vanguardia y servicios de valor agregado para asegurar la satisfacción de nuestros clientes.

##### **b) Visión:**

Nuestra visión consiste en crear tecnología que mejore la vida de todos, en todas partes: cada persona, cada organización y cada comunidad de todo el mundo. Esto nos motiva, nos inspira, a hacer lo que hacemos. A crear lo que creamos. A inventar y a reinventar. A brindar experiencias que asombren. No dejaremos de avanzar, porque tú no dejas de avanzar. Tú estás reinventando tu manera de trabajar. Tu manera de jugar. Tu manera de vivir. Con nuestra tecnología, reinventarás tu mundo. Ese es nuestro llamado. Esta es la nueva HP.

## C. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El departamento de planeación actual no está cumpliendo con el abastecimiento mensual de inventario de manera constante donde no todas las ordenes que entran se envían de forma inmediata debido al faltante de inventario. En Argentina los días promedio que toma enviar una parte desde que se pone la orden es de 76 días. Esto también se ve reflejado en Brasil con 36 días promedio, en Mexico con 27 días promedio. La planeación incorrecta ha ido generando así un incremento en la cantidad de SKU sin inventario.

Como consecuencia a que el abastecimiento mensual no se cumple también los costos operativos de la organización suben aproximadamente entre un 10% y un 20%, al tener que traer material de forma aérea en vez de forma marítima para poder mitigar el impacto del faltante de inventario con los clientes.

En el departamento de planeación no existe una métrica para medir cuantos días promedio se está tomando entregar una orden. Se tomó el histórico de envíos de los últimos 12 meses para encontrar los días promedio que toma enviar una orden para cada país en AME donde encontramos en los indicadores actuales, principalmente en los países de Latinoamérica, que toma alrededor de 3 meses en enviar una orden. Se cuenta con una base instalada de las impresoras que están en el mercado como también al introducirse los consumibles de alta duración se cuenta técnicamente con el rendimiento de cada uno de estos consumibles por el cual se puede tomar esos datos para crear un pronóstico o planeación más exacto.

Se han encontrado principalmente problemas en los productos introductorios donde el faltante de inventario ha incrementado considerablemente afectando la entrega de las ordenes de los clientes, provocando escalaciones en la región dado al incumplimiento por parte de HP Inc en cuestión de abastecer la necesidad del mercado en los productos de impresión.

Los tiempos de entrega en especial en los países en Latinoamérica son muy largos (hasta 90 días) como también el tiempo que toma para poder dar una solución a generado una gran insatisfacción en los clientes.

Con este proyecto se podrá resolver el problema de planeación y pronóstico para poder abastecer la demanda, proactivamente poder detectar posibles desabastecimientos para tomar las acciones respectivas para evitar quedar sin inventario. Al tener suficientes niveles de inventario también se podrá alcanzar nuestras metas financieras al final de cada cuarto. Se contará con herramientas de planeación más efectivas en nuestro negocio que logre aprender en mi carrera para ponerlas en práctica en el negocio.

## **D. JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA**

Por medio de este proyecto se identificarán las causas principales que están provocando que el proceso de planeación actual no cumpla con el inventario requerido para satisfacer la demanda en America.

Además, beneficiará la empresa en los siguientes puntos:

- Permitirá corregir el mal manejo de inventarios que en la actualidad está provocando faltantes o excesos de inventarios.
- Reducirá el gasto extra de traer material de forma aérea en un 45% para poder cubrir el faltante de inventario.
- Reducirá las molestias a nivel de clientes por la espera en la resolución de sus casos al no tener material en el tiempo indicado.
- Permitirá estandarizar los procesos de planeación actuales en todas las bodegas que brindan el servicio de planeación a la empresa HP Inc.

Es de suma importancia que los equipos de trabajo se comprometan a seguir el plan de trabajo que se desarrollará en este proyecto con el fin de que los logros se vean reflejados en los indicadores de la empresa y que el proyecto sea sostenible en el tiempo y soportado por la gerencia.

## **E. OBJETIVOS DEL PROYECTO**

### **1. Objetivo general:**

Mejorar el proceso de planeación de inventarios para los consumibles de alta duración en la empresa HP Inc. mediante la metodología DMAIC para tener suficiente inventario de acuerdo con los requerimientos del mercado, satisfacer la demanda y evitar el desabastecimiento en las bodegas.

### **2. Objetivos específicos:**

- Analizar el proceso de planeación y pronóstico actual.
- Diseñar una propuesta de mejora para el proceso de planeación y pronóstico actual.
- Aplicar el análisis costo-beneficio con respecto al costo de la implementación del nuevo proceso de planeación y el beneficio en la reducción del gasto extra de traer material de forma aérea.
- Implementación de métrica de control de nivel de abastecimiento y OTD

## **F. ALCANCES Y LIMITACIONES**

### **1. Alcances**

Durante los meses de octubre 2019 a enero 2020, se desarrolló el proyecto de mejora en el proceso de planeación y pronóstico de consumibles de alta duración para la empresa HP Inc., cuyo enfoque fue desarrollado en el departamento de planeación de consumibles para la región de America

### **2. Limitaciones**

El costo de inversión a nivel organizacional es restringido y de suma importancia para la gerencia por lo que los gastos para el desarrollo del proyecto son limitados.

El tiempo de tránsito de material de los suplidores externos a las bodegas centrales de HP Inc. ubicadas en Estados Unidos es muy extenso dado a que viene todo por medio marítimo desde Japón y China, tarda alrededor de 70 días desde la fecha de orden de compra. El inventario en las bodegas en Latinoamérica es abastecido del inventario ubicado en Estados Unidos por el cual el movimiento del inventario al país respectivo toma unos 15 días.

**CAPÍTULO II**  
**MARCO TEÓRICO**

## **G. MARCO CONCEPTUAL GENERAL RELATIVO A LA CARRERA**

### **1. Ingeniería Industrial**

La ingeniería industrial surgió luego de la revolución industrial originado en Gran Bretaña. Maynard (1953) indica:

“La ingeniería industrial es el enfoque de ingeniería aplicado a todos los factores, incluido el factor humano, involucrado en la producción y distribución de productos o servicios.”

La ingeniería industrial ha tenido muchas definiciones a través del tiempo; Lehrer (1954) la define como: “El diseño de situaciones para la coordinación útil de hombres, materiales y máquinas con el fin de lograr los resultados deseados de una manera óptima. Las características únicas de la Ingeniería Industrial se centran en la consideración del factor humano, ya que está relacionado con los aspectos técnicos de una situación, y la integración de todos los factores que influyen en la situación general.”

Dentro de las funciones que tiene esta ingeniería, Maynard (1967) indica:

“La función de la Ingeniería Industrial carga con la responsabilidad de planear la utilización de hombres, medios, herramientas, plantillas y útiles de fijación para obtener la cantidad y calidad deseadas de producción al mínimo coste. Las técnicas y procedimientos usados por esta función se aplican no sólo a la actividad de producción, sino también a todos los aspectos de la vida empresarial. “

La ingeniería industrial estudia y nos da a conocer muchas herramientas para la correcta gestión de los diferentes departamentos que involucran a una empresa, es la integración de técnicas y tecnologías que ayuden al mejoramiento continuo seguro y calificado, asegurando el crecimiento de la empresa si su aplicación es correcta.

Esta ingeniería, analiza los factores relacionados con la producción de bienes y servicios. También se dedica al diseño, mejora, implantación, control y optimización de los procesos industriales. Se basa en la evaluación de datos de los procesos y la gestión de las empresas para eliminar los desperdicios de los recursos.

## **2. Cadena de suministros**

La cadena de suministro son todos los pasos involucrados en la preparación y distribución de los productos o servicios, engloba desde la compra de los materiales para la preparación del producto hasta la venta del producto.

Según Sunil Chopra la cadena de suministro se define como: “Una cadena de suministro que está formada por todas aquellas partes involucradas de manera directa o indirecta en la satisfacción de la solicitud de un cliente. La cadena de suministro incluye no solamente al fabricante y al proveedor, sino también a los transportistas, almacenistas, vendedores al detalle (o menudeo) e incluso a los mismos clientes. Dentro de cada organización, como la del fabricante, abarca todas las funciones que participan en la recepción y el cumplimiento de una petición del cliente. Estas funciones incluyen, pero no están limitadas al desarrollo de nuevos productos, la mercadotecnia, las operaciones, la distribución, las finanzas y el servicio al cliente.” (Meindl, 2008)

## **3. Importancia e impacto de una cadena de suministro**

El impacto de una cadena de suministro en una organización puede reflejarse de manera económica con ganancias para la entidad, si se sabe que el producto recibido es adecuado y con la mano de obra poder comprobar y verificar que esté todo en lo correcto.

La gestión de la cadena de suministros se combina con el avance de la tecnología y las mejores prácticas de negocios que se utilicen en las organizaciones, porque las empresas mejoran sus operaciones para lograr un mayor ahorro y obtener beneficios desde el suministro de materias primas hasta el consumidor final.

Algunas actividades que incluye una cadena de suministros son: selección, compra, programación de producción, procesamiento de órdenes, control de inventarios,

transportación al almacenamiento y servicio al cliente y también los sistemas de información que se encargan de monitorear estas actividades.

#### **4. Administración y control de inventarios**

Otro de los temas por abarcar en esta investigación son los controles de inventarios, aquellos insumos utilizados para el soporte de las operaciones de los proyectos en campo, las actividades de mantenimiento, reparaciones y suministros operaciones.

En específico para la investigación de este proyecto es de vital importancia conocer los conceptos del tema de inventarios, los tipos de inventario y las teorías sobre cómo deben administrarse, crearse y manipularse en una empresa del sector de Ingeniería. Tradicionalmente cuando se habla de inventarios se tiende a pensar en una cantidad almacenada para ayudar a cierta producción y satisfacer la demanda. Planteamiento que no se encuentra del todo equivocado, pues distintos estudiosos como Gould FJ (2000) dicen que “inventarios se define como bienes ociosos almacenados, en espera de ser utilizados” (p.364)

#### **5. Clasificación de inventarios según su clase**

“Los inventarios se clasifican, según su clase, en donde estos se pueden agrupar por su forma, materias primas, componentes, materiales en proceso y productos terminados.” Como menciona Ploss, (1987, p.22)

##### **a) Inventario de Materia Prima**

Se consideran como acero, harina, madera, telas u otros materiales utilizados para elaborar los componentes de los artículos terminados.

## **b) Inventario de Materiales en Proceso**

Estos son los materiales y componentes sobre los que se efectúa un trabajo o que se encuentran esperando en la fábrica entre una operación y otra.

## **6. Inventario de Productos Terminados**

Son los productos terminados que ha fabricado la planta para distribuir en diferentes mercados.

Todos estos tipos de inventario se manejan en la empresa donde se realizará la investigación. Al iniciar por la materia prima que se recibe y se almacena, según el criterio de la persona a cargo. Este último es uno de los puntos fundamentales para trabajar y encontrar cual puede ser una mejor manera de almacenamiento que le permita a la operación ser eficiente y rentable.

## **7. El sistema ABC**

Cualquier sistema de inventario debe especificar el momento de pedir una pieza y cuantas unidades ordenar. Casi todas las situaciones de control de inventarios comprenden tantas piezas que no resulta práctico crear un modelo y dar un tratamiento uniforme a cada una. Para evitar este problema, el esquema de clasificación ABC divide las piezas de un inventario en tres grupos: Volumen de dólares altos (A), volumen de dólares moderado (B) y volumen de dólares bajo (C). El volumen en dinero es una medida de la importancia; una pieza de bajo costo, pero de alta importancia puede ser más importante que una pieza cara, pues de bajo volumen. (Chase et al., 2009, p.569)

La clasificación de ABC es flexible en el sentido de que se puede utilizar en términos de volumen de consumo en vez de ingresos de acuerdo con la necesidad de la situación. Esta situación también se da en inventarios cuyas piezas si se venden a clientes

externos, ya que puede haber piezas críticas que no generan tantos ingresos pero que son necesarias para la operación normal de la organización. La clasificación ABC permite que se enfoquen los esfuerzos y estrategias en los segmentos de los inventarios que poseen mayor peso bajo diversos criterios.

## **8. Puntos de reorden e inventario de seguridad**

Un sistema de cantidad de pedido fijo vigila en forma constante el nivel del inventario y hace un pedido nuevo cuando las existencias alcanzan cierto nivel,  $R$ . El peligro de tener faltantes en ese modelo ocurre sólo durante el tiempo de entrega, entre el momento de hacer un pedido y su recepción. Durante este tiempo de entrega,  $L$ , es posible que haya gran variedad de demandas. Esta variedad se determina a partir de un análisis de los datos sobre la demanda pasada o de un estimado en caso de no contar con información sobre el pasado (Chase et al., 2009, p.559). Un sistema de máximos y mínimos está basado en el concepto de un punto de reorden.

El administrador del inventario debe vigilar este sistema con regularidad para tomar las acciones necesarias con el fin de mantener el nivel esperado de existencias. Una vez que el nivel de existencias sea igual o menor que el punto de reorden, se debe efectuar una nueva compra para reaprovisionarse. El tiempo de entrega de los productos debe ser registrado ya que es un dato necesario en el cálculo del punto de reorden. El criterio experto es importante para determinar el tiempo de entrega debido a que los proveedores pueden presentar particularidad o condiciones especiales. Por medio de las fórmulas de promedio y desviación estándar se obtiene la demanda esperada y su variabilidad durante  $L$ .

El inventario de seguridad se define como las existencias que se manejan además de la demanda esperada. En una distribución normal, ésta sería la media. Por ejemplo, si la demanda mensual promedio es de 100 unidades y se espera que el próximo mes sea igual, si se manejan 120 unidades, se tienen 20 unidades de inventario de seguridad, se supone que la demanda en un periodo tiene una distribución normal con una media y

una desviación estándar para determinar la probabilidad de un faltante durante el período, simplemente se traza una distribución normal para la demanda esperada y se observa el lugar de la curva en que cae la cantidad disponible. Es común que las compañías utilicen este enfoque para establecer en 95% la probabilidad de que el inventario no se agote. Esto significa que manejarían alrededor de 1,64 desviaciones estándar de los inventarios de seguridad (Chase et al., 2009, p. 558 y 559).

Una vez calculados todos los datos, se aplica la fórmula del punto de reorden, la cual posee dos secciones. La demanda promedio multiplicada por el tiempo de entrega se obtiene como resultado la demanda esperada durante el tiempo de entrega. La otra sección es el inventario de seguridad que corresponde al número de desviaciones estándar correspondiente al nivel de servicio que se quiere dar multiplicado por la desviación estándar de la demanda. Ambas secciones de la fórmula se suman y el resultado corresponde al punto de reorden.

$$R = d * L + z * \sigma$$

R = Punto de reorden

d = Demanda promedio durante tiempo de entrega

L = Tiempo de entrega

Z = Factor de seguridad

$\sigma$  = Desviación estándar de la demanda durante tiempo de entrega

## **9. Pronósticos de la demanda**

Realizar pronósticos de la demanda es la base de toda planeación en una cadena de suministro. Tener una precisión en la demanda permite a las organizaciones tener mayor capacidad de respuesta y ser más eficientes para atender a los clientes. Las proyecciones en una empresa son esenciales ya que ayudan en la toma de decisiones coherentes con base en datos históricos y análisis. Las proyecciones determinan las cantidades de materiales coherentes con la demanda con el fin de controlar los costos de pedir y almacenamiento. También ayuda a reducir los desperdicios y a tener mejores niveles en la satisfacción de la demanda.

Proyección o pronóstico según Reitsch y Hanke “es una estimación cuantitativa o cualitativa de uno o varios factores (variables) que conforman un evento futuro, con base en información actual o del pasado. Las empresas requieren predecir factores incontrolables (el mercado, entorno y economía), para planear sobre factores controlables (niveles de inventario, de producción y capacidad).” (Hanke & Reitsch, 1996)

## 10. ¿Como hacemos un pronóstico?

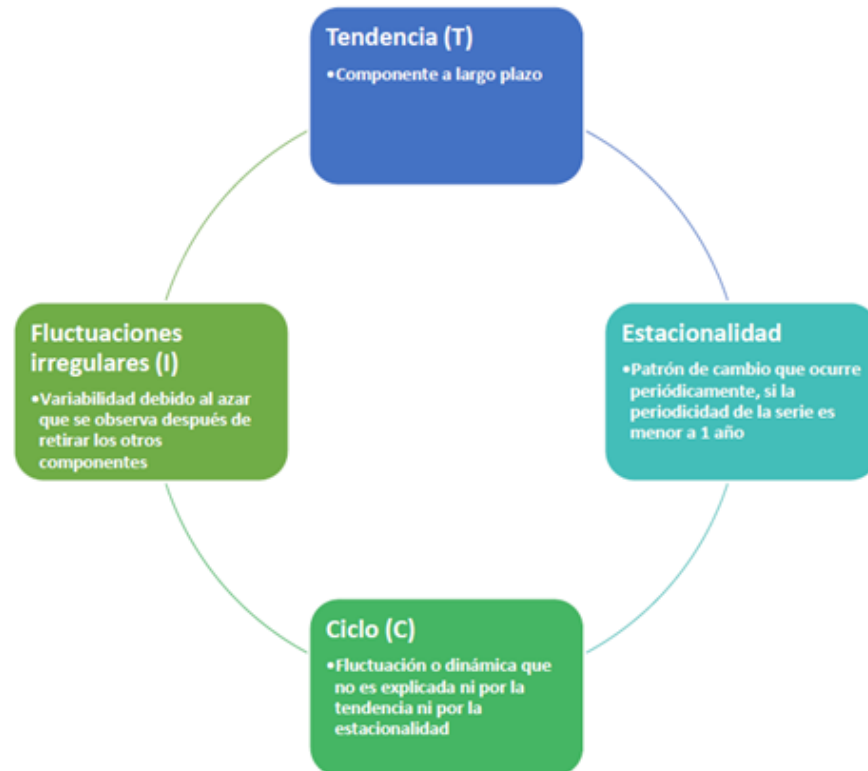


Figura 2 - Comportamiento de la demanda

Elaboración propia

## 11. Pronóstico de la demanda promedio móvil simple

Este método consiste en obtener la media de la demanda de los datos históricos para obtener con este el pronóstico para el siguiente periodo. Este modelo se utiliza cuando no se tienen datos históricos o cuando no hay variación en la demanda o no se presenta una tendencia. El método para calcular la demanda es el promedio de los últimos tres meses, si se tiene el mes de septiembre, octubre y noviembre, se suman las tres demandas y se dividen entre tres para tener el pronóstico para el mes de diciembre.

Según el Ingeniero Bryan Salazar López en su artículo escrito: “el método de pronóstico móvil simple se utiliza cuando se quiere dar más importancia a conjuntos de

datos más recientes para obtener la previsión. Cada punto de una media móvil de una serie temporal es la media aritmética de un número de puntos consecutivos de la serie, donde el número de puntos es elegido de tal manera que los efectos estacionales y/o irregulares sean eliminados.” (Lopez, ingeniería industrial, 2016)

$$\text{Promedio móvil} = \frac{\Sigma \text{demanda en los } n \text{ periodos anteriores}}{n}$$

## 12. Pronóstico de la demanda promedio móvil ponderado

El promedio móvil ponderado nos permite calcular pronósticos al asignar más peso para los elementos que consideramos. El promedio ponderado suele reaccionar más rápido ante los cambios de la demanda ya que se le asigna un peso mayor a la demanda más reciente. El método para calcular el pronóstico móvil ponderado es parecido al del pronóstico móvil simple, la diferencia es que en el móvil ponderado se le asigna prioridad a las demandas más recientes.

Según el Ingeniero Bryan Salazar López en su artículo escrito: “este método de pronóstico es una variación del promedio móvil simple. En el promedio móvil simple se le asigna igual importancia a cada uno de los datos que componen dicho promedio. En el promedio móvil ponderado podemos asignar importancia en los datos, el cual se aplica la ponderación (porcentaje) mayor al dato más reciente y la ponderación menor al menos reciente.” (Lopez, 2016)

$$\text{Promedio móvil ponderado} = \frac{\Sigma (\text{ponderación para periodo } n)(\text{demanda en periodo } n)}{\Sigma \text{ponderaciones}}$$

### 13. Medición del error del pronóstico

Es importante hacer este cálculo para poder tomar las mejores decisiones frente a que método de pronóstico es el mejor y logran detectar cuando algo en nuestra previsión de la demanda no está marchando bien, con lo que conseguimos cambiar el rumbo de nuestras decisiones a fin tomar las mejores elecciones.

Las tres medidas más comunes son:

- Desviación absoluta media (MAD, mean absolute deviation),
- Error cuadrático medio (MSE, mean squared error)
- Error porcentual absoluto medio (MAPE, mean absolute percent error).

#### a) Desviación absoluta media (MAD)

Mide la dispersión del error de pronóstico o, dicho de otra forma, la medición del tamaño del error en unidades. Es el valor absoluto de la diferencia entre la demanda real y el pronóstico, dividido sobre el número de periodos.

$$MAD = \frac{\Sigma (Real - Pronóstico)}{n}$$

#### b) Error cuadrático medio (MSE)

Es una medida de dispersión del error de pronóstico, sin embargo, esta medida maximiza el error al elevar al cuadrado, castigando aquellos periodos donde la diferencia fue más alta a comparación de otros. En consecuencia, se recomienda el uso del MSE para periodos con desviaciones pequeñas.

$$MSE = \frac{\Sigma \text{Error de pronóstico}^2}{n}$$

c) **Error porcentual medio absoluto (MAPE)**

El MAPE nos entrega la desviación en términos porcentuales y no en unidades como las anteriores medidas. Es el promedio del error absoluto o diferencia entre la demanda real y el pronóstico, expresado como un porcentaje de los valores reales.

$$MAPE = \frac{\frac{\sum_i^n = 100 (Real_i - Pronóstico_i)}{Real_i}}{n}$$

**14. Método de descomposición**

Metodología para la proyección de la demanda que como el nombre lo sugiere “descompone” el comportamiento de una serie de tiempo en tendencia, estacionalidad, ciclo, relacionando dichos componentes.

Se aplica cuando la tendencia y la estacionalidad sean muy constantes.

**15. Método Winter**

Método de pronóstico de triple exponente. Se utiliza este método cuando la tendencia y la estacionalidad sean muy constantes. Tiene como coeficientes la media, tendencia y estacionalidad.

## **16. Método ARIMA**

Conocido como modelo autorregresivo integrado de promedio móvil o ARIMA (acrónimo del inglés autoregressive integrated moving average). Es un modelo estadístico que utiliza variaciones y regresiones de datos estadísticos con el fin de encontrar patrones para una predicción hacia el futuro. Se trata de un modelo dinámico de series temporales, es decir, las estimaciones futuras vienen explicadas por los datos del pasado y no por variables independientes.

## **17. Método proyección de tendencias**

Método de pronóstico de series de tiempo que ajusta una recta de tendencia a una serie de datos históricos y después proyecta la recta al futuro para pronosticar. Puede ser exponencial, cuadrática, lineal.

## **18. Trazabilidad**

La trazabilidad en una empresa es esencial ya que permite seguir el proceso de un producto o servicio en cada una de sus etapas. Además, permite conocer la ubicación del producto desde su nacimiento hasta su ubicación actual en la cadena de abasto; al suministrar datos importantes para facilitar la toma de decisiones en una empresa y por ende aumenta su competitividad.

## **19. Costos de los inventarios**

Los costos de inventario en una empresa se componen por: los costos de mantener el inventario, costos de almacenamiento, costos de ordenar, costo administrativo, costos

fijos (como el alquiler, agua, luz, mensualidad del sistema, entre otros) y los costos por imprevistos, esto puede ser hurto, obsolescencia, vencimiento, daños y entre otros. La sumatoria de todos estos costos compone el costo total de los inventarios. Saber el costo del inventario otorga una visión más clara de nuestros gastos, también brinda datos que se pueden analizar con el fin de facilitar la toma de decisiones con función en el beneficio de la empresa.

Según el Ingeniero Matías Riquelme en su informe escrito en el sitio Web y Empresas: “Los costos de inventario son aquellos que están relacionados con el almacenamiento, aprovisionamiento y mantenimiento del inventario en determinado periodo de tiempo; el inventario es el mayor activo, de igual modo es donde se generan mayores gastos, lo que hace fundamental realizar la evaluación de dichos costes.” (Riquelme, 2016)

## **20. Costo de mantener inventarios**

Los costos de mantener el inventario se refieren a los costos fijos unitarios de mantener un artículo almacenado por un periodo determinado, que se estiman que oscila entre un 12% y 34% del valor anual del producto.

Estos costos están compuestos por los siguientes costos:

1. Los costos de capital son los gastos o inversiones que se incurren para el mantenimiento del inventario.
2. Los costos de servicio se contemplan los costos de seguros asociados al inventario.
3. Los costos de almacenamiento contemplan aquellos costos variables relacionados como las instalaciones, operadores de logísticas, entre otros.
4. Los costos de riesgos contemplan aquellos costos por mala manipulación de los productos como daños, obsolescencia, entre otros.

De acuerdo con esta definición, los costos de mantener inventarios son de suma importancia para toda empresa porque le permiten al gerente conocer si al tener el

inventario de un producto le causa más pérdidas o ganancias según el pago que debe hacer del seguro, si hay mucho desperdicio por obsolescencia a causa de fecha de vencimiento corta, si al cambiar a otro producto tendría la oportunidad de generar mayor cantidad de ganancia con una rotación más frecuente; o también, que si se está pagando de más por almacenar un producto que podría reemplazarse por otro que requiera condiciones más económicas. (Chávez, 2012)

## **21. Costo de pedir**

Los costos de pedir en una empresa siempre van asociados al inventario y afectan el costo total y la utilidad en los productos los cuales afectan en la empresa porque aumenta el gasto total que al final se resta sobre la utilidad bruta.

Los costos de pedir son los costos fijos de oficina desde que se coloca una orden compra hasta que se recibe la mercadería, que son expresados en gastos o costos por cada pedido realizado. Incluye, salario de la persona que hace las órdenes de pedido, transporte y costos fijos. Este costo es independiente del tamaño de la orden. En el caso de producción incluye el costo fijo por alistamiento de máquinas. (Giovanny, 2011)

## **22. Daños y deterioro**

El deterioro del inventario es ocasionado por diversos factores, pudiendo ser por fecha de vencimiento, objetos dañados, bajas en el precio de venta, entre otros.

El daño del inventario ocasiona pérdidas en la utilidad y por ende produce que la empresa se vuelve menos competitiva. Es importante poder tener controlado y saber el costo de los daños para poder ser más eficientes y tener una comprensión más amplia del sistema de inventarios con el fin de hacer tomas de decisiones más coherentes con la situación de la empresa; para que esta tenga un mejor rumbo de crecimiento.

Escrito por Juan David Maya Herrera en el artículo de deterioro de los inventarios: “los estándares internacionales requieren que la entidad evalúe la recuperabilidad de sus activos. El cálculo del deterioro de valor de los inventarios es una de las medidas a adoptar por parte de las entidades para evitar la sobrevaloración de los activos.” (Herrera, 2017)

### **23. Logística**

El significado de logística se deriva del proceso de planear, implantar y controlar el flujo y almacenamiento de bienes y servicios de manera eficiente y efectiva, del punto del origen hasta llegar al consumo para satisfacer a los clientes. Es decir, la logística involucra las actividades y procesos para la administración del flujo y almacenamiento de materias primas y productos terminados. Con la logística se desea lograr que estos se encuentran en la cantidad adecuada, el lugar y el momento correcto.

Ballou (2004) afirma:

“Logística y cadena de suministros es un conjunto de actividades funcionales (transporte, control de inventarios, etc.) que se repiten muchas veces a lo largo del canal de flujo, mediante las cuales la materia prima se convierte en productos terminados y se añade valor para el consumidor. Dado que las fuentes de materias primas, las fábricas y los puntos de venta normalmente no están ubicados en los mismos lugares y el canal de flujo representa una secuencia de pasos de manufactura, las actividades de logística se repiten muchas veces antes de que un producto llegue a su lugar de mercado. Incluso entonces, las actividades de logística se repiten una vez más cuando los productos usados se reciclan en el canal de la logística, pero en sentido inverso. (p.7)”

La logística típicamente incluye la gestión del transporte de entrada y salida, la gestión de la flota, el almacenamiento, los equipos de manejo de materiales, las operaciones de preparación de pedidos, el diseño de la red logística, la gestión del inventario, la planificación de la demanda y la oferta, además la gestión de los servicios de los operadores logísticos, entre otros.

Los retos logísticos actuales pasan por la reducción de niveles de stocks y de roturas, por mejorar el servicio, evitar incidencias en la comunicación (pedidos, facturas, entre otros.), reducir niveles intermedios de manipulación, almacenamiento y transporte, optimizar el uso de transportes, reducir tiempos de espera en la recepción, mejorar la planificación del reaprovisionamiento, reducir los costes administrativos de la gestión y optimizar los flujos de información.

## **24. La Productividad**

Según Humberto Gutiérrez Pulido en su libro Calidad total y productividad publicado en el 2010. La productividad tiene que ver con los resultados que se obtienen en un proceso o en un sistema, por lo que incrementar la productividad es lograr mejores resultados considerando los recursos empleados para generarlos.

En general, la productividad se mide por el cociente formado por los resultados logrados y los recursos empleados. Los resultados logrados pueden medirse en unidades producidas, en piezas vendidas o en utilidades, mientras que los recursos empleados pueden cuantificarse por número de trabajadores, tiempo total empleado u horas máquina. En otras palabras, la medición de la productividad resulta de valorar adecuadamente los recursos empleados para producir o generar ciertos resultados. Es usual ver la productividad en dos componentes: eficiencia y eficacia.

La primera es simplemente el resultado alcanzado y los recursos utilizados, mientras que la eficacia es el grado en que se realizan las actividades planeadas. (Pulido, 2010, p.21).

El texto señala el uso correcto de la implementación de la productividad en las empresas, de servicios como las empresas de manufactura, en ambas puede emplearse de manera eficiente; explica que la optimización de los recursos aumentaría los resultados, según las necesidades de cada compañía, sin afectar la calidad del producto o servicio en el cual se practique.

## 25. Calidad

La calidad es un concepto muy amplio y complejo, pero a la vez presente en todos los aspectos de la vida moderna. Las compañías no son las que definen los bienes y servicios que se encuentran en el mercado. Los clientes y sus necesidades y deseos son la fuerza impulsora de la oferta. La calidad de un producto o servicio es el grado de percepción del cliente en que dicho bien cumple con sus expectativas. Existen varios determinantes de la calidad. El diseño de un producto debe poseer los atributos que los clientes deseen. La capacidad de los procesos de producción se refiere a que estos deben estar diseñados y contruidos para que tengan la capacidad de producir los productos con los atributos del diseño deseado por los clientes Gaither y Frazier (2000).

Las operaciones y servicios para la producción deben cumplir con las especificaciones de diseño y desempeño dirigidas a las expectativas de calidad de los clientes. La calidad del servicio al cliente consiste en que todos los miembros de la organización busquen la satisfacción al cliente y a que sus necesidades se atiendan con prontitud. Finalmente, la cultura de la calidad de la organización es un determinante que se relaciona con la capacidad de la organización para enfocarse en diseñar, producir y atender productos y servicios para los clientes. Lo anterior en un ambiente de mejora continua cuya última finalidad es conseguir mayores niveles de satisfacción en los clientes Gaither y Frazier (2000).

El servicio al cliente incluye en sentido amplio la disponibilidad de inventario, la velocidad de entrega, y la rapidez y precisión para cumplir con un pedido. Los costos asociados a estos factores se incrementan a mayor ritmo a medida que el nivel de servicio al cliente se eleva. Por ello, los costos de distribución serán muy sensibles ante el nivel de servicio proporcionado al cliente, en especial si este ya se encuentra alto. (Ballou, 2004, p.43).

El nivel de servicio debe evaluarse constantemente. Debe existir un punto de equilibrio entre el nivel de servicio ofrecido por la empresa y las ganancias que se están obteniendo. Un alto nivel de servicio a productos que generan poca ganancia o que tienen históricos de consumo bajos puede significar un esfuerzo no justificado de la

organización. Una situación inversa a la descrita anteriormente puede conllevar la pérdida de clientes claves. La segmentación del portafolio de productos es imprescindible para establecer niveles de servicio estratégicos.

El contexto empresarial actual hace que las empresas deban mantenerse competitivas en cualquier sector de la economía. Los objetivos estratégicos deben alcanzarse mediante la satisfacción del cliente en el menor tiempo posible. Lo anterior solo se puede lograr si los esfuerzos de la organización se centran en ejecutar las operaciones de una manera eficaz y eficiente. Toda iniciativa de mejora que redunde en el aumento de la eficacia y la eficiencia debe ser impulsada para que las operaciones de la empresa agreguen mayor valor a la organización y a sus clientes. Esta investigación pretende aumentar la eficacia y eficiencia en la gestión de inventarios de la empresa. Cada empresa debe considerarse desde el punto de vista de la eficacia y la eficiencia simultáneamente. La eficacia es una medida del logro de resultados, mientras que la eficiencia es una medida de la utilización de los recursos en ese proceso. Una empresa puede ser eficiente en sus operaciones y quizá no sea eficaz, o viceversa; puede operar sin eficiencia y, a pesar de eso, ser eficaz. La eficacia debería ir acompañada de la eficiencia. Una empresa también puede operar sin ser eficiente ni eficaz. El ideal sería una empresa eficiente y eficaz, lo cual constituiría la excelencia. (Chiavenato, 2006, p. 132)

## **H. MARCO CONCEPTUAL ATINENTE A LA GESTIÓN DEL PROYECTO**

A continuación, se describirán las diferentes fases utilizadas en la gestión de los proyectos, mismas que se aplicarán a la investigación y desarrollo de este.

### **1. El método Six Sigma**

Seis Sigma es una forma más inteligente de dirigir un negocio o un departamento. Seis Sigma pone primero al cliente y usa hechos y datos para impulsar mejores resultados. Los esfuerzos de Seis Sigma se dirigen a tres áreas principales:

- Mejora la satisfacción del cliente
- Reducir el tiempo del ciclo
- Reducir los defectos

Las mejoras en estas áreas representan importantes ahorros de costes, oportunidades para retener a los clientes, capturar nuevos mercados y construirse una reputación de empresa de excelencia.

“Seis Sigma (6s) es una estrategia de mejora continua del negocio que busca mejorar el desempeño de los procesos de una organización y reducir su variación; esto lleva a encontrar y eliminar las causas de los errores, defectos y retrasos en los procesos del negocio, tomando como punto de referencia en todo momento a los clientes y sus necesidades” (Gutiérrez Pulido, 2010, p.280).

“Six Sigma es un método que provee a las organizaciones herramientas, para mejorar la capacidad de sus procesos de negocios, incrementando el desempeño y disminuyendo la variación de los procesos, por consiguiente, se da una reducción de los defectos y un aumento en las ganancias de la compañía, acompañado de la elaboración de productos de productos y servicios de calidad” American Society for Quality, febrero, 2016).

Como observación general se puede definir a Seis Sigma como una filosofía organizacional que busca por medio de programas de mejora continua, análisis estadístico y enfoque a la calidad, una disminución en la cantidad de defectos en los procesos de la compañía, aumentando las ganancias de la misma y generando productos y servicios orientados a la satisfacción de los clientes.

Cabe destacar que, en la actualidad, existen certificaciones para proyectos Six Sigma y roles establecidos, según la experiencia y conocimiento de los encargados de implementar los proyectos de esta filosofía. Yellow Belt, Green Belt, Black Belt, Máster Black belt y Champion son las escalas de jerarquía que existen en las organizaciones.

## 2. DMAIC

La estrategia seis sigma cuenta con varias metodologías para la aplicación en proyectos. Una de ellas es la metodología del DMAIC, se utiliza para la optimización de proyectos. Cuenta con cinco fases: definir, medir, analizar, mejorar y controlar. Para lograr el objetivo establecido por el proyecto no se recomienda saltar ninguna fase y es de gran ayuda para determinar el motivo del problema mediante análisis de causas diferentes.

Nivel en Sigma	Porcentaje	Defectos por millón de oportunidades
6	99.99966	3.4
5	99.9769	233
4	99.379	6210
3	99.32	66807
2	69.13	308538
1	30.23	691462

Tabla 1 - Niveles de seis sigma

Fuente: Atox Group (Julio 2015)

El DMAIC es la metodología de mejora de procesos usado por Six Sigma y es un método iterativo que sigue un formato estructurado y disciplinado basado en el planteamiento de una hipótesis, la realización de experimentos y su subsecuente evaluación para confirmar o rechazar la hipótesis previamente planteada (McCarty, 2014).

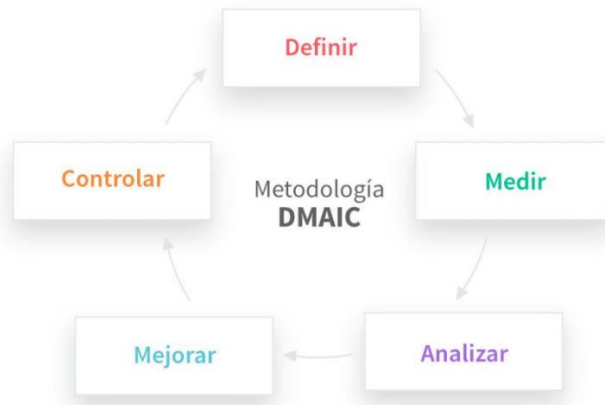


Figura 3 - Metodología DMAIC

Fuente: Caletec

### 3. Definir

Es la fase inicial de la metodología, en donde se identifican posibles proyectos de mejora dentro de una compañía y en conjunto con la dirección de la empresa se seleccionan aquellos que se juzgan más prometedores. De acuerdo con Bersbach (2009), para definir apropiadamente el problema deben responderse preguntas tales como: ¿por qué es necesario hacer (resolver) esto ahora? ¿Cuál es el flujo de proceso general del sistema? ¿Qué se busca lograr en el proceso? ¿Qué beneficios cuantificables se esperan lograr del proyecto? ¿Cómo sabrá que ya terminó el proyecto (criterio de finalización)? ¿Qué se necesita para lograr completar el proyecto exitosamente?

Los entregables claves por completarse en esta fase para responder a estas preguntas son:

- El Charter del Proyecto
- Mapa de Proceso SIPOC
- Voz del Cliente
- Árbol Crítico para la Calidad (CTQ)

#### **4. Medir**

Una vez definido el problema a atacar, se debe de establecer que características determinan el comportamiento del proceso (Brue, 2002). Para esto es necesario identificar cuáles son los requisitos y/o características en el proceso o producto que el cliente percibe como clave (variables de desempeño), y que parámetros (variables de entrada) son los que afectan este desempeño. A partir de estas variables se define la manera en la que será medida la capacidad del proceso, por lo que se hace necesario establecer técnicas para recolectar información sobre el desempeño actual del sistema, es decir que tan bien se están cumpliendo las expectativas del cliente.

Bersback opina que esta etapa debe permitir responder las siguientes preguntas: ¿Cuál es el proceso y como se desarrolla? ¿Qué tipo de pasos componen el proceso? ¿Cuáles son los indicadores de calidad del proceso y que variables de proceso parecen afectar más esos indicadores? ¿Cómo están los indicadores de calidad del proceso relacionados con las necesidades del cliente? ¿Cómo se obtiene la información? ¿Qué exactitud o precisión tiene el sistema de medición? ¿Cómo funciona el proceso actualmente?

Entre las herramientas más comúnmente usadas en esta fase se encuentran:

- Matriz de Priorización
- Análisis de Tiempo de Valor
- Gráficos de Pareto
- Gráficos de Control

#### **5. Analizar**

Esta etapa tiene como objetivo analizar los datos obtenidos del estado actual del proceso y determinar las causas de este estado y las oportunidades de mejora. En esta fase se determina si el problema es real o es solo un evento aleatorio que no puede ser solucionado usando DMAIC. En esta etapa se seleccionan y se aplican herramientas de

análisis a los datos recolectados en la etapa de Medir y se estructura un plan de mejoras potenciales a ser aplicado en el siguiente paso. Esto se hace mediante la formulación de diferentes hipótesis y la prueba estadística de las mismas para determinar qué factores son críticos para el desempeño final del proceso. Las preguntas por contestar durante esta etapa son: ¿Qué variables de proceso afectan más la calidad (variabilidad del proceso) y cuales podemos controlar? ¿Qué es de valor para el cliente? ¿Cuáles son los pasos detallados del proceso? ¿Cuántas observaciones necesito para sacar conclusiones?

Entre las herramientas más comúnmente usadas se encuentran:

- Diagramas de causa-efecto
- Estudio de correlación
- Prueba de Chi-Cuadrado, T y F
- Diagrama de flujo

## **6. Mejorar**

Una vez que se ha determinado que el problema es real y no un evento aleatorio, se deben identificar posibles soluciones. En esta etapa se desarrollan, implementan y validan alternativas de mejora para el proceso. Para hacer esto se requiere de una lluvia de ideas que genere propuestas, las cuales deben ser probadas usando corridas piloto dentro del proceso. La habilidad de dichas propuestas para producir mejoras al proceso debe ser validada para asegurar que la mejora potencial es viable. De estas pruebas y experimentos se obtiene una propuesta de cambio en el proceso, es en esta etapa en donde se entregan soluciones al problema.

Algunas de las preguntas que Bersbach sugiere que deben de contestarse antes de pasar a la siguiente etapa son:

¿Qué opciones se tienen? ¿Cuáles de las opciones parecen tener mayor posibilidad de éxito? ¿Cuál es el plan para implementar el nuevo proceso (opciones)? ¿Qué variables de desempeño usar para mostrar la mejora? ¿Cuántas pruebas necesito correr para

encontrar y confirmar las mejoras? ¿Esta solución está de acuerdo con la meta de la compañía? ¿Cómo implemento los cambios?

Entre las herramientas más comúnmente utilizadas en esta fase se encuentran:

- Lluvia de Ideas
- Modo de Falla y Análisis de Efecto
- Herramientas Lean
- Simulación de Eventos Discretos

## **7. Controlar**

Finalmente, una vez que encontrada la manera de mejorar el desempeño del sistema, se necesita encontrar como asegurar que la solución pueda sostenerse sobre un período largo de tiempo. Para esto debe de diseñarse e implementarse una estrategia de control que asegure que los procesos sigan corriendo de forma eficiente. Las preguntas por responder en esta etapa son: ¿Están los resultados obtenidos relacionados con los objetivos, entregables definidos y criterio de salida del proyecto? Una vez reducidos los defectos, ¿cómo pueden los equipos de trabajo mantener los defectos controlados? ¿Cómo se puede monitorear y documentar el proceso?

Para responder a estas preguntas se requerirán de ciertas herramientas tales como el control estadístico mediante gráficos comparativos y diagramas de control y técnicas no estadísticas tales como la estandarización de procesos, controles visuales, planes de contingencia y mantenimiento preventivo, herramientas de planificación, etc.

## **8. Filosofía “Lean Manufacturing”**

Es una filosofía que se basa en las personas busca mejoras, identifica y elimina todo tipo de desperdicios, estos desperdicios son los procesos o actividades en los que se

utilizan más recursos de los necesarios para llevarlos a cabo, por medio de la Metodología Lean se identifican varios desperdicios, como son tiempos de espera, transporte, movimientos, inventario y defectos. Con Lean se evidencia, lo que no debe hacerse en el proceso, y que no agrega valor al cliente y se tiende a eliminarlo.

Esta herramienta propone e intenta crear un foco en la reducción del desperdicio en productos manufacturados en cuanto a sobreproducción, tiempo de espera, transporte, exceso de procedimientos, inventarios altos y defectos.

## **9. Principales herramientas de la filosofía “Lean Manufacturing”**

### **a) Diagrama Pareto**

Un diagrama de Pareto es un tipo de gráfica de barras donde los valores de este están organizados de mayor a menor. Este diagrama es utilizado para identificar los defectos que se producen con mayor frecuencia para generar una orden de prioridades para conocer qué problema es mejor atacar. Es conocido también con los nombres de curva cerrada o distribución A-B-C.

La viabilidad y utilidad general del diagrama están respaldadas por el llamado principio de Pareto, conocido como “Ley 80-20” o “Pocos vitales, muchos triviales”, en el cual se reconoce que pocos elementos (20%) generan la mayor parte del efecto (80%), y el resto de los elementos propician muy poco efecto total. El nombre del principio se determinó en honor al economista italiano Wilfredo Pareto (1843-1923).

(Gutiérrez Pulido & De la Vara Salazar, Control estadístico de la Calidad y Seis Sigma, 2013)

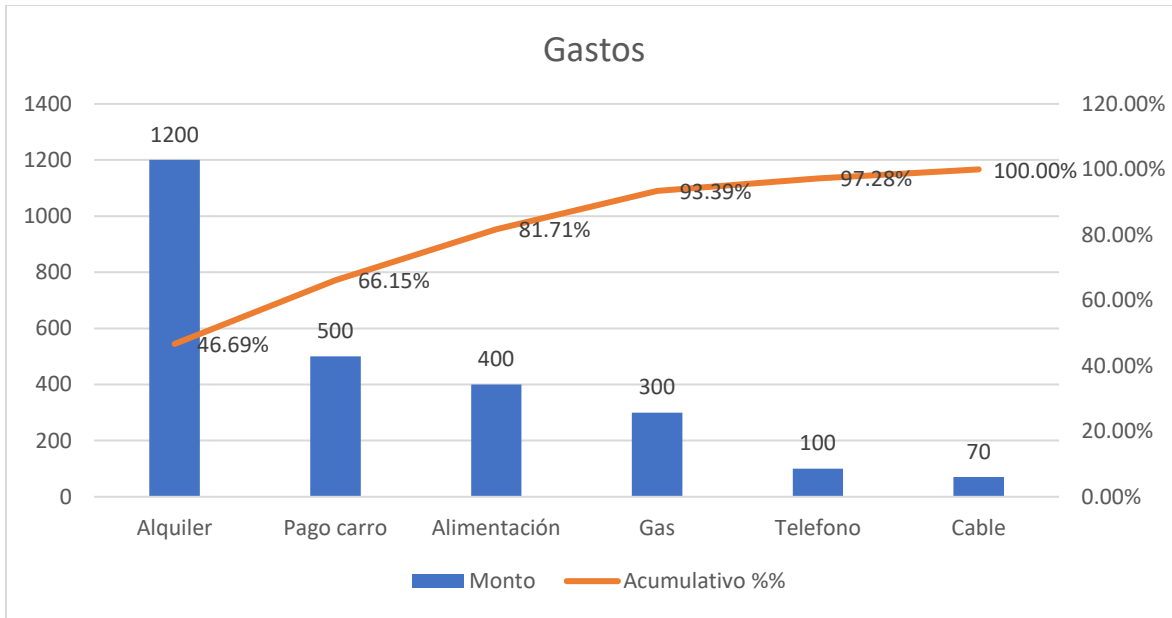


Figura 4 - Ejemplo de Diagrama de Pareto

Fuente: Elaboración propia

### b) Diagrama Ishikawa

El “diagrama de pescado”, como se le hace llamar, es utilizado para la identificación de las causas que generan un efecto o problema investigado. Mediante una lluvia de ideas o discusión de grupo es posible agrupar las causas por su tipo para luego efectuar investigaciones sobre estos para tomar decisiones.

Este diagrama toma en cuenta las causas y las segmenta, según su origen. La manera de presentar las causas en el diagrama es por medio de las llamadas 6 “M”. Las 6 “M” se derivan de 6 características o elementos y son: Hombre (Man), Maquina, Material, Método, Medio Ambiente (Entorno), Medida.

Palomo (2010) señala que es una herramienta que permite estructurar, de una manera lógica, las causas del problema que se está tratando de solucionar.

La construcción de este diagrama consta de cinco etapas:

A. Definir el problema a estudiar: en primera instancia, es preciso definir muy bien el problema; en cuanto esté mejor definido más eficaz será el análisis de la causa.

B. Generación de las causas: mediante una lluvia de ideas, los integrantes del grupo elaboran una lista con las posibles causas que están afectando el problema.

C. Construcción del diagrama: permite ordenar de una forma sistemática las causas del problema. Se debe colocar en un recuadro a la derecha el problema que se va a estudiar y se dibuja una flecha apuntando hacia el este problema, este sería el eje principal. Y por último, como se puede observar en la figura 5, se categoriza y agrega al diagrama las seis familias donde se agrupan las posibles causas del problema, las cuales son:

- Máquinas: Se refiere a todos los equipos y herramientas disponibles para poder realizar las tareas en el lugar de trabajo. Tiene que ver con la capacidad, cambios de partes, ajustes y mantenimientos inadecuados que estén provocando algunas causas del problema.
- Mano de obra: Las actitudes y aptitudes de las personas en la ejecución de sus actividades diarias.
- Métodos: Todas las decisiones internas de la compañía en cuanto a temas de: estandarización, responsabilidades, los procedimientos de trabajo e indicadores que deciden si las operaciones están siendo ejecutadas de la manera correcta.
- Materiales: Por ejemplo, las variabilidades que presenten las características del material y que estén influyendo en algún problema en el proceso.
- Medio ambiente: Referente al orden y aseo en las instalaciones.
- Mediciones: Todo lo que se pueda medir con algún instrumento y que sirva como medida de controles de calidad para el proceso.

D. Asignación de las causas a las categorías: el siguiente paso es colocar las causas detectadas, en el problema, en cada una de las familias.

E. Análisis de las relaciones causa-efecto: la construcción de este diagrama da origen a una serie de causas relacionadas con el problema que se estudia, estas se examinan con la finalidad de:

- Definir las causas probables.

- Definir la causa más importante
- Verificar si las causas más importantes realmente están influyendo en el problema.

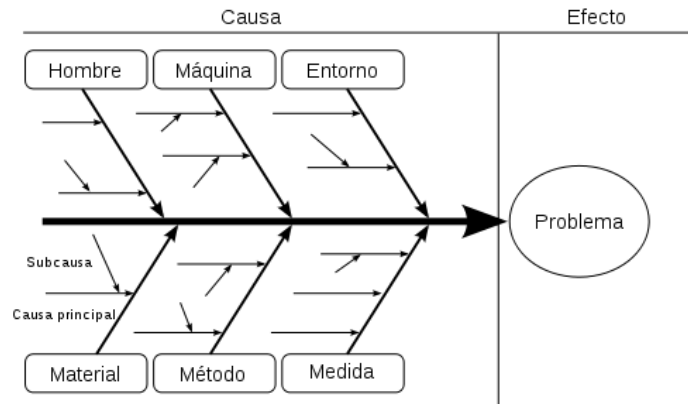


Figura 5 - Ejemplo de Ishikawa

Fuente: Progressalean (Setiembre 2014)

### c) Diagramas de flujo

Los diagramas de flujo es una de las herramientas principales de la ingeniería industrial, en este mismo son utilizados para describir algún proceso o algoritmo informático de manera gráfica, lo que hace más fácil el entendimiento de un determinado proceso Lucichart (2017-2018) menciona en su página:

“Se usan ampliamente en numerosos campos para documentar, estudiar, planificar, mejorar y comunicar procesos que suelen ser complejos en diagramas claros y fáciles de comprender. Los diagramas de flujo emplean rectángulos, óvalos, diamantes y otras numerosas figuras para definir el tipo de paso, junto con flechas conectoras que establecen el flujo y la secuencia. Pueden variar desde diagramas simples y dibujados a mano hasta diagramas exhaustivos creados por computadora que describen múltiples pasos y rutas”.

Los diagramas de flujo son fáciles de utilizar, ya que usan variedad de símbolos para representar una determinada operación que se realiza, son uno de los diagramas más comunes, ya que pueden ser utilizados por personas que tengan o no conocimiento técnico sobre el tema en muchas variedades de campos, pues con ellos puede diagramar prácticamente cualquier proceso, los diagramas de flujo son comúnmente llamados también “Diagramas de flujo de proceso” , “Mapa de proceso” , “Diagrama de flujo funcional”, entre otros.

Los diagramas de flujo tienen un uso muy extendido dentro de las organizaciones. Estos diagramas ayudan a describir procesos.

Identifica la secuencia de actividades o flujo de materiales e información en un proceso. Los diagramas de flujo ayudan a la gente que participa en el proceso a entenderlo mucho mejor y con mayor objetividad al ofrecer un panorama de los pasos necesarios para realizar la tarea. (Evans y Lindsay, 2008, p.663)

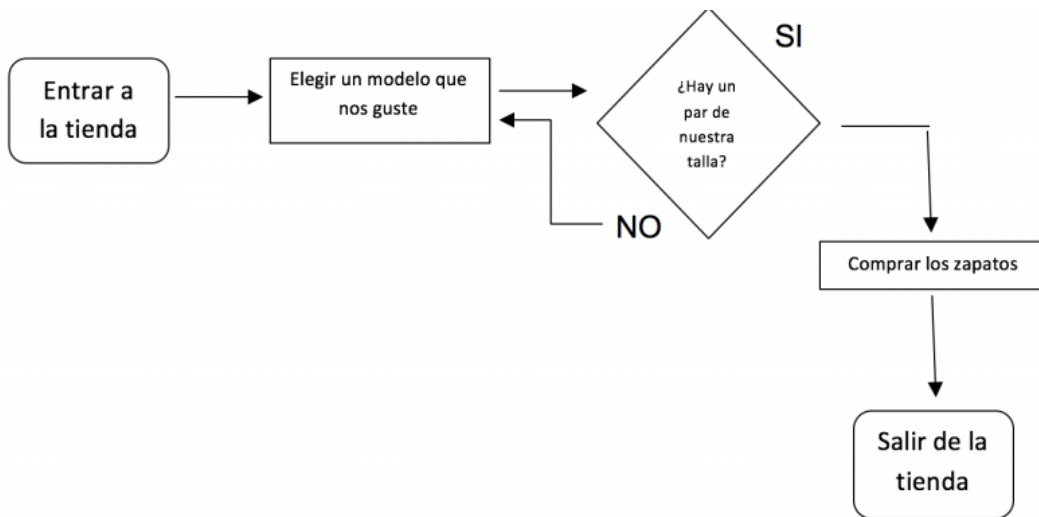


Figura 6 - Ejemplo de diagrama de flujo

Fuente: Raffino (2019)

### (1) Simbología de un diagrama de flujo

Los principales símbolos convencionales que se emplean en los diagramas de flujo son los siguientes



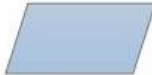
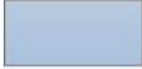

Símbolo	Nombre	Función
	Inicio / Final	Representa el inicio y el final de un proceso
	Línea de Flujo	Indica el orden de la ejecución de las operaciones. La flecha indica la siguiente instrucción.
	Entrada / Salida	Representa la lectura de datos en la entrada y la impresión de datos en la salida
	Proceso	Representa cualquier tipo de operación
	Decisión	Nos permite analizar una situación, con base en los valores verdadero y falso

Figura 7 - Simbología diagrama de flujo

Fuente: Raffino (2019)

### d) Diagrama de dispersión

Gutiérrez (2007) lo describe de la siguiente manera:

“Se trata del método de construcción más común, y consiste en agrupar las causas potenciales en seis ramas principales: métodos de trabajo, mano de obra, materiales, maquinaria, medición y medio ambiente. Estos seis elementos definen de manera global todo el proceso, y cada uno aporta parte de variabilidad (y de calidad) final del producto o servicio, por lo que es natural enfocar los esfuerzos de mejora en general hacia cada uno de estos elementos de un proceso. (p.171).

De esta manera, en problemas específicos, es natural esperar que sus causas potenciales estén relacionadas con alguna de las 6M”.

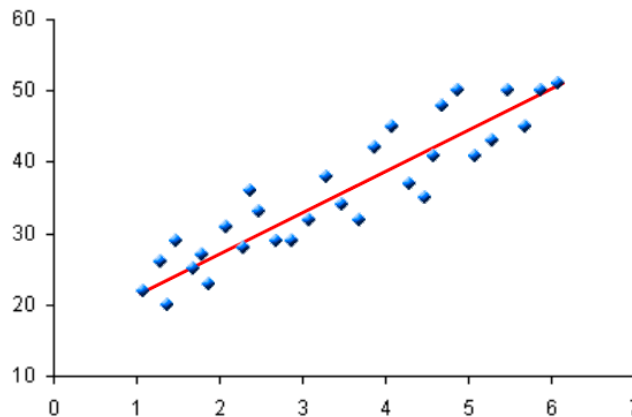


Figura 8 - Diagrama de dispersión

Fuente: Gehisy (2017)

### e) Diagrama de Gantt

Este diagrama facilita la comprensión del uso del tiempo y la coordinación de las actividades para completar los proyectos en el mínimo de tiempo posible y brinda la guía base para cumplir con eficacia los objetivos propuestos. Este expresa gráficamente el desarrollo de las diversas actividades y sus respectivos tiempos de acuerdo con el orden en el que están previstas.

Por lo general, en el diagrama de Gantt se detallan responsables de cada tarea y características mediante algunos simbolismos. En el eje horizontal también se sitúan aspectos básicos en cada tarea como fecha de inicio y fecha de final, así como duración estimada y porcentaje de avance.

“Es la representación gráfica del tiempo que dedicamos a cada una de las tareas en un proyecto concreto, siendo especialmente útil para mostrar la relación que existe entre el tiempo dedicado a una tarea y la carga de trabajo que supone” (Vallejo, 2012)

# DIAGRAMA GANTT

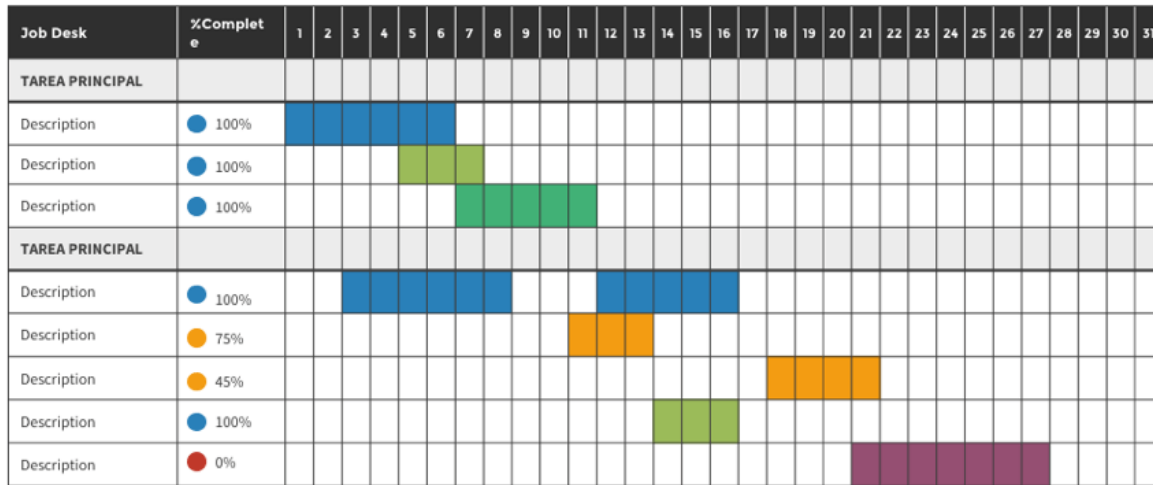


Figura 9 - Diagrama Gantt

Fuente: Dherrera (2018)

## I. EL MARCO CONCEPTUAL REFERENTE AL IMPACTO DEL PROYECTO

Este proyecto tiene como fin tener un impacto positivo en la cadena de suministros de los consumibles de alta duración que se manejan en la empresa HP Inc.

Una mejora en el sistema de gestión de inventarios llevado por un control y seguimiento a detalle logrará disminuir los tiempos de espera solicitado por los clientes como también lograra disminuir la cantidad de SKUs que hoy día no cuentan con suficiente inventario para satisfacer la demanda. Al tener un buen planeamiento y pronóstico que se ajuste a la demanda actual agilizará las entregas a los clientes, ofrecer una mejor respuesta ante cualquier eventualidad y también se lograra incrementar las ventas para no solo llegar a las metas financieras sino también sobre pasar la meta.

Se podrá medir y analizar mejor las compras y ventas de los SKUs con el fin de poder facilitar el control de la empresa en el ámbito económico y de los inventarios. También se podrá a largo plazo analizar el comportamiento de las ventas y compras por estacionalidades y pronosticar mejor cuánto y cuándo se debe de pedir y cuánto se podría vender.

Según Taiichi Ohno “Justo a Tiempo significa que, en un flujo de proceso, las partes adecuadas del montaje llegan a la línea de montaje en el tiempo que son necesitadas y solo en la cantidad necesitada, una compañía que establezca este flujo puede alcanzar a tener un inventario en cero.” (Ohno, 1988)

Lo esencial en una empresa es tener cero inventarios, tener todo justo a tiempo y en la cantidad exacta como menciona Taiichi Ohno, esto porque causa una reducción de los costos de almacenaje, administración de inventarios y costos por pérdida de ventas por no tener inventario disponible, permitiendo ser más competitivos en el mercado al tener menos costos que la competencia y por ende teniendo un aumento en la utilidad.

## **J. ANTECEDENTES DE PROYECTOS O EXPERIENCIAS SEMEJANTES**

Según Orlando Espinoza (2011) “El Control de inventarios es una herramienta fundamental en la administración moderna, ya que esta permite a las empresas y organizaciones conocer las cantidades existentes de productos disponibles para la venta, en un lugar y tiempo determinado, así como las condiciones de almacenamiento aplicables en las industrias.” (Espinoza, 2011, p.36)

El control de inventarios en una empresa es esencial ya que la falta de control puede llevar al desabastecimiento de productos y por ende a la pérdida de oportunidad en ventas en ese período de tiempo. Por ejemplo, se tiene a la empresa Best Buy que en diciembre del 2011 emitió un comunicado al afirmar que debido a la asombrosa demanda de noviembre y diciembre no se pudo abastecer el 100% de los pedidos en línea. El

hecho de que Best Buy fallará en manejar su inventario no solo afectó sus ventas, sino que también dañó la confianza de sus clientes. (Cloudadmin, 2014)

Para ejemplificar se tiene el caso de la empresa Walmart considerando que ha colocado la infraestructura de tecnología de información más grande que cualquier otra empresa privada en el mundo, todavía se enfrenta con problemas de inventario. Una de las métricas más importantes para minoristas es la rotación del inventario. Walmart afirma que cuenta con un nivel de inventario para cubrir de 90% a 95% la demanda de sus clientes. Sin embargo, incluso cuando estos porcentajes parezcan impresionantes, especialmente cuando se tiene en cuenta la enorme cantidad de sus operaciones, significa que la compañía puede estar perdiendo de 1.29 a 2.58 mil millones de dólares en venta potenciales, este cálculo fue basado en el 5-10% de su nivel de inventarios de 25.8 mil millones de dólares declarado en su reporte anual del 2012. (Cavallaro, 2013, p.1)

## **1. El caso Toyota**

En el libro “Las claves del éxito” de Toyota, el autor expresa en varias páginas los logros alcanzados por una de las empresas más exitosas en la historia mundial, en referencia a su trabajo en cadenas de suministro y manejo de inventarios el autor (Liker, 2010) menciona:

El modelo Toyota no trata de gestionar inventarios, sino de eliminarlos. Ya desde un principio, Toyota pensaba en términos de tirar del inventario basándose en la demanda de cliente, en lugar de utilizar un sistema push que se anticipará a la demanda del cliente. En el modelo Toyota, pull significa el estado ideal de fabricación just- in- time: entregando al cliente lo que desea, cuando lo quiere y en la cantidad que desee.

Toyota logró tener rendimientos sobresalientes en los años ochenta y noventa al implementar estas estrategias de negocio.

## 2. Teorías y postulados relacionados:

Según (Muller, 2005) los inventarios prevalecen en el mundo de los negocios.

Mantener inventarios es necesario para las compañías que tratan con productos físicos, como fabricantes, distribuidores y comerciantes. Por ejemplo, los fabricantes necesitan inventarios de materiales requeridos para la manufactura de productos. También deben almacenar productos terminados en espera de ser enviados. De manera similar, tanto los distribuidores como las tiendas deben mantener inventarios de bienes disponibles cuando los consumidores los necesiten. Reducir los costos de almacenamiento evitando inventarios innecesariamente grandes puede mejorar la competitividad de cualquier empresa.

Algunas compañías japonesas han sido pioneras en la introducción de los “sistemas de inventarios justo a tiempo”, un sistema que hace hincapié en la planeación y programación para que los materiales necesarios lleguen “justo a tiempo” para su uso.

La aplicación de técnicas de la investigación de operaciones en esta área (administración científica de los inventarios) proporciona una herramienta poderosa para lograr una ventaja competitiva.

¿Cómo usan las compañías esta herramienta para mejorar sus políticas de inventarios respecto a cuándo y cuánto reabastecer su inventario?

Utilizan la administración del inventario que comprende los siguientes pasos:

- a. Formular un modelo matemático que describa el comportamiento del sistema de inventario.
- b. Derivar una política óptima de inventarios respecto a este modelo.
- c. Utilizar un sistema de procesamiento de la información computarizado para mantener un registro de los niveles de inventario.
- d. A partir de los registros de los niveles de inventario, utilizar la política óptima de inventarios para señalar cuándo y cuánto conviene reabastecer.

**CAPÍTULO III**  
**MARCO METODOLÓGICO**

## **K. METODOLOGÍA PARA LA DEFINICIÓN DEL PROBLEMA**

En la metodología para la definición del problema se empleará la herramienta del Diagrama de Ishikawa. Dicha herramienta se utilizará como parte de la etapa de definir, del proceso DMAIC.

Por medio del Diagrama Ishikawa podremos observar las principales áreas que forman parte del proceso de planeación y las diferentes razones o elementos que afectan el proceso actualmente.

Es de suma importancia que los colaboradores dentro del departamento de planeación como también los miembros de la categoría de consumibles de alta duración estén involucrados en el desarrollo del diagrama, ya que son los expertos en el proceso actual y su conocimiento es clave para la solución de este.

Se utilizará la herramienta de diagrama Ishikawa por ser una representación gráfica sencilla, la cual nos permitirá analizar los puntos donde debemos enfocarnos para poder resolver el problema principal que tiene la empresa en la actualidad.

## **L. METODOLOGÍA PARA LA MEDICIÓN Y RESPALDO CUALITATIVO DE PROYECTO**

Se utilizarán las siguientes herramientas para la recolección de datos:

### **1. Observación:**

A través de esta y en contacto directo con el lugar de trabajo, se puede obtener datos importantes del fenómeno o situación que estamos analizando. Este método nos permite estar pendiente de situaciones, comportamientos, reacciones y otros detalles que nos ayudan con el avance del problema en cuestión.

Como parte del diagnóstico se procederá a realizar una observación mediante la inspección del proceso de planeación actual, acompañado por la persona encargada del proceso, la principal idea es poder entender el proceso de planeación, el manejo de herramientas, el conocimiento interno, el tipo cálculos de inventario que se realiza, entre otros para ir documentando las necesidades del proceso.

## **2. Lluvia de ideas:**

Este tipo de actividad es de mucha utilidad pues da una serie de ideas de cómo se puede mejorar el problema, desde la perspectiva de las personas involucradas en el manejo de material y el inventario de la empresa. La idea es hacerlo en dos grupos, uno con el personal encargado de la planeación y otro con la jefatura.

## **3. Análisis de datos:**

Aunque la empresa posee métodos establecidos para la planeación de inventarios, la idea es poder analizar los datos que tenga la jefatura sobre demanda histórica y reportes del sistema operativo de abastecimiento e inventario actual como también el tiempo que toma en llegar el inventario final al cliente después de haberse puesto la orden. Esto con la finalidad de poder valorar el método más efectivo para el problema en cuestión. Con la utilización de las diferentes herramientas antes mencionadas, se podrá determinar las principales afectaciones que conlleva al faltante de inventario en la región y los tiempos largos de espera para cubrir la demanda en los países en Latinoamérica. Con este costo podremos determinar más adelante, cuáles serán los SKUs más importantes o con mayor impacto para la organización y así identificaremos donde nos enfocaremos durante el proyecto aplicando la correcta planificación de inventario que nos permita abastecer correctamente las plantas de distribución y poder crear un nivel de abastecimiento apropiado.

## **M. METODOLOGÍA PARA LA PROPUESTA DE MEJORA, CONSTRUCCIÓN O PUESTA EN PRÁCTICA DE UN NUEVO PROCESO, PRODUCTO O SERVICIO**

La metodología de mejora a utilizar será DMAIC, a continuación, se explicará las herramientas que se utilizarán en cada etapa:

### **1. Etapa de definir:**

En esta etapa se utilizará el diagrama de Ishikawa, mediante la observación y la recolección de datos se podrán definir las causas que nos llevarán a la raíz del problema a plantear.

Con base en esta información se propondrán soluciones y planes de acción para erradicar la necesidad actual de la empresa.

### **2. Etapa de medir:**

Basados en las causas que nos arrojó el diagrama de Ishikawa se medirá el valor del inventario utilizando las herramientas A-B-C de acuerdo con su línea de producto que nos permitirán identificar la cantidad de SKUs por clasificación en base a las ventas generadas y la cantidad de inventario actual por SKU, esto con el fin de identificar los SKUs más representativos en el área de consumibles de alta duración.

Basado en los envíos de los últimos 2 años fiscales (Nov a Oct) se realizará un análisis por planta de distribución en cada país para determinar el tiempo promedio que tarda enviar la orden desde la fecha de creación de esta. De igual forma se tomarán de estos datos la demanda mensual de los SKUs tomados del análisis ABC.

### **3. Etapa de análisis:**

Una vez realizado el diagrama causa-efecto, se realizará el análisis de los 5 ¿Por qué?, el cual nos permitirá identificar las principales causas asociadas a cada una de las 4 áreas principales que están generando el desabastecimiento en las bodegas en el área de consumibles de alta duración de impresoras HP.

Del análisis ABC y de acuerdo con la demanda se realizará un análisis utilizando varias herramientas estadísticas con el sistema Minitab. Se realizará un análisis de tendencia incorporando el cálculo de pronósticos de la demanda promedio móvil simple y al igual el cálculo de error de medición del pronóstico.

Se utilizarán las herramientas de pronósticos más utilizadas en el sistema Minitab como lo son el método de descomposición, Winter, auto correlación, tendencia y ARIMA y se realizará una comparación con respecto al pronóstico actual para encontrar el margen de error correspondiente.

### **4. Etapa de implementación y control:**

Basados en las conclusiones del análisis de las herramientas en Minitab y las principales causas estudiadas, nos enfocaremos en los SKUs de mayor impacto en la organización y así lograremos cuantificar los resultados alcanzados a lo largo del proyecto.

Es de suma importancia que mediante la medición e indicadores se vea reflejada la mejora del proceso actual con el fin de representar los logros a nivel gerencial y así ser capaces de controlar el proyecto a través del tiempo.

Como parte del control del proyecto y de acuerdo con los días promedio que toma en entregar una parte al cliente final se implementará una herramienta estadística que medirá mensualmente los días promedio que tomó para poder entregar el producto solicitado con el fin de que cada mes haya una disminución en los días y así poder

recomendar un indicador y días máximo que debe de tomar entregar un producto de acuerdo con cada país y bodega de distribución.

## **N. METODOLOGÍA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO**

Para la implementación del proyecto será de gran utilidad el uso del programa estadístico llamado Minitab para elegir la mejor herramienta de cálculo de pronóstico que se ajuste al comportamiento de la demanda de acuerdo con el histórico de consumo de cada SKU y con el menor margen de error.

Posterior a eso, se implementarán las mejoras identificadas en el proceso de planeación que nos permita optimizar el inventario en la organización.

Como parte de la implementación en la mejora del proceso de planeación actual, se propondrá realizar una reunión bisemanal con los planificadores para revisar la información necesaria y las herramientas de planeación actuales.

Además, se programará una revisión de resultados con la gerencia y a las áreas involucradas que nos permita medir la evolución del proyecto con base en los resultados mensuales que arrojen los indicadores desarrollados. Además de los indicadores, se proponen reuniones con áreas como finanzas, compras y producción, para tomar planes de acción sobre situaciones que no se estén cumpliendo o no se lleven a cabo de la mejor manera, esto permitirá una comunicación directa y un funcionamiento estable en el manejo de los materiales y las buenas prácticas de la administración del inventario.

## **O. METODOLOGÍA PARA LA VERIFICACIÓN, ASEGURAMIENTO, CONTROL Y SEGUIMIENTO DE RESULTADOS**

Al inicio del proyecto se realizó la observación y revisión del proceso de planeación de inventario para los consumibles de alta duración. Una vez analizado el proceso utilizado en ese momento, se procedió a identificar los puntos críticos sobre los cuales se deben trabajar las mejoras a nivel de inventario, proceso y manejo de materiales.

Al identificar los puntos críticos de control se recomienda a la gerencia establecer indicadores que permitan medir constantemente la operación o proceso para realizar planes de acción que ayuden a mantener la constancia de las buenas prácticas de inventarios y almacenamiento de los productos principales para HP. Las herramientas deben ir enfocadas en las teorías de “lean manufacturing”.

Es de gran importancia establecer indicadores que nos permitan garantizar la sostenibilidad de la propuesta desarrollada en el proyecto. Estos se desarrollarán en la etapa de análisis de la metodología propuesta para el proyecto, con el fin de mantener el control del inventario y el nivel de servicio para con los clientes de la empresa HP Inc.

Los indicadores por desarrollar serán los siguientes:

- Días promedio máximo para la entrega del material
- El nivel de abastecimiento mensual

### **1. Días promedio máximo para la entrega del material**

Como parte del control y de acuerdo al análisis mensual de los envíos después de haber realizado la implementación durante los meses de Octubre 2019 a Enero 2020 se tomara un promedio de acuerdo al resultado de cada uno de estos meses para establecer un máximo de días para la entrega. Este análisis se realizará de forma

mensual y deberá ser ajustado al transcurso de cada 6 meses de acuerdo con el comportamiento del abastecimiento.

## **2. El nivel de abastecimiento mensual**

Actualmente, no existe este indicador, pero de acuerdo con los días promedio que toma enviar el material para cada respectivo país se recomendará al negocio que este promedio se cumpla usando un porcentaje alcanzable e ir mejorándolo con el tiempo.

El nivel de abastecimiento se calculará dividiendo la cantidad de órdenes que se despacharon a tiempo (días promedio dependerá del país) entre la cantidad de órdenes que se recibieron mensualmente.

**CAPÍTULO IV:**  
**LÍNEA BASE Y ANÁLISIS DE CAUSAS**

## P. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DEL PROCESO ACTUAL

### 1. Proceso de planeación actual:

En la siguiente sección se detallará el proceso que se sigue actualmente para la planeación de consumibles de alta duración en la empresa HP Inc. para cada país en America esto con el fin de identificar posibles causas que están impactando el nivel de abastecimiento mensual.

En el país de Estados Unidos para calcular el pronóstico se calcula de acuerdo con el promedio móvil de los últimos 6 meses.

Dado a que el inventario para suplir el inventario a los demás países de AME se toma directamente de la bodega de Estados Unidos, estos países dependen de la aprobación del planeador para poner sus órdenes de compra, aunque los planeadores enviaran sus pronósticos estos no se cumplen y este mismo se haya consolidado en el pronóstico general de AME.

Por medio del siguiente mapeo de proceso ([Figura 11](#)) podremos identificar los equipos que interactúan en el proceso de planeación, las acciones que se toman, en qué momento se toman, y las decisiones importantes a nivel de proceso.

Actualmente, el principal problema en el proceso de planeación es la toma de decisiones de manera reactiva, ya que estas acciones se toman con base a los incrementos en ordenes abiertas y las escalaciones negativas recibidas por los clientes. No se cuenta con una métrica de nivel de abastecimiento en el departamento como tampoco una métrica de tiempo promedio máximo de entrega para poder medir en rendimiento de planeación, como consecuencia el periodo de espera para resolver las ordenes en espera incrementa ya que esto depende del periodo de tránsito del material. Además, aumentan los costos operativos al traer material de forma aérea en vez de traerlos por tierra para resolver los casos en espera.

Es fundamental que por medio de este proyecto se identifiquen las principales causas y se minimicen al máximo para así mejorar el nivel de abastecimiento y como consecuencia reducir el porcentaje de las ordenes en espera y disminuir los días promedios que toma enviar una orden.

## 2. Diagrama de flujo proceso de planeación actual:

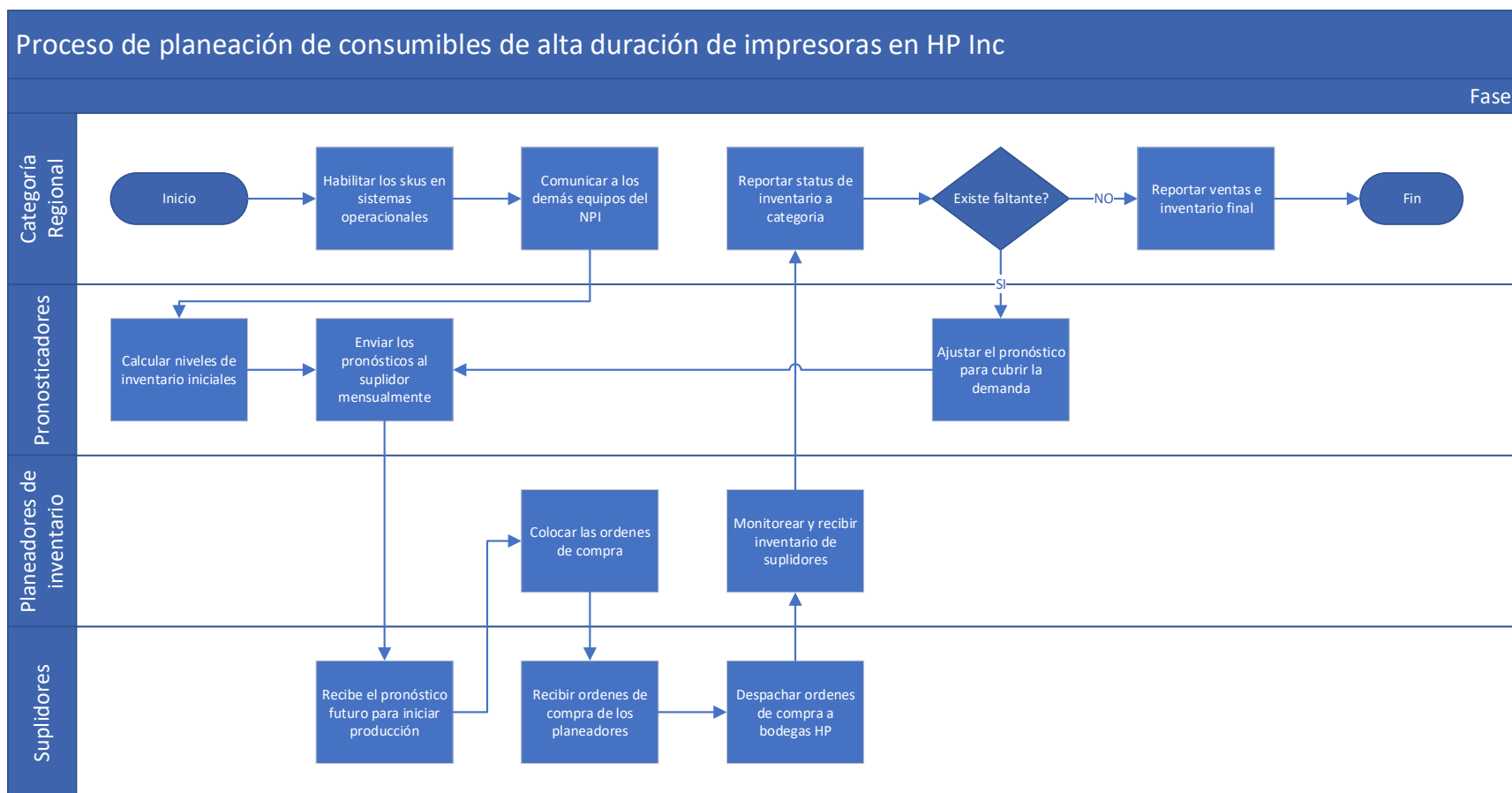


Figura 10 - Diagrama de flujo-proceso de planeación actual

Fuente: Elaboración propia

Como se observa en el mapeo del proceso de planeación ([Figura 11](#)), la decisión crítica se toma al analizar el faltante de inventario ya cuando las ordenes puestas van incrementando, aumentando así el tiempo de entrega. Se realiza un análisis con los planificadores de inventario para identificar las razones principales que están afectando el nivel de servicio y así proponer acciones de mejora a largo plazo que les permita minimizar el impacto a los clientes y lograr estabilizar la disponibilidad del inventario.

Al tomar acciones tan reactivas como los ajustes del pronóstico, los tiempos de resolución pueden tomar de 2 a 3 meses porque así es como trabaja la señal de pronóstico que se envía para hacer la producción con el proveedor ubicado en Asia.

Como consecuencia a que el tiempo de resolución es extenso y los clientes no pueden esperar, el volumen de ordenes en espera aumenta diariamente y HP Inc. pierde credibilidad y baja la satisfacción por parte de los clientes en especial en los países de Latinoamérica y Canada.

Es de suma importancia establecer un proceso que nos permita tomar acciones proactivas para evitar faltantes de inventario, reducir el porcentaje de ordenes en espera y

Al incorporar indicadores de desempeño y mejorar el proceso de planeación y pronóstico, HP Inc. no tendrá problemas con sus clientes y ninguna penalidad por incumplimiento de contratos y soporte, mejorando así su imagen a nivel mundial que le permitirá incrementar su volumen de ventas en el mercado.

### 3. Indicadores actuales

#### a) Días promedio máximo para la entrega del material

A continuación, se muestran los días promedios que toma enviar una parte de acuerdo con las ordenes que entran al sistema por países para las líneas de producto UD y 65 de los últimos 12 meses antes de la implementación de la mejora:

Canada

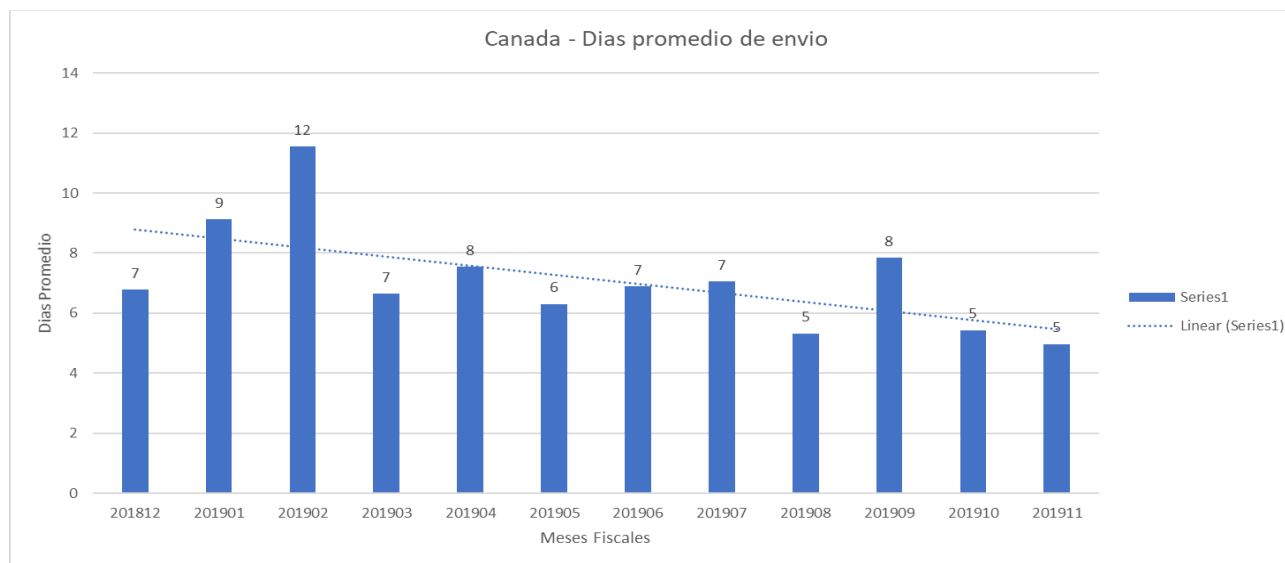


Figura 11 - Días promedio mensual el Canada

Fuente: Elaboración propia

## Estados Unidos

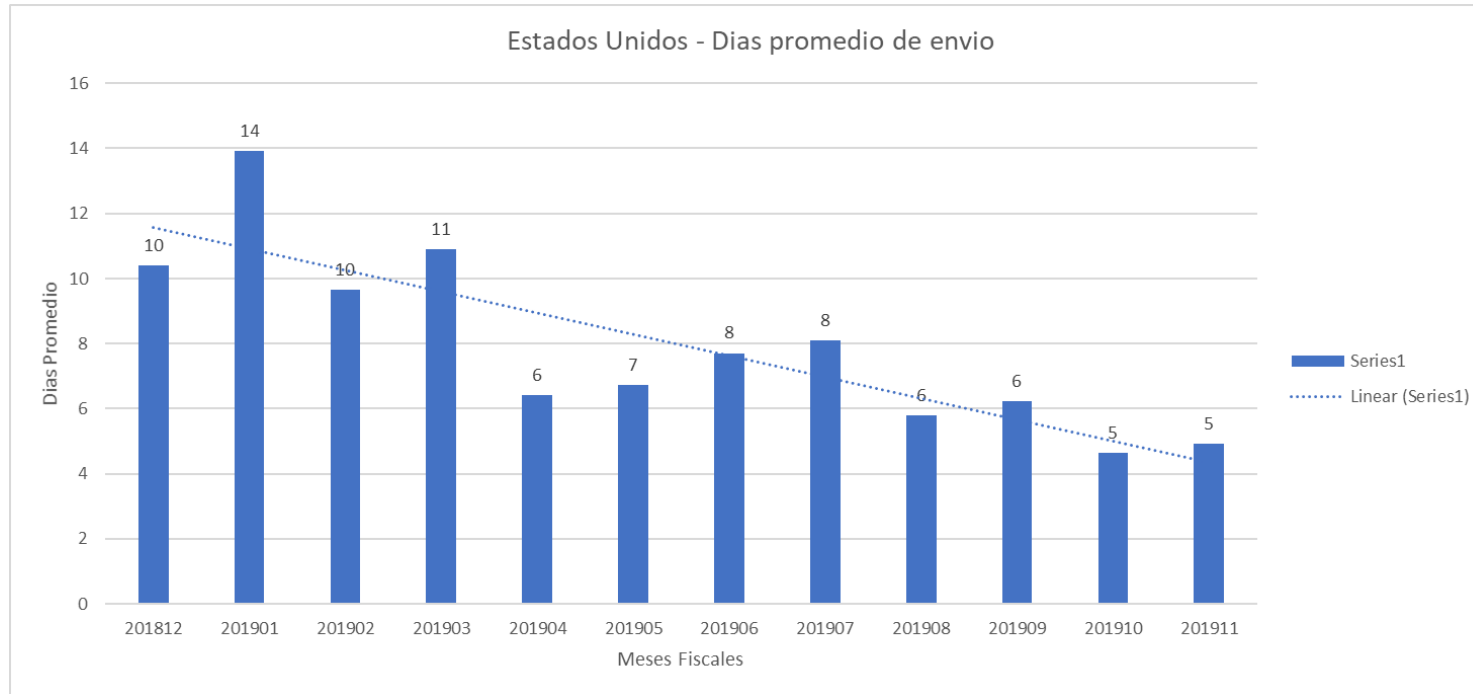


Figura 12 - Días promedio mensual en Estados Unidos

Fuente: Elaboración propia

## Argentina

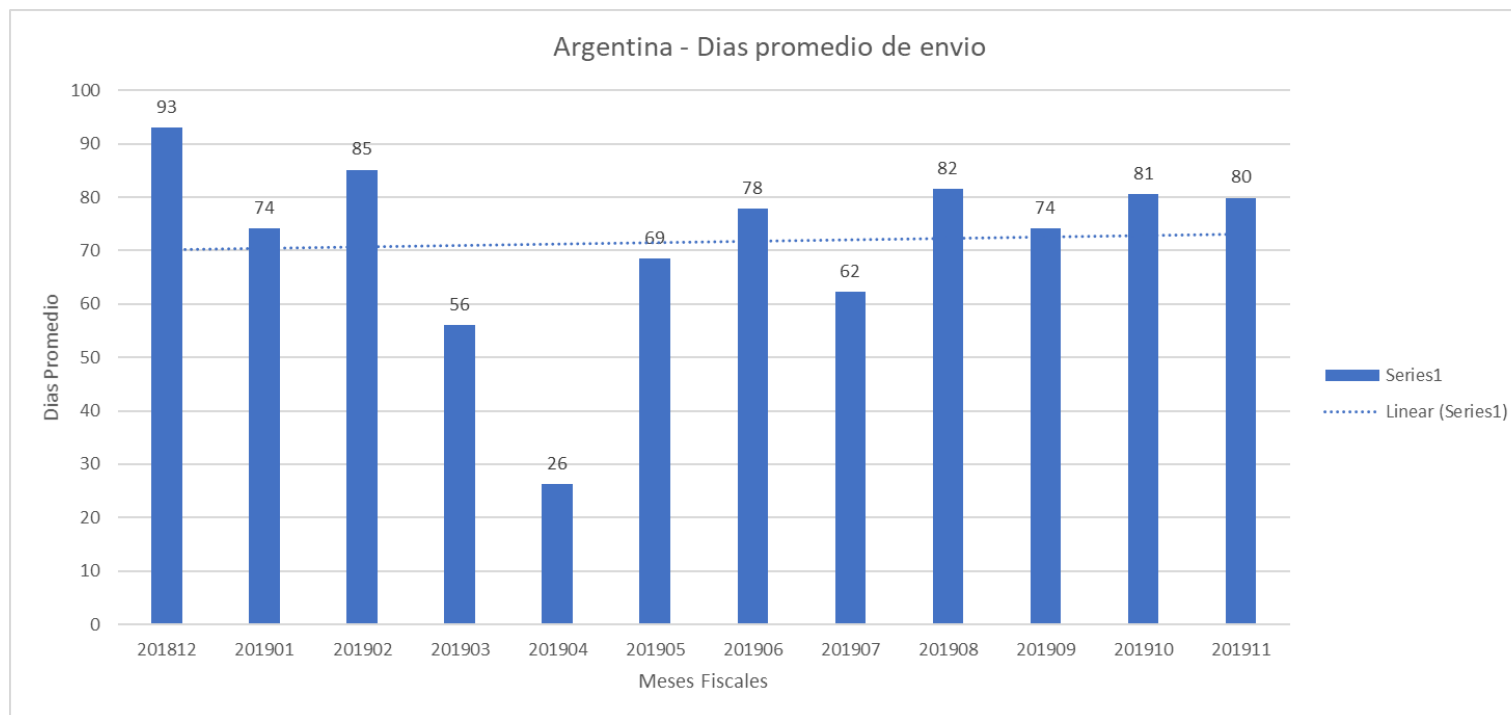


Figura 13 - Días promedio mensual en Argentina

Fuente: Elaboración propia

## Brasil

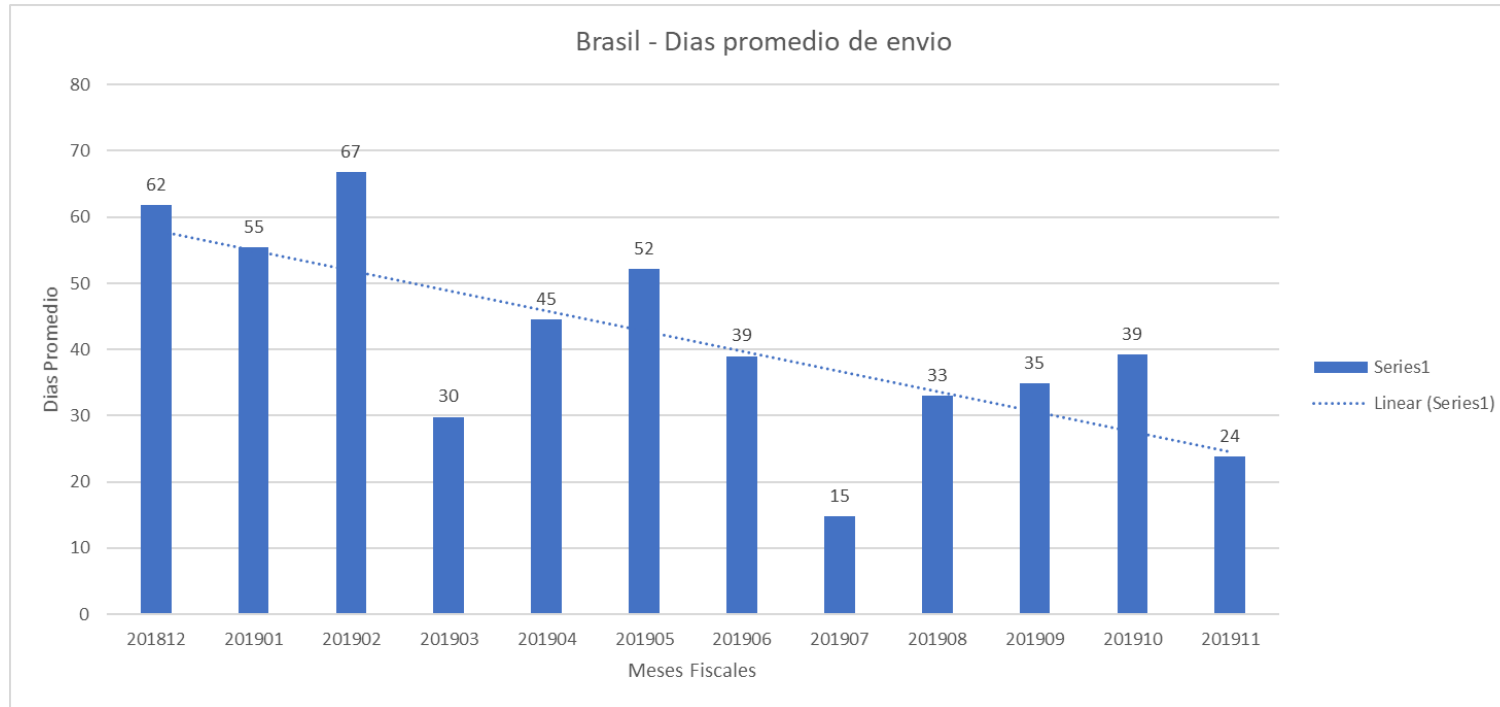


Figura 14 - Días promedio mensual en Brasil

Fuente: Elaboración propia

## Mexico

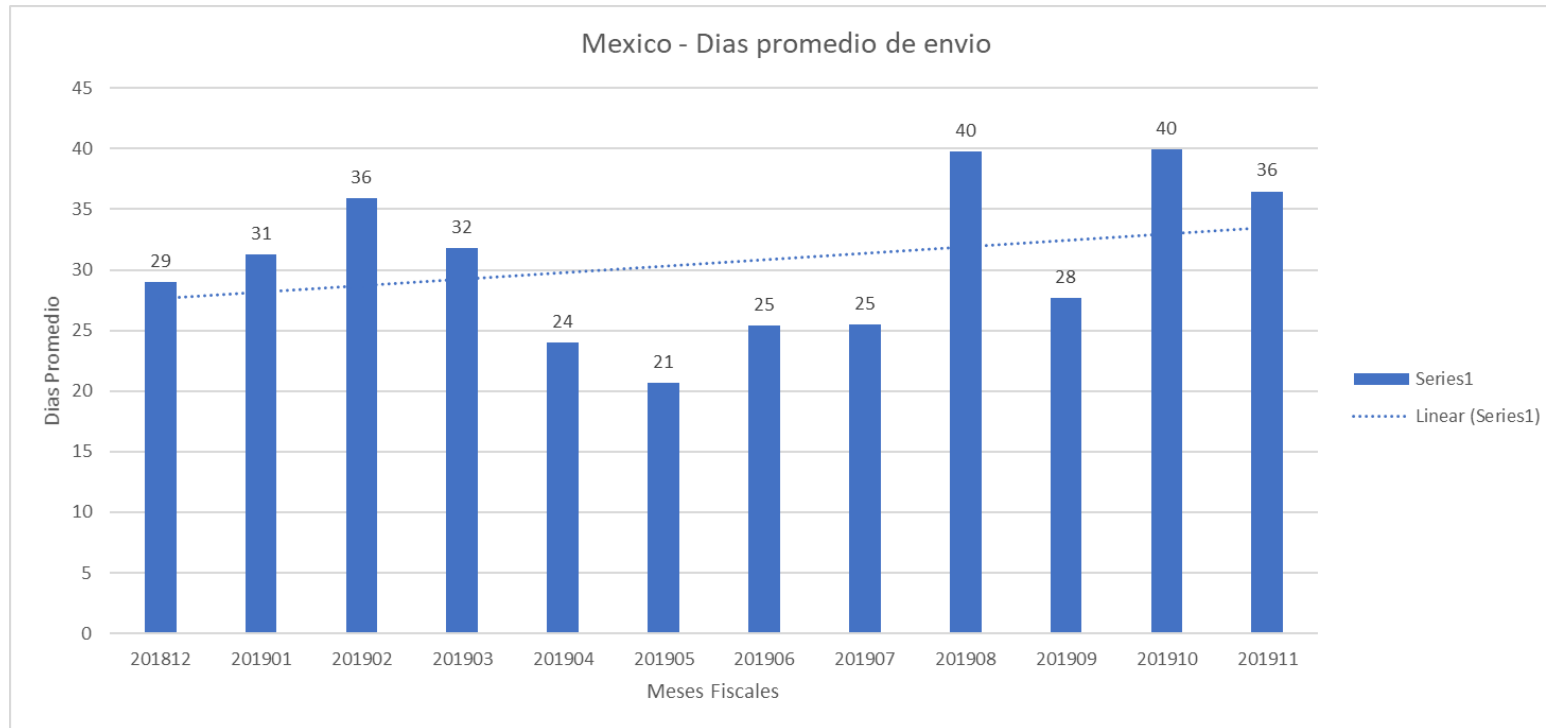


Figura 15 - Días promedio mensual en Mexico

Fuente: Elaboración propia

Como se observa en las tablas anteriores, en los países de Latinoamérica (Mexico, Brasil y Argentina) los días promedio que tarda en enviar una orden después de la fecha de creación es bastante alta en comparación a Estados Unidos y Canada dado a que el abastecimiento a los países de Latinoamérica no se está haciendo contra los pronósticos enviados al proveedor ni para tener inventario ya en la planta para cuando entre una orden nueva esta sea cubierta de forma inmediata. Se realizo una encuesta (ver [Apéndice C](#)) con los países de Latinoamérica donde 6 de cada 10 clientes dijeron que estaban molestos con las fechas de entrega en los países de Latinoamérica donde en ocasiones han esperado casi 3 meses por una orden y este tiempo es muy largo porque significa que su impresora esta sin funcionamiento y no podrán imprimir y dar el servicio a sus propios clientes. Debido a esto el volumen de ordenes en espera y las escalaciones por parte de los clientes aumentan, ya que la reacción de los planificadores de inventario para ajustar sus proyecciones de inventario no es de manera anticipada, impactando así a los clientes con el atraso en sus pedidos y también a la organización elevando el costo de las operaciones para subsanar esos atrasos. Con este proyecto se busca disminuir los días promedio que toma enviar una orden después de que esta haya sido procesada.

#### 4. Diagrama Ishikawa proceso de planeación actual:

En el siguiente diagrama se analizará las diferentes causas que conllevan al efecto de un nivel de abastecimiento de inventario bajo en el proceso de planeación actual de consumibles de alta duración de impresoras en HP Inc.

### Diagrama Ishikawa – Proceso de planeación actual de consumibles de alta duración de impresoras en HP Inc

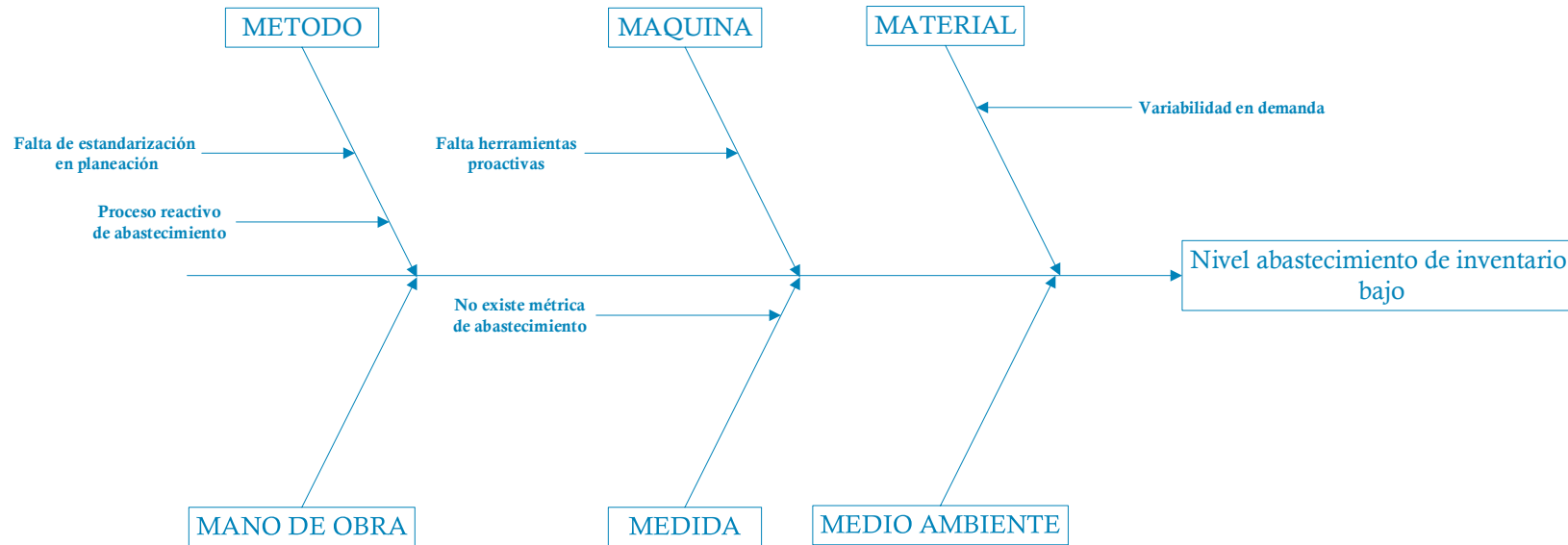


Figura 16 - Diagrama Ishikawa proceso de planeación actual

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se detallan cada una de las causas que impactan los diferentes factores en el proceso de planeación actual:

**a) Factor método:**

1. Falta de estandarización: actualmente no existe un proceso estándar que se siga a nivel de planeación en las diferentes plantas para el cálculo de niveles de inventario y proyecciones. Cada planta tiene su propio proceso y se basan en reglas internas para el almacenamiento y proyecciones de inventario. Por ejemplo, en Canada el planeador no coloca órdenes de compra si en Estados Unidos no se cuenta con inventario, aunque exista un pronóstico para el respectivo país. En Latinoamérica la demanda actual comparada al pronóstico solicitado presenta incoherencia como también las órdenes de compra solo se están procesando si el planeador de Estados Unidos lo aprueba. Al hacer esto la demanda real por el sku en toda la región de AME no se ve reflejada y esto conlleva a que la señal al proveedor que se está enviando no es la correcta.

2. Proceso actual muy reactivo: de acuerdo con el planeador de Canada, Mexico y Latinoamérica el proceso de planeación actual es sumamente reactivo, ya que se basa en resultados de indicadores para tomar decisiones y ajustar sus niveles de inventario. Los planeadores de Canada, Mexico y Latinoamérica confirmaron que ponen órdenes de compra hasta que entren las ordenes de los clientes, esto significa que en la mayoría de los casos no se cuenta con el inventario en país cuando llega la orden. Se procede a colocar la orden de compra, pero los tiempos de resolución son largos y el impacto es económicamente alto.

**b) Factor máquina:**

2. Falta de herramientas proactivas: no existen reportes o datos del departamento de ventas que le permitan a los planificadores proyectar niveles de inventario de la manera correcta. Estos son necesarios para poder entender la demanda histórica y poder crear de forma correcta los pronósticos.

**c) Factor material:**

1. Alta variabilidad de demanda: De acuerdo con el histórico de consumo mensual tomado del sistema de análisis Yotta, la demanda es muy errática e impredecible, ya que constantemente cambia sin tener visibilidad apropiada de las unidades de negocio, impactando así los diferentes indicadores de la organización.

**d) Factor medida:**

1. No existe métrica de abastecimiento: No existe un indicador que nos permita medir la eficiencia de la planeación y pronóstico que están ejecutando los planeadores y pronosticadores para asegurar que se está enviando el material en un tiempo prudente. Esta métrica también podrá ayudarnos para medir el rendimiento del abastecimiento y tener una meta medible para los planeadores y pronosticadores.

Con base en los resultados del diagrama de Ishikawa y analizando cada una de las causas que impactan los diferentes factores del proceso de planeación actual se realizó un análisis interno, entre los diferentes equipos de trabajo relacionados, para así identificar las acciones de mejora que se desarrollarán en el siguiente proyecto.

Se realizó un diagrama Pareto con base en la información de los últimos 3 meses para identificar las causas con más impacto en cada uno de los factores del proceso de planeación actual.

A continuación, se muestra la tabla de información elaborada por causa o problema y el impacto de esta en cantidad de ordenes no despachadas a tiempo durante 3 meses de acuerdo con una encuesta desarrollada a los planeadores, pronosticadores y al departamento de servicio al cliente (de julio a setiembre del 2019)

Causa o problema	Frecuencia absoluta (cantidad de ordenes no despachadas)	Frecuencia absoluta acumulativa	Frecuencia relativa unitaria	Frecuencia relativa acumulativa
Alta variabilidad en la demanda (A)	596	596	24%	24%
Falta de herramientas proactivas (B)	579	1175	23%	47%
No existe metrica de abastecimiento (C)	468	1643	19%	66%
Proceso reactivo de abastecimiento (D)	456	2099	18%	84%
Falta de estandarización en procesos de planeación (E)	312	2411	13%	97%
Otros	75	2486	3%	100%

Tabla 2 - Cantidad de órdenes no despachadas a tiempo por causa o problema

Fuente: Elaboración propia

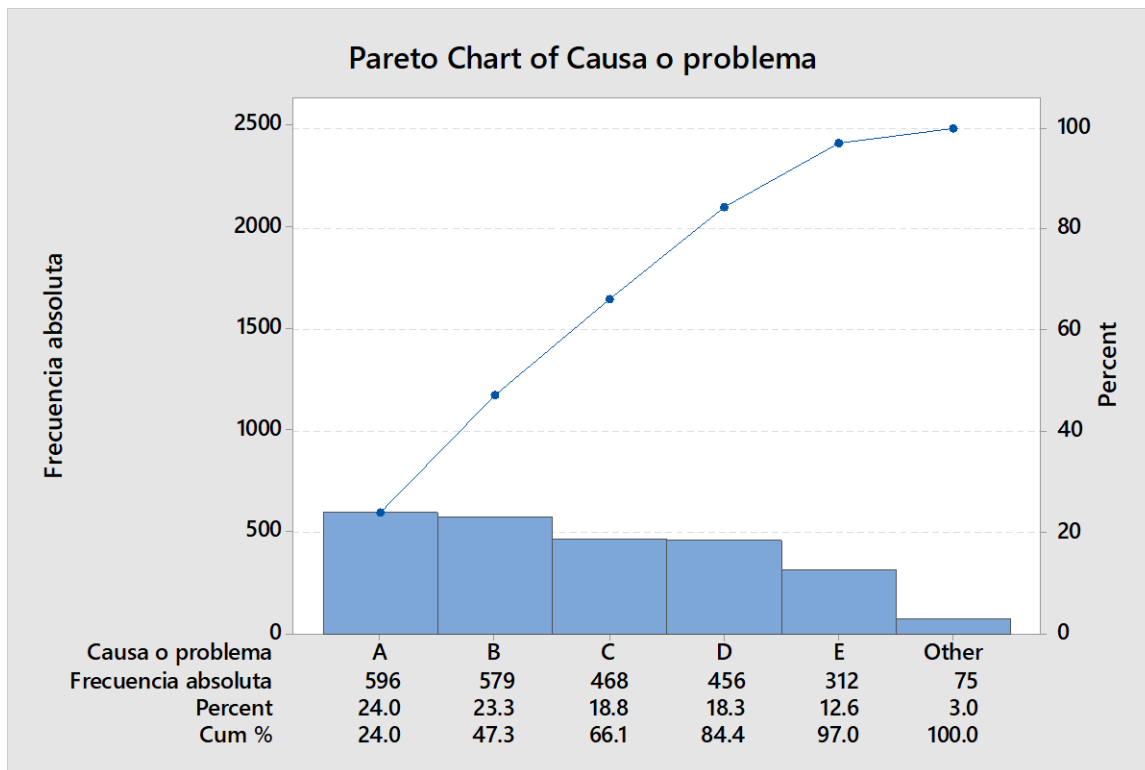


Figura 17 - Diagrama Pareto - Problemas o causas en proceso de planeación actual

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en el diagrama de Pareto anterior las principales causas o problemas que están afectando el proceso de planeación actual son:

1. Alta variabilidad en la demanda (24%)
2. Falta de herramientas proactivas (23%)
3. No existe métrica de abastecimiento (19%)
4. Proceso reactivo de abastecimiento (18%)

Estas 4 causas representan un 84% de los problemas que impactan el proceso de planeación actual, es de suma importancia conocer a fondo el ¿Por qué? se dan para proponer posibles soluciones que nos permitan mejorar el proceso a futuro.

Con base en esas 4 principales causas se desarrolló el análisis de los 5 ¿Por qué? con el fin de determinar la causa raíz de cada uno y proponer un plan de mejora que se desarrollará en el capítulo 5 de este proyecto.

## 5. Diagnóstico del proceso actual

Tabla 3 - Análisis de los 5 ¿Por qué?

Fuente: Elaboración propia

4 Ms	Causas	¿Porqué 1?	¿Porqué 2?	¿Porqué 3?	¿Porqué 4?	¿Porqué 5?
<b>Máquina</b>	Falta de herramientas de planeación proactiva.	Solo en Estados Unidos se utiliza el promedio móvil de 6 meses, pero este no se ejecuta de forma correcta. Se cuentan con más herramientas de planeación que no se utilizan	Falta de conocimiento y prioridad de atención en todos los países de AME	El enfoque siempre ha sido en el país de Estados Unidos para el abastecimiento y no hay un proceso de planeación reactivo en los demás países	No se conoce la necesidad e impacto	Los conceptos de planeación no están estandarizados a nivel de equipos
<b>Método</b>	Proceso reactivo de abastecimiento	Para los países de Latinoamérica y Canada se crean los Pos de acuerdo a como vayan entrando ordenes	Para solo tener el inventario que se requiere	Para evitar excesos de inventarios y altos costos de almacenamiento en las plantas	Se deben cumplir con las metas financieras de la región	Altos costos en Latinoamérica principalmente, el inventario no requerido no se puede devolver a la planta principal
<b>Medida</b>	No existe métrica de abastecimiento	No existe el dato exacto de los Lead Times de las bodegas	No se evalúa el tiempo que duran las partes en llegar	No existe un reporte con tiempos de transito	No hay equipo encargado que lo mida	No se conoce la necesidad e impacto
<b>Material</b>	Alta variabilidad en la demanda	No se tiene conocimiento de acuerdos-tratos de los Distribuidores antes de que pongan ordenes como también los distribuidores ordenan más inventario al notar que HP se está quedando sin inventario	Los que trabajan con los distribuidores no informan a los equipos de planeación a tiempo como también la cantidad de inventario requerida esta fuera de lo normal por el cual el tiempo de entrega incrementa	Desconocimiento de los procesos de planeación	No hay una persona encargada de manejar la conexión entre venta y planeación	No se conoce la necesidad e impacto

Una vez desarrollado el análisis anterior e identificando las causas que mayor impacto tienen en el proceso de planeación actual se desarrollarán las propuestas de mejora con base en los productos más vendidos de acuerdo con el valor en ventas, por lo cual, es de suma importancia identificar los SKUs de mayor demanda a nivel de consumibles de alta duración.

Para ello, se desarrolló un análisis ABC que nos permitió identificar los principales SKUs con base en el valor de ventas, esto nos permitirá limitar el enfoque a los SKUs de mayor impacto para la organización. El análisis ABC se encontrará en la sección de apéndices al final del documento.

Para los productos de la línea de producto 65 (A3) se tomarán los SKUs categoría A

Tabla 4 - Análisis ABC línea producto 65 categoría A

Fuente: Elaboración propia

Product	Total	% Relativo	% Acumulativo	Category
CE516A	\$ 3,302,838	14.28%	14.28%	A
C2H67A	\$ 3,052,306	13.20%	27.47%	A
C1N54A	\$ 2,411,888	10.43%	37.90%	A
D7H14A	\$ 2,190,723	9.47%	47.37%	A
C2H57A	\$ 1,819,950	7.87%	55.24%	A
CE514A	\$ 1,754,136	7.58%	62.82%	A
CE977A	\$ 1,384,472	5.99%	68.81%	A
CB457A	\$ 1,079,265	4.67%	73.47%	A
C9152A	\$ 905,653	3.92%	77.39%	A
CF249A	\$ 774,714	3.35%	80.74%	A

Para los productos de la línea de producto UD (A4) se tomarán los SKUs categoría A

Tabla 5 - Análisis ABC línea de producto UD Categoría A

Fuente: Elaboración propia

Product	Total	% Relativo	% Acumulativo	Category
CF064A	\$ 5,778,998	12.44%	12.44%	A
CE249A	\$ 5,494,865	11.83%	24.27%	A
L0H24A	\$ 5,278,194	11.36%	35.63%	A
F2G76A	\$ 4,494,353	9.68%	45.31%	A
CE246A	\$ 3,690,942	7.95%	53.25%	A
CB388A	\$ 3,067,961	6.60%	59.86%	A
CE484A	\$ 1,521,571	3.28%	63.14%	A
B5L35A	\$ 1,492,760	3.21%	66.35%	A
Q7504A	\$ 1,335,100	2.87%	69.22%	A
CE265A	\$ 1,297,162	2.79%	72.02%	A
Q7502A	\$ 1,237,911	2.66%	74.68%	A
J8J87A	\$ 1,223,218	2.63%	77.31%	A
CE254A	\$ 1,045,470	2.25%	79.56%	A
B3M77A	\$ 958,954	2.06%	81.63%	A

Al realizar el análisis A-B-C, podemos observar cuales son los SKUs de mayor impacto en la organización.

Con esto podemos corroborar que el enfoque en estos SKUs tendrá un impacto favorable para la organización ya que representan un alto porcentaje del negocio total de consumibles de alta duración, ya que en ambas tablas estos SKUs sobrepasan el 80% del costo total de la organización.

Al revisar estos datos con la gerencia se ha apoyado la decisión de enfoque a nivel de proyecto y se asumirán los cambios necesarios que se encuentren en el desarrollo de este, como también el enfoque en los países de Latinoamérica. Los indicadores deberán mostrar la evolución de mejora en estudio.

**CAPÍTULO V:**  
**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LA SOLUCIÓN**

Una vez concluido el capítulo 4 en donde se identificaron las principales causas que impactan el proceso de planeación actual y los principales SKUs para el equipo de planeación de los consumibles de alta duración para impresoras HP se procederá a desarrollar las propuestas de solución, a establecer el equipo de trabajo y el cronograma del proyecto para que este sea exitoso y sostenible en el tiempo.

## **Q. PROPUESTAS DE MEJORA PROCESO DEL PRONÓSTICO Y PLANEACIÓN ACTUAL**

Según el análisis desarrollado en el capítulo 4 se identificaron 4 causas relevantes que impactan el proceso de planeación actual en más de un 84%:

1. Alta variabilidad en la demanda (24%)
2. Falta de herramientas proactivas (23%)
3. No existe métrica de abastecimiento (19%)
4. Proceso reactivo de abastecimiento (18%)

Tomando como base estas causas se desarrolló el análisis de los 5 ¿Por qué? con el fin de proponer 3 soluciones para mejorar la planeación y establecer un proceso estándar y sostenible en el tiempo.

A continuación, se desarrollará a fondo cada una de las soluciones para cada causa específica que impacta el proceso de planeación actual para los consumibles de alta duración de impresoras de la empresa HP Inc.

### **1. Implementación de las herramientas en Minitab para la planeación proactiva**

Como primer paso se tomó por ejemplo el SKU P1B93A - HP LaserJet Image Transfer Belt Kit que ha presentado faltante de inventario constante. Su traducción en español es kit de correa de transferencia de imagen HP LaserJet de acuerdo con la demanda de los últimos 24 meses (setiembre 2017 a setiembre 2019) y se realizó un resumen estadístico grafico de los datos.

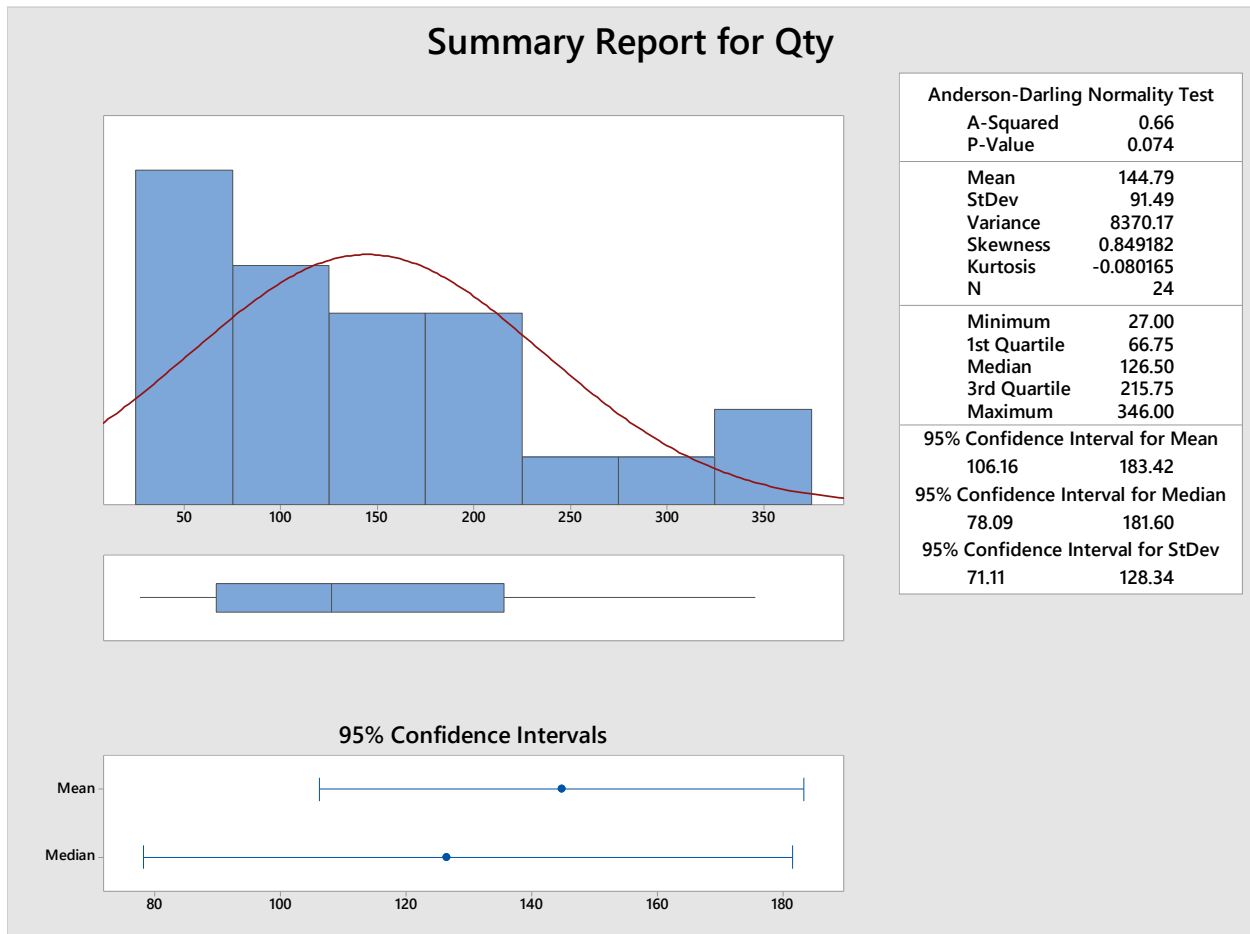


Figura 18 - Resumen estadístico gráfico de los datos

Fuente: Elaboración propia

Posteriormente se desarrolló un análisis de series de tiempo tomando la demanda de igual forma de los últimos 24 meses (setiembre 2017 a setiembre 2019) para entender el comportamiento de la demanda

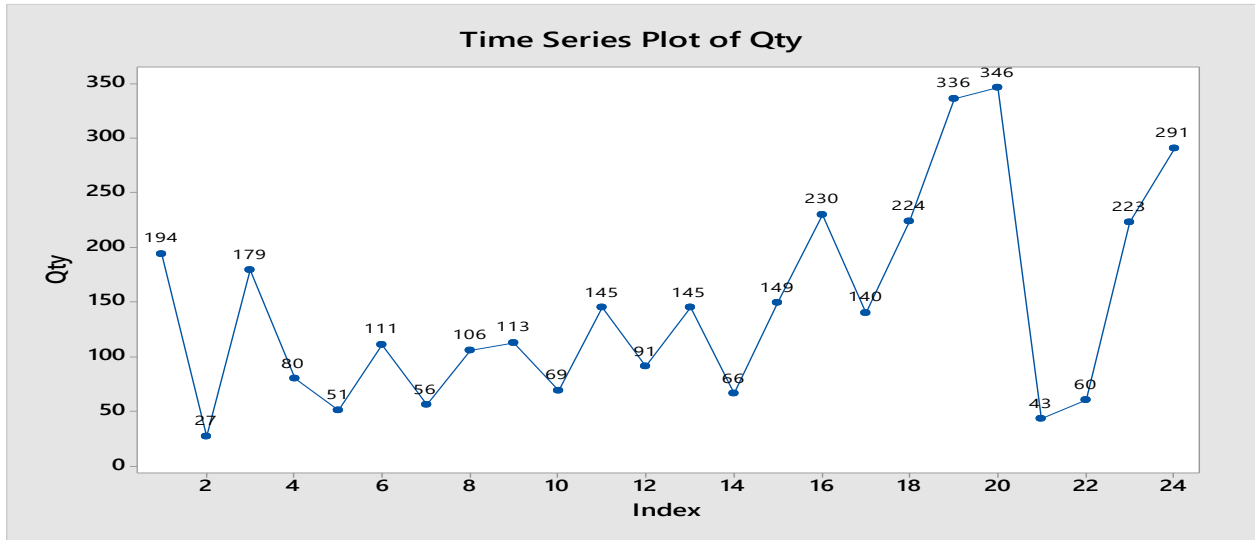


Figura 19 - Análisis de series de tiempo

Fuente: Elaboración propia

Como se observa en el grafico hay una tendencia hacia arriba desde el mes 17 en adelante. Como nota la demanda del mes 21 y 22 se vino abajo porque consumió el inventario que se tenía provocando que en esos meses los envíos fueran bajos por el faltante de inventario.

Se procede a realizar un análisis de tendencia de acuerdo con la demanda de los últimos 24 meses generando un pronóstico por los próximos 12 meses

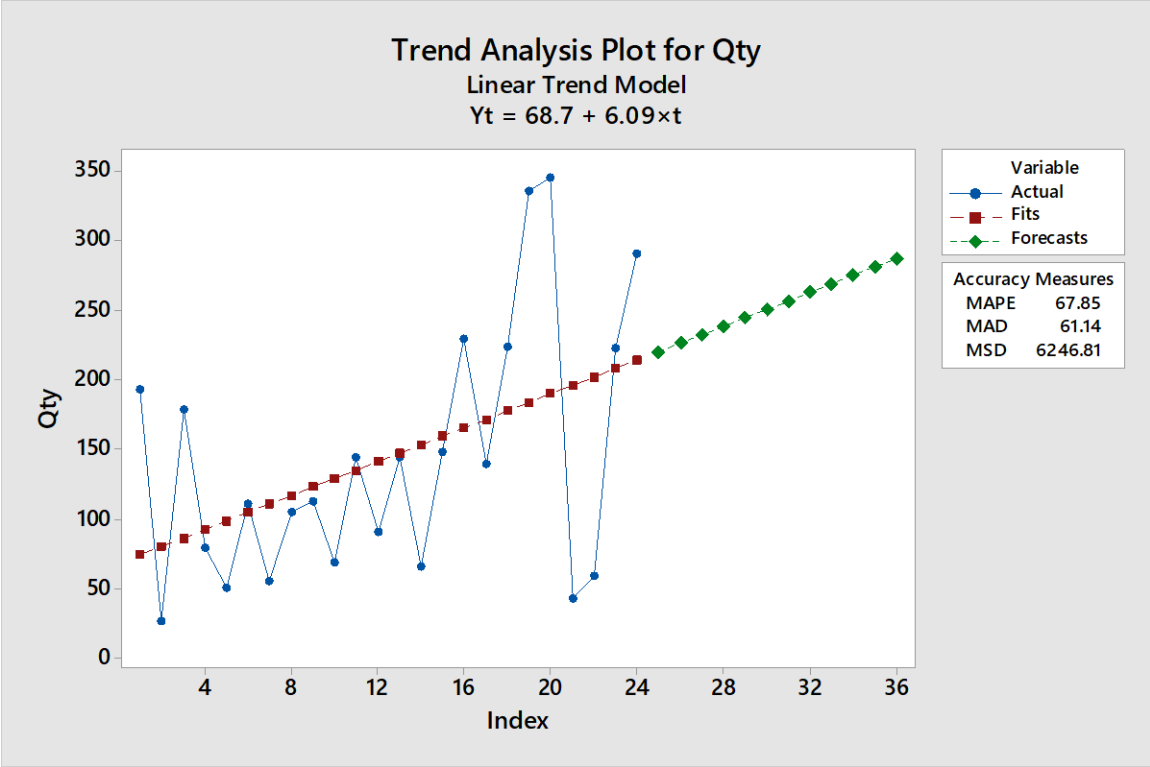


Figura 20 - Análisis de tendencia

Fuente: Elaboración propia

Period	Forecast
25	220.862
26	226.948
27	233.034
28	239.119
29	245.205
30	251.291
31	257.376
32	263.462
33	269.548
34	275.633
35	281.719
36	287.804

Fitted Trend Equation

$$Y_t = 68.7 + 6.09 \times t$$

Se utilizó de igual forma el método Winter tomando los mismos datos y obtuvimos los siguientes resultados

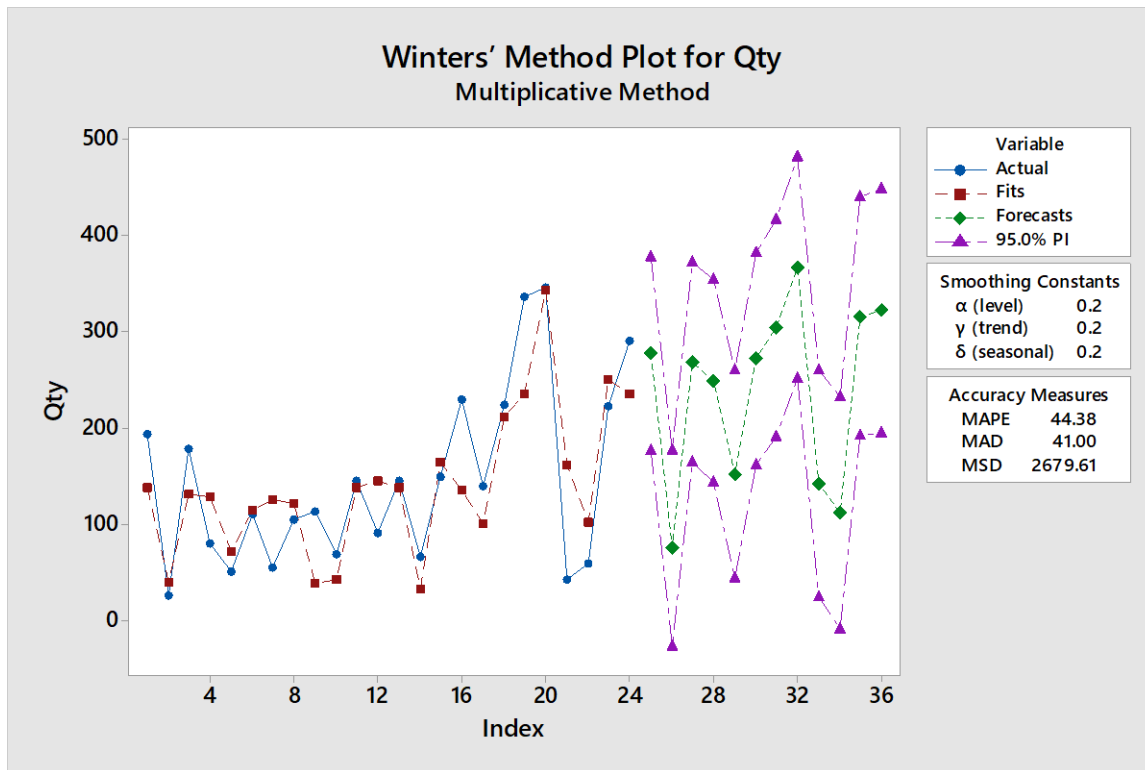
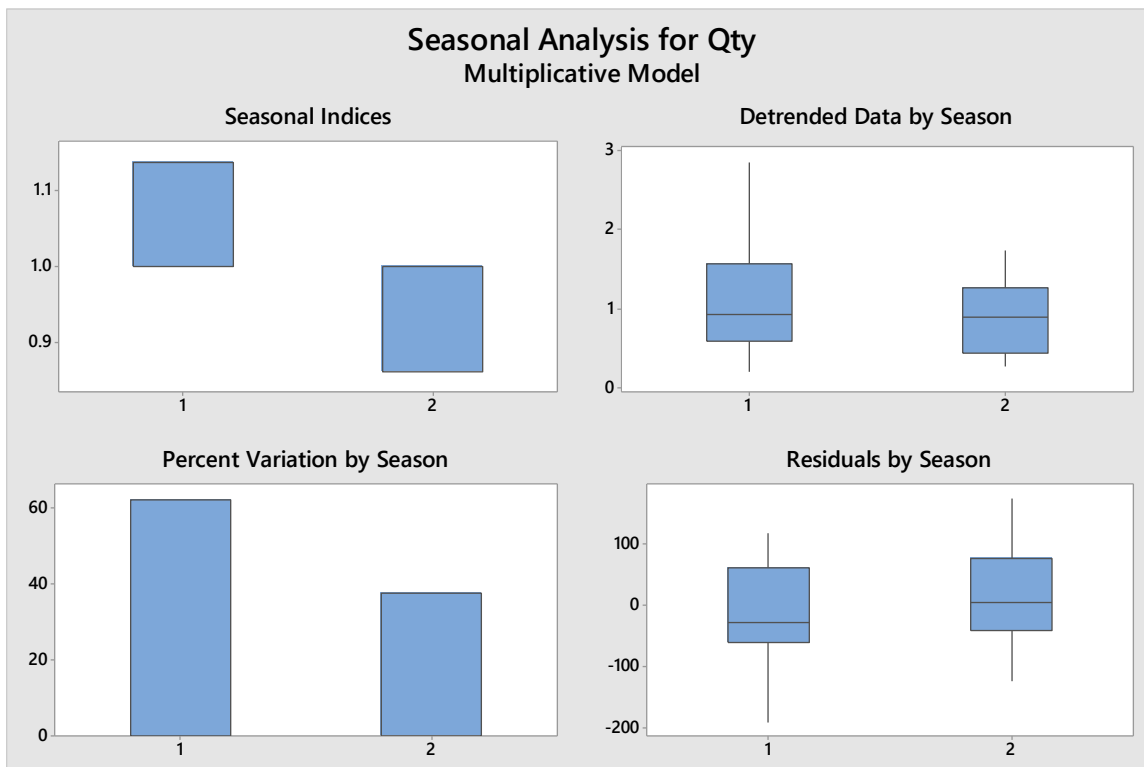
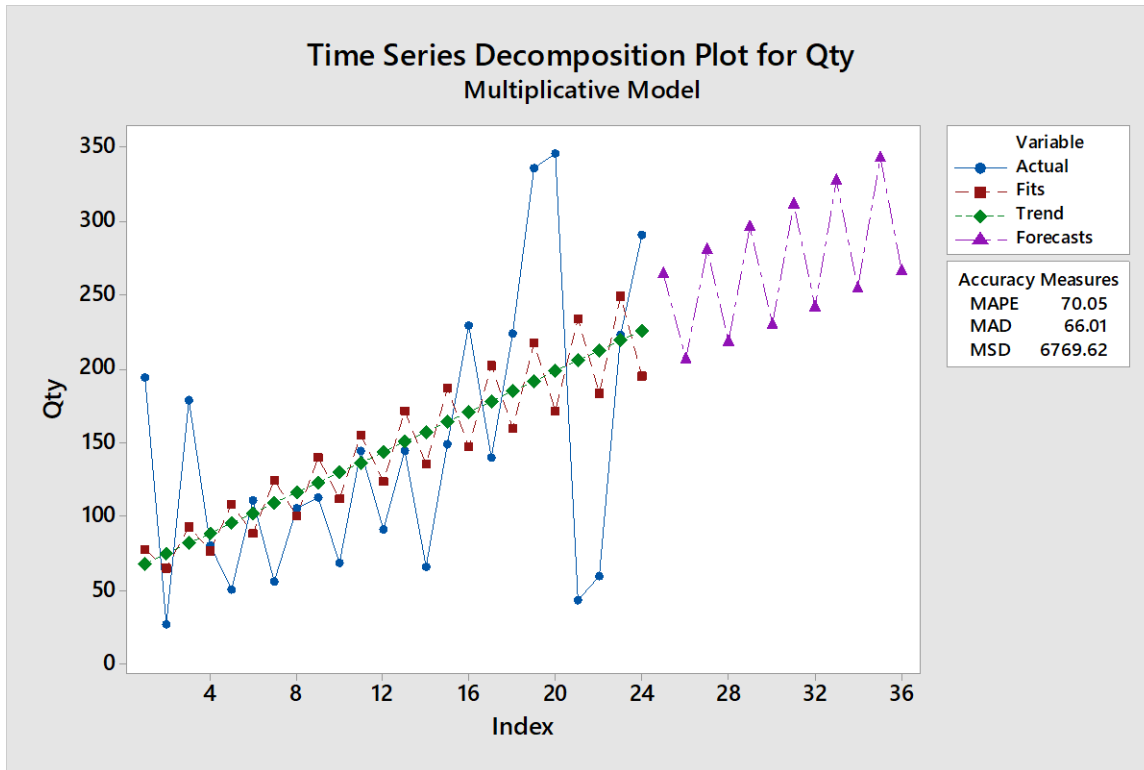


Figura 21 - Análisis por método Winter

Fuente: Elaboración propia

Period	Forecast	Lower	Upper
25	277.853	177.395	378.311
26	75.880	-26.151	177.912
27	268.719	164.933	372.506
28	249.283	143.569	354.996
29	152.769	44.966	260.572
30	272.697	162.651	382.743
31	304.224	191.790	416.657
32	367.014	252.058	481.970
33	142.467	24.861	260.073
34	112.487	-7.886	232.860
35	316.514	193.263	439.765
36	322.269	196.037	448.500

Se utilizó de igual forma el método de descomposición tomando los mismos datos y obtuvimos los siguientes resultados



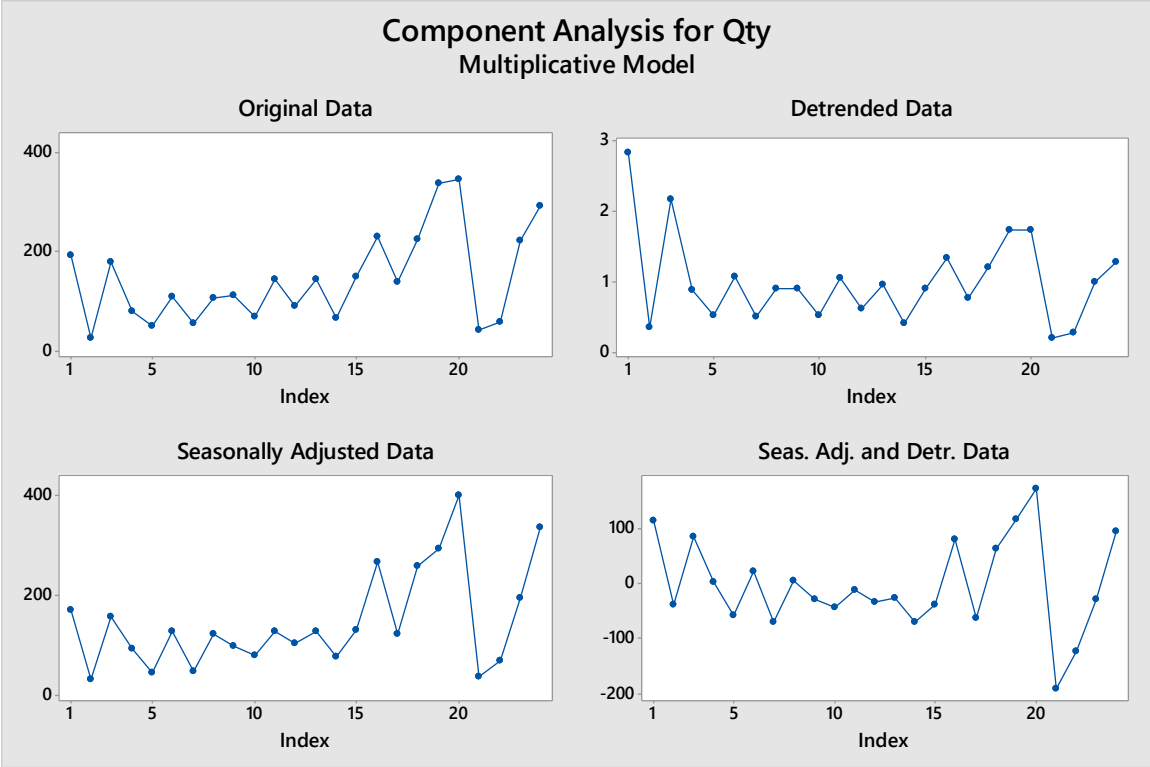


Figura 22 - Análisis por descomposición

Fuente: Elaboración propia

Forecasts

Period	Forecast
25	265.181
26	207.003
27	280.828
28	218.867
29	296.474
30	230.731
31	312.121
32	242.595
33	327.768
34	254.459
35	343.414
36	266.323

Por último, se realizó el análisis de promedio móvil de 6 meses para los próximos 12 meses

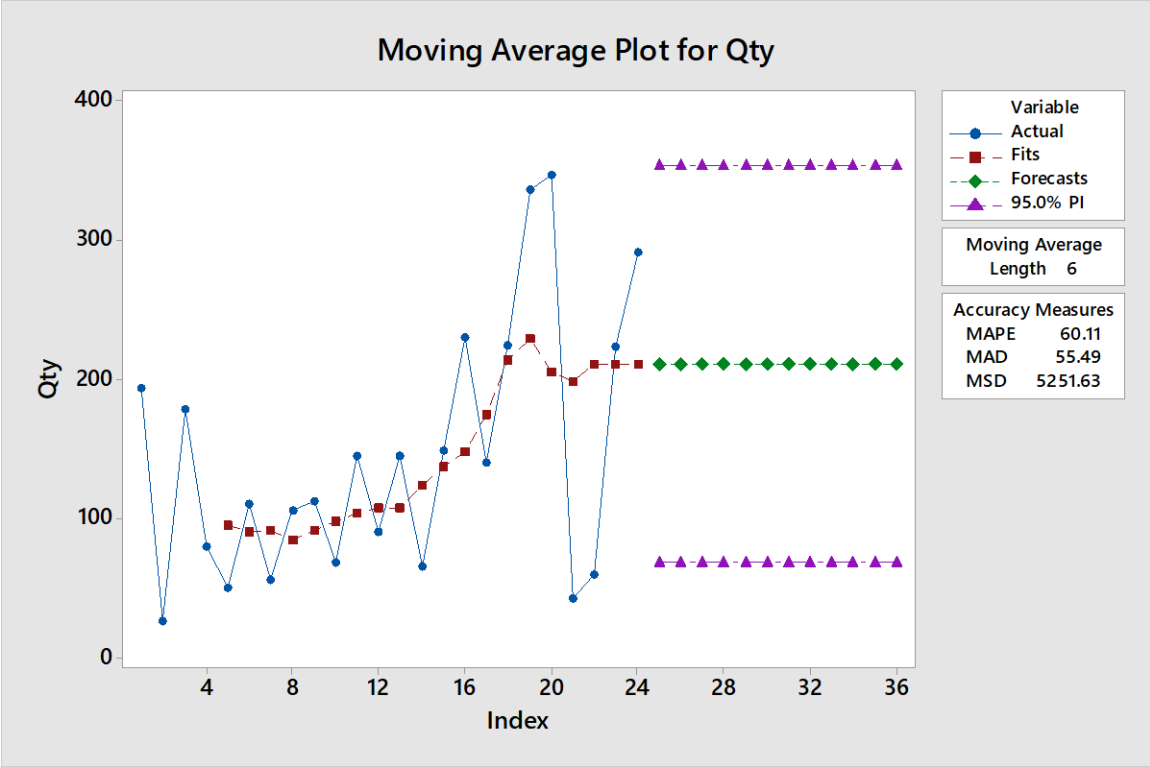


Figura 23 - Análisis promedio móvil

Fuente: Elaboración propia

Forecasts

Period	Forecast	Lower	Upper
25	210.917	68.8818	352.952
26	210.917	68.8818	352.952
27	210.917	68.8818	352.952
28	210.917	68.8818	352.952
29	210.917	68.8818	352.952
30	210.917	68.8818	352.952
31	210.917	68.8818	352.952
32	210.917	68.8818	352.952
33	210.917	68.8818	352.952
34	210.917	68.8818	352.952
35	210.917	68.8818	352.952
36	210.917	68.8818	352.952

Tabla 6 - Análisis promedio móvil y centro promedio móvil 6 meses

Fuente: Elaboración propia

Financial Close Fiscal Year Month Code	Total	Forecast Pred – Winter Method	6 MA	CMA
201712	194			
201801	27			
201802	179			
201803	80			
201804	51			
201805	111			
201806	56		107	96
201807	106		84	91
201808	113		97	92
201809	69		86	85
201810	145		84	92
201811	91		100	98
201812	145		97	104
201901	66		112	108
201902	149		105	108
201903	230		111	124
201904	140		138	137
201905	224		137	148
201906	336		159	175
201907	346		191	214
201908	43		238	229
201909	60		220	206
201910	223		192	198
201911	291		205	205
19-Oct	200	278	193	178
19-Nov	209	76	163	180

19-Dec	219	269	197	213
20-Jan	227	249	228	229
20-Feb	238	153	229	224
20-Mar	193	273	219	216
20-Apr	189	304	214	213
20-May	200	367	213	212
20-Jun	204	142	211	210
20-Jul	212	112	209	207
20-Aug	207	317	206	203
20-Sep	213	322	201	201

Los meses marcados en azul muestran el pronóstico que fue ingresado originalmente y la predicción del pronóstico marcado en gris con el método Winter.

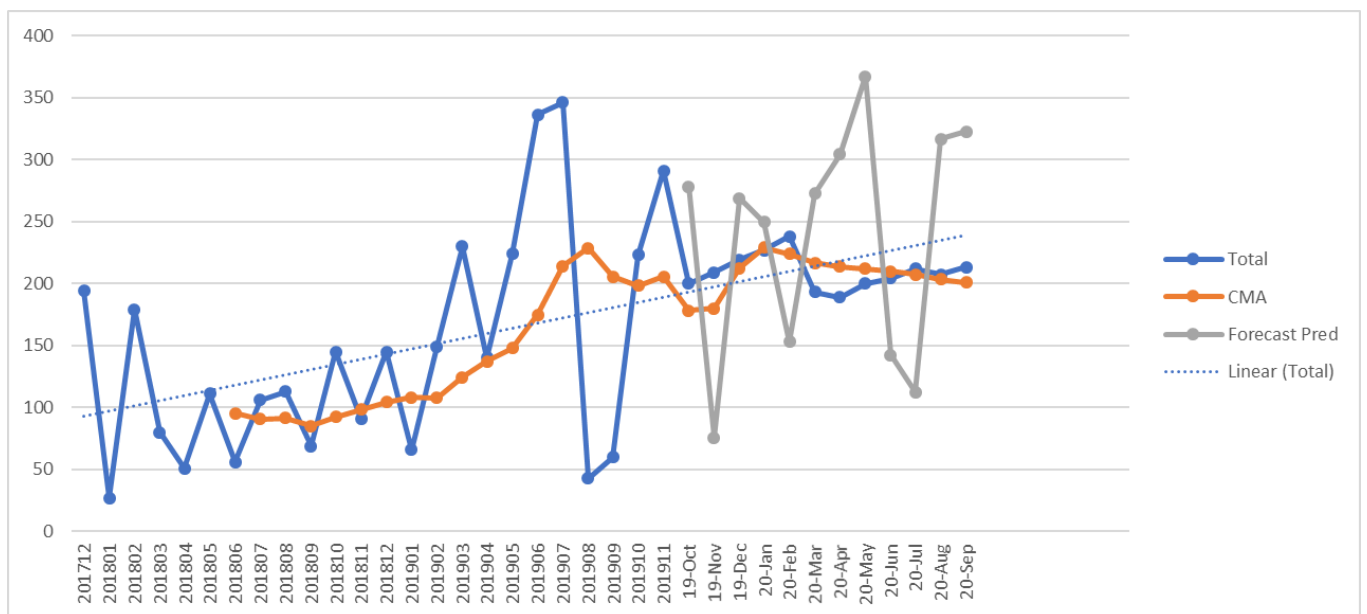


Figura 24 - Pronóstico original vs Pronóstico método Winter

Fuente: Elaboración propia

## **2. Estandarización – flujo proceso de planeación proactivo**

Se estandarizó el proceso de planeación para los países en Canada y Latinoamérica igual al de Estados Unidos. Los planeadores de estos países agregarán en el pronóstico los inventarios requeridos para satisfacer la demanda del país y se colocarán las órdenes de compra en la planta de Estados Unidos, aunque este no cuente con el inventario necesario para cubrir la orden para que de esta forma la señal de requerimiento sea enviada al suplidor.

Antes en el proceso en Canada y Latinoamérica se creaban las órdenes de compra hacia Estados Unidos solo hasta que el planeador de Estados Unidos diera la aprobación de ponerla para el material que tenía faltante de inventario. Los planeadores de Canada y Latinoamérica creaban las órdenes de compra de acuerdo con las ordenes abiertas que estaban en sistema y solo se traía el inventario necesario para cubrir esas órdenes.

Para lograr la estandarización en el proceso de planeación nos reunimos tanto los planeadores como también los pronosticadores en una capacitación para calibrar el proceso de planeación y hacer los respectivos cambios en sus tareas para que el proceso fuera el mismo para todos los países en América.

## **3. Desarrollo de indicadores en cada planta de almacenamiento o bodegas**

Al lograr estandarizar un proceso de planeación proactivo en las bodegas de HP Inc. es de suma importancia medir a cada bodega que despachan el material necesario para que los planeadores puedan cumplir con sus proyecciones de demanda. Es por ello, que se desarrolló un tablero de métricas que nos permitirá controlar si las bodegas están despachando el material a tiempo. Estos indicadores serán realizados por el

supervisor de categoría en AME de los consumibles de alta duración de forma mensual.

El nivel de abastecimiento se calculará dividiendo la cantidad de órdenes que se despacharon a tiempo (días promedio dependerá del país) entre la cantidad de órdenes que se recibieron mensualmente.

El indicador desarrollado se nombró OTD (On time Delivery), que traducido al español significa Despacho a Tiempo, y de acuerdo con el país, este se basa en el siguiente cálculo: El supervisor de categoría generara el reporte de ordenes enviadas durante el mes y restara la fecha de creación con la fecha de envió para determinar los días que tomó enviar la orden.

A continuación, se brinda la información para cada país:

Canada: Días Promedio después de implementación pasaron de 7 a 6 días

El nivel de abastecimiento se calculará dividiendo la cantidad de órdenes que se despacharon en 6 días entre la cantidad de órdenes que se recibieron mensualmente.

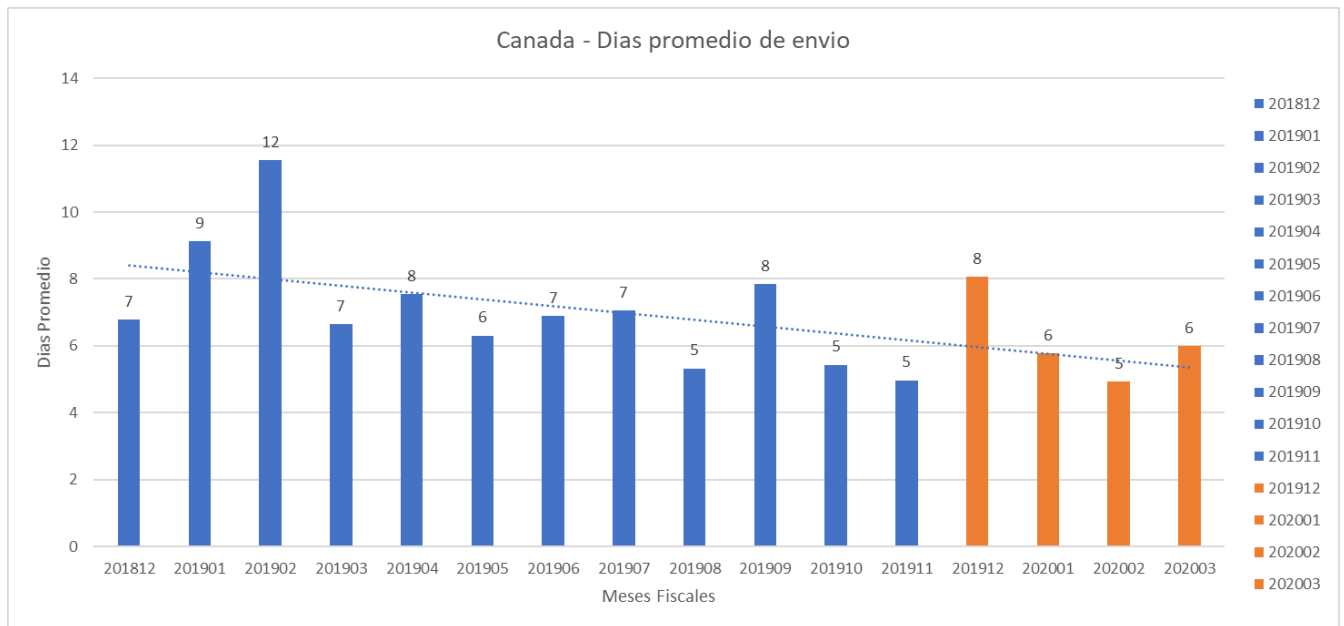


Figura 25 - Días promedio antes y después de implementación en Canada

Fuente: Elaboración propia

- Órdenes despachadas a tiempo / Órdenes recibidas = 75 / 100 = 75%

Estados Unidos: El promedio se mantuvo en 7 días después de la implementación

El nivel de abastecimiento se calculará dividiendo la cantidad de órdenes que se despacharon en 7 días entre la cantidad de órdenes que se recibieron mensualmente.

- Órdenes despachadas a tiempo / Órdenes recibidas = 75 / 100 = 75%

Argentina: Promedio después de implementación pasaron de 73 a 57 días

El nivel de abastecimiento se calculará dividiendo la cantidad de órdenes que se despacharon en 57 días entre la cantidad de órdenes que se recibieron mensualmente.

- Órdenes despachadas a tiempo / Órdenes recibidas = 65 / 100 = 65%

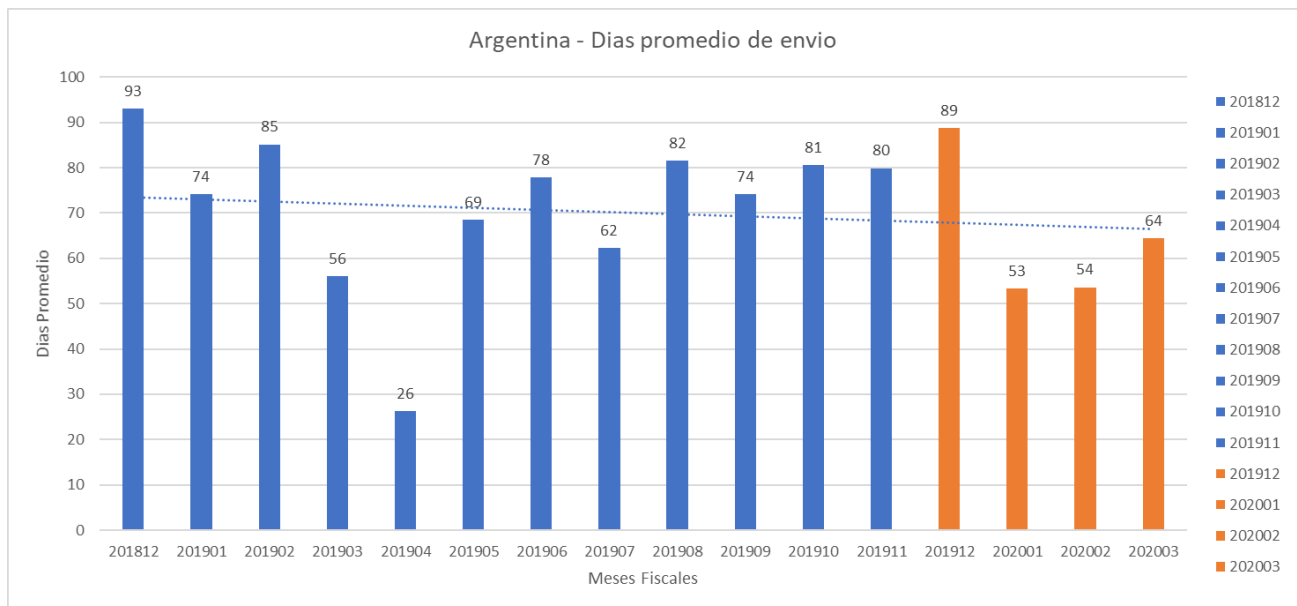


Figura 26 - Días promedio antes y después de implementación en Argentina

Fuente: Elaboración propia

Mexico: Promedio después de implementación pasaron de 31 a 24 días

El nivel de abastecimiento se calculará dividiendo la cantidad de órdenes que se despacharon en 24 días entre la cantidad de órdenes que se recibieron mensualmente.

- Órdenes despachadas a tiempo / Órdenes recibidas = 65 / 100 = 65%

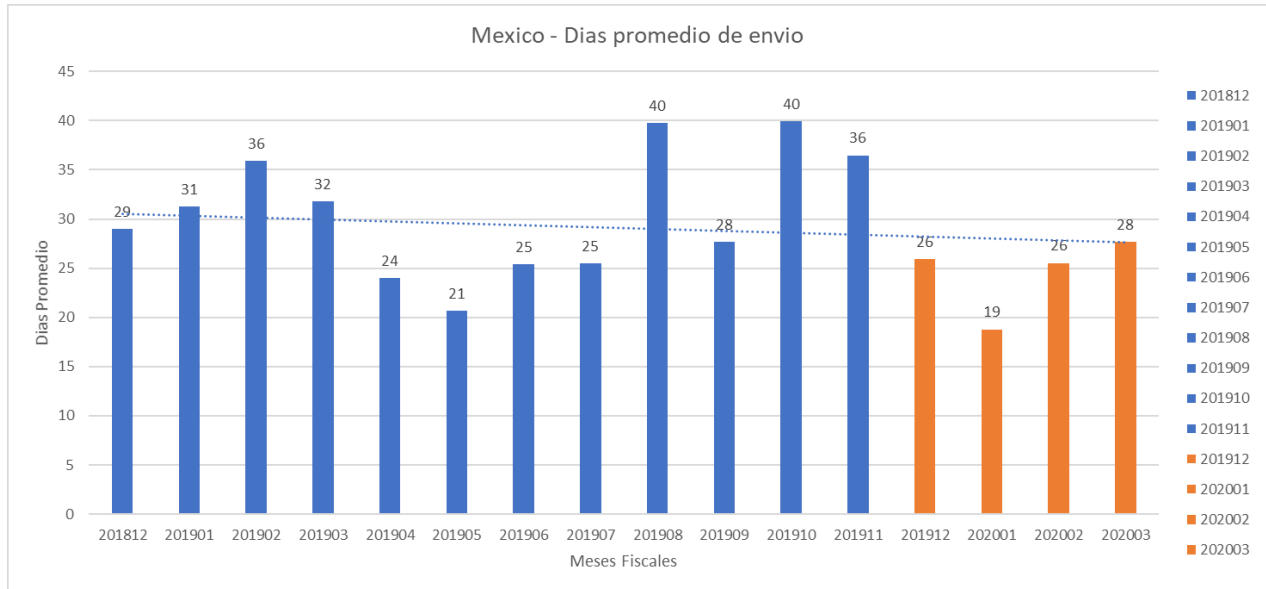


Figura 27 - Días promedio antes y después de implementación en Mexico

Fuente: Elaboración propia

Brasil: Promedio después de implementación pasaron de 41 a 18 días

El nivel de abastecimiento se calculará dividiendo la cantidad de órdenes que se despacharon en 18 días entre la cantidad de órdenes que se recibieron mensualmente.

- Órdenes despachadas a tiempo / Órdenes recibidas = 75 / 100 = 75%

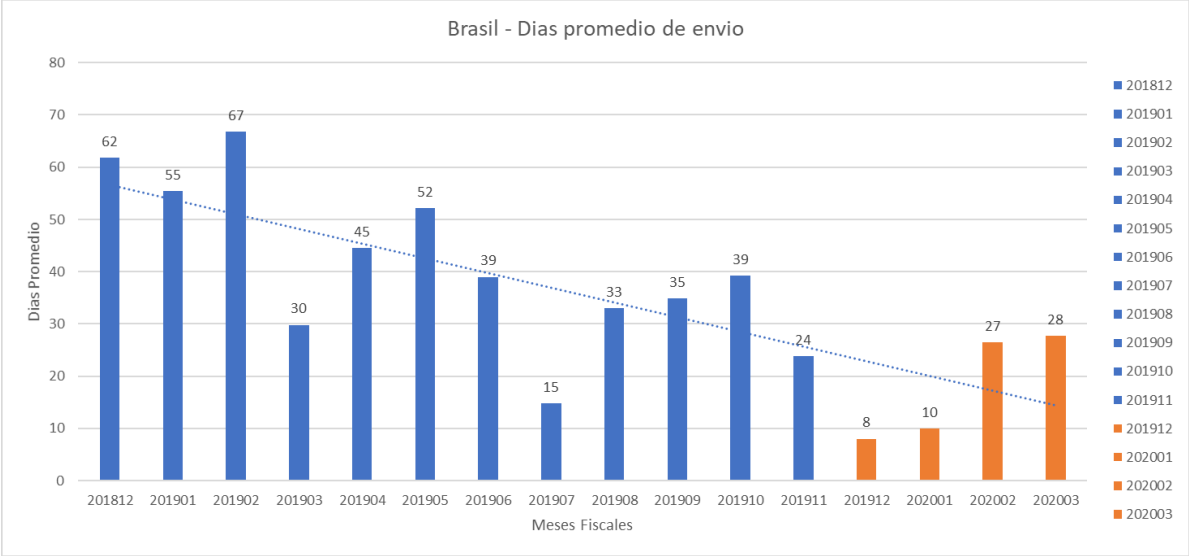


Figura 28 - Días promedio antes y después de implementación en Brasil

Fuente: Elaboración propia

Este cálculo nos permitirá medir si el material está siendo enviado a tiempo al cliente final después de haber puesto su orden tomando en cuenta los días promedios después de la mejora puesta en ejecución y a tomar acciones correctivas si sucede algún retraso que pueda afectar el indicador, que por consecuencia afectará el nivel de abastecimiento del equipo de planeación para con los clientes de HP Inc. y aumentaría la insatisfacción de los clientes.

#### 4. Cronograma proyecto de mejora proceso de planeación

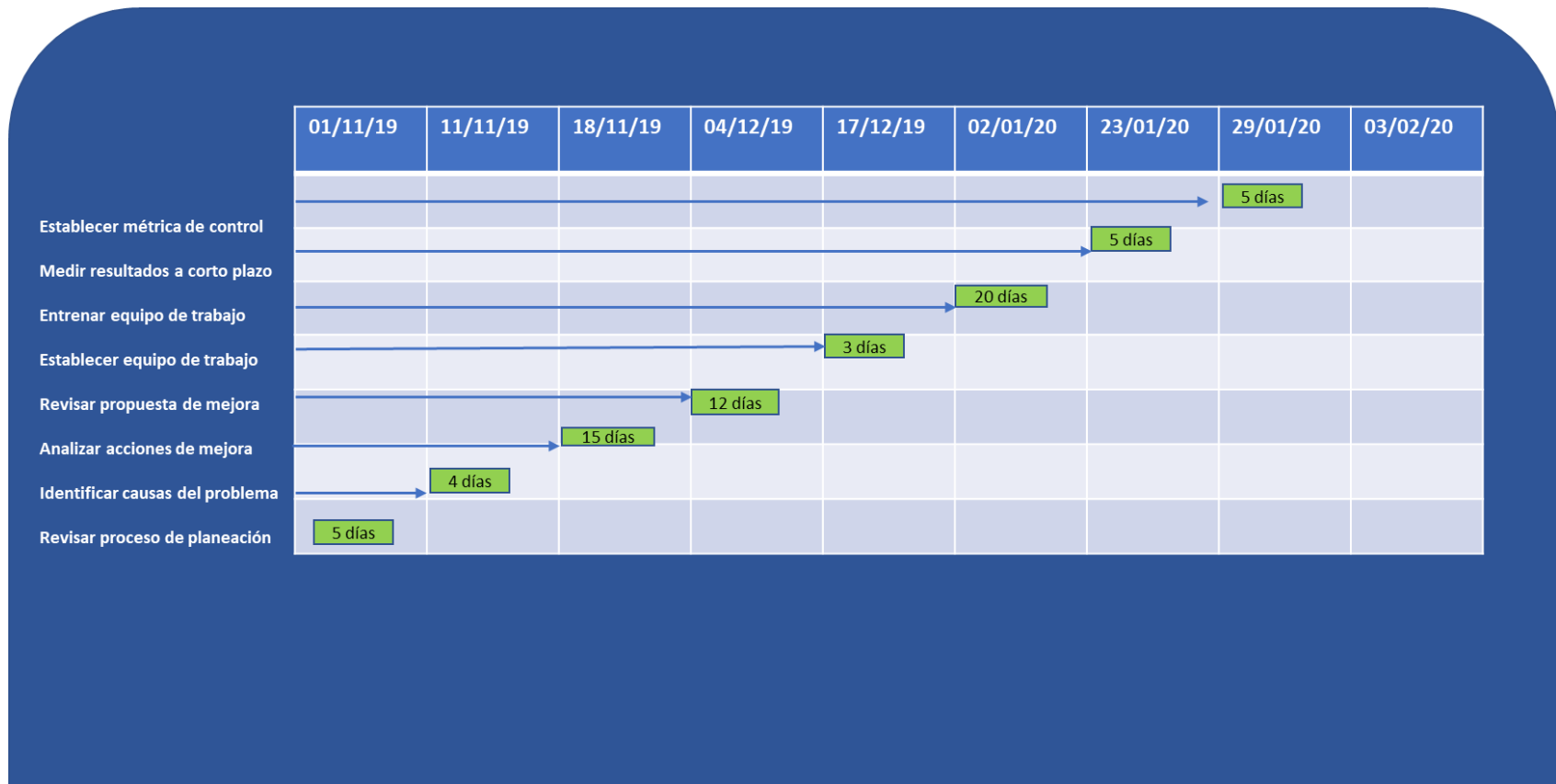


Figura 29 - Diagrama Gantt Cronograma proyecto de mejora

Fuente: Elaboración propia

## 5. Análisis costo-beneficio

Al ser un proyecto desarrollado en la empresa HP Inc. donde labora el gestor del proyecto y al enfocarse en el proceso directo donde trabaja el estudiante, los costos de implementación son bajos ya que la herramienta de planeación nueva fue desarrollada en Minitab y la empresa cuenta con la licencia de Minitab específica para la utilización de esta. Como también la herramienta del nivel de abastecimiento y la métrica OTD fue desarrollada en Excel y la empresa también cuenta con la licencia de Office.

El apoyo de la gerencia en la iniciativa del proyecto permitió que los equipos involucrados en el proceso de planeación contaran con el permiso respectivo para realizar entrenamientos y reuniones virtuales durante las etapas del proyecto de definir, medir, analizar, mejorar y controlar.

Este apoyo de la gerencia le permitió al estudiante que cursa la carrera de Ingeniera Industrial aplicar su conocimiento adquirido en sus labores diarias a benéfico de su equipo de trabajo y la organización.

Los costos relacionados a la creación de la herramienta en Excel, el uso del sistema Minitab y a los entrenamientos de los planeadores y pronosticadores son los siguientes:

Tabla 7 - Costos del proyecto

Fuente Elaboración propia

Costos creación de herramienta proactiva y uso de Minitab			
Integrante	Horas hombre invertidas	Costo por hora	Costo total
Gerente Regional	60	\$ 20	\$ 1,200
Analista de datos	40	\$ 20	\$ 800
Total	100	\$ 40	\$ 2,000

Costo entrenamiento a planeadores			
Integrante	Horas hombre invertidas	Costo por hora	Costo total
Gerente Regional	20	\$ 10	\$ 200
Planeadores	40	\$ 20	\$ 800
Pronosticadores	20	\$ 10	\$ 200
<b>Total</b>	<b>80</b>	<b>\$ 40</b>	<b>\$ 1,200</b>

<b>Costo Total</b>	<b>\$ 3,200</b>
--------------------	-----------------

Los costos anteriores fueron calculados en base a horas laborales de los involucrados en el desarrollo de la herramienta y en los entrenamientos, pero nunca hubo retrasos en la producción o en las labores diarias de los involucrados, ya que contaban con el respaldo de la gerencia y con suficiente flexibilidad en sus horarios.

El beneficio del proyecto se verá reflejado en los indicadores en la disminución de los días de entrega en cada país en America como también la disminución en los gastos de traer de forma aérea para poder cubrir el faltante de inventario.

Como consecuencia a que el nivel de servicio ha mejorado y disminuido los tiempos de entrega, el gasto extra que ha tenido la empresa en envíos por faltantes de material ha disminuido, a continuación, se muestra el avance reflejado con respecto a ese indicador.

Tabla 8 - Tabla comparativa gastos envíos aéreos antes y después del proyecto

Fuente: Elaboración propia

Gastos por envíos aéreos antes y después de la implementación			
Líneas de producto	Gastos aéreos antes	Gastos aéreos después	Reducción gastos
65	\$ 5,800	\$ 3,480	\$ 2,320
UD	\$ 9,500	\$ 4,750	\$ 4,750
<b>Total</b>	<b>\$ 15,300</b>	<b>\$ 8,230</b>	<b>\$ 7,070</b>

Como se puede observar en las tablas anteriores, la reducción de gastos extra en envíos aéreos ha sido de un 46%, en promedio, desde la implementación del nuevo proceso de planeación, esto representa un ahorro por cuarto de \$ 7070 dólares o de \$28280 dólares por año.

Con este dato final podemos confirmar que se tendrá un importante ahorro para la compañía, el costo de inversión de los entrenamientos, el uso de Minitab y la creación de la herramienta implementada.

## **6. Análisis de la mejora en el proceso**

El beneficio del proyecto se verá reflejado en los indicadores principalmente en los países en Latinoamérica, los cuales son el nivel de abastecimiento y días promedio de entrega, por un tema de tiempo se han visto mejoras medibles en algunos países solamente en especial en los países de Argentina y Mexico. Debido al largo periodo de entrega de algunas partes del suplidor a las bodegas de HP Inc., aún no se ha visto reflejado el impacto final en todas las plantas de distribución las acciones desarrolladas proactivamente durante el proyecto.

La planificación por medio de las herramientas de Minitab se implementó en octubre 2019 después de un entrenamiento con los planeadores y pronosticadores, mostrando una mejora en el pronóstico para que así cada bodega contara con el inventario necesario para cubrir la demanda y tener también inventario disponible por aquello de que entrara una orden con una cantidad fuera de la demanda normal y así poder cumplir con el abastecimiento.

### **a) Disminución en los días promedio de entrega**

A continuación, se observa como el indicador de los días promedio de entrega en Argentina, Brasil y Mexico disminuyeron:

Tabla comparativa Días promedio de entrega antes y después del proyecto en Argentina

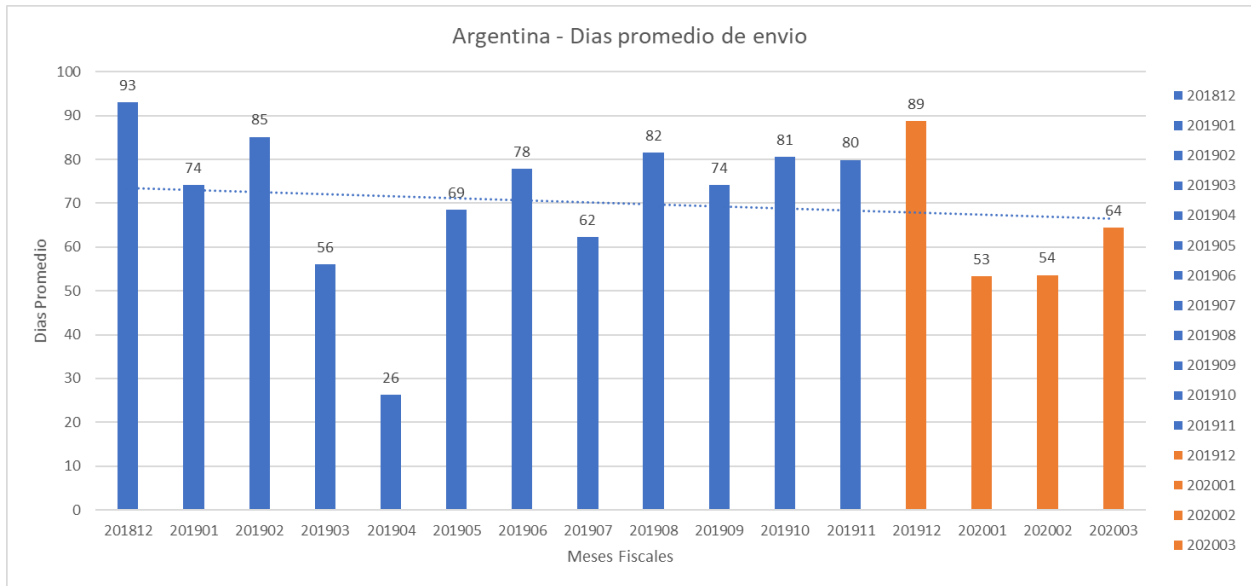


Figura 30 - Días promedio antes y después de implementación en Argentina

Fuente: Elaboración propia

Tabla comparativa Días promedio de entrega antes y después del proyecto en Mexico

Fuente: Elaboración propia

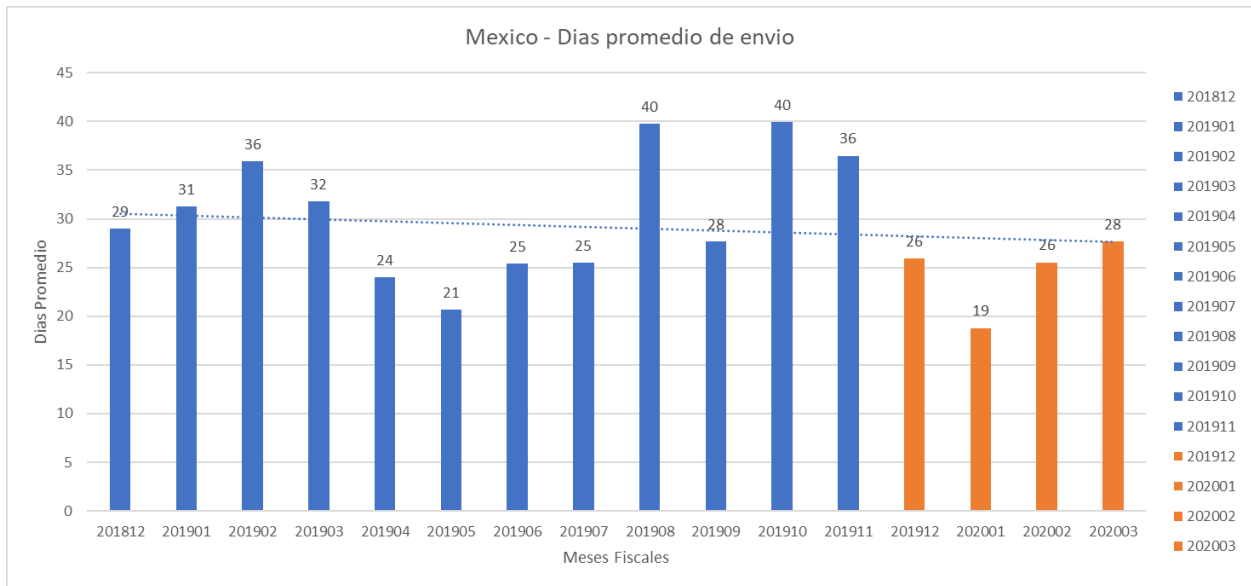


Figura 31 - Días promedio antes y después de implementación en Mexico

Fuente: Elaboración propia

Tabla comparativa Días promedio de entrega antes y después del proyecto en Brasil

Fuente: Elaboración propia

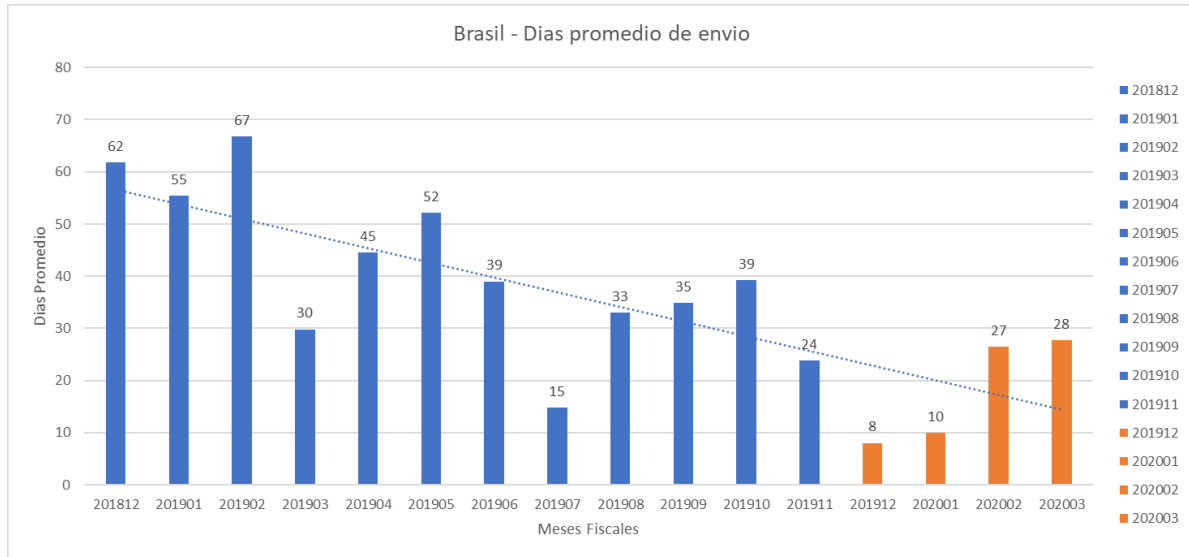


Figura 32 - Días promedio antes y después de implementación en Brasil

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en las tablas anteriores, los días promedio de entrega han mejorado en estos tres países, después de la implementación del proyecto.

### b) Nivel de abastecimiento por país

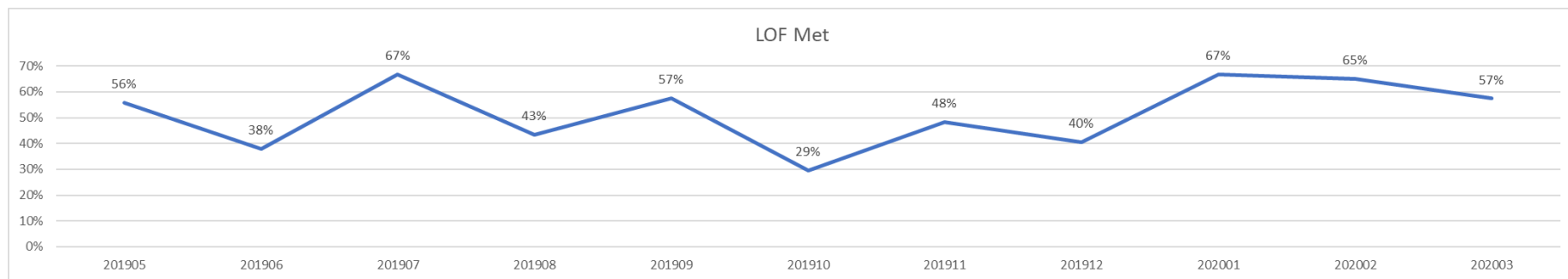


Figura 33 - Nivel de abastecimiento en Argentina

Fuente: Elaboración propia

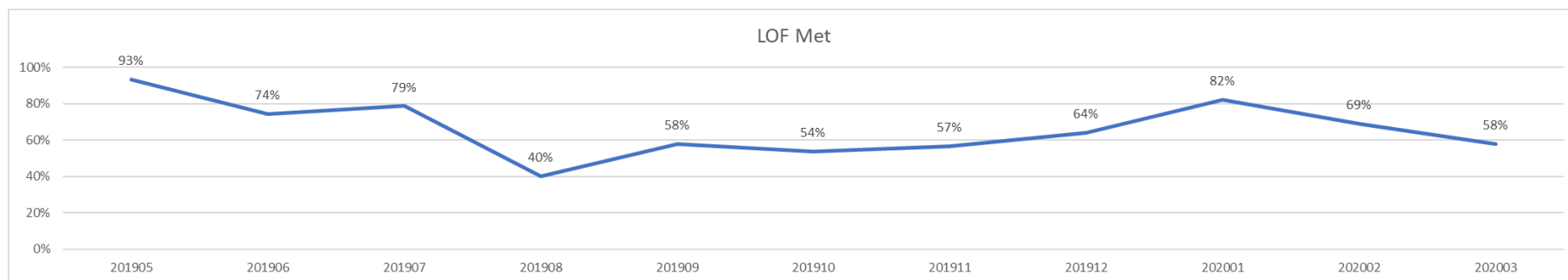


Figura 34 - Nivel de abastecimiento en Mexico

Fuente: Elaboración propia

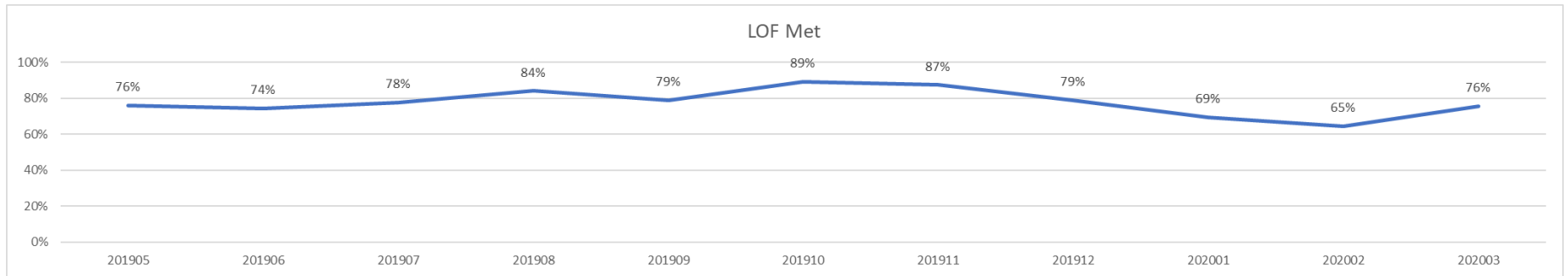


Figura 35 - Nivel de abastecimiento en Estados Unidos

Fuente: Elaboración propia

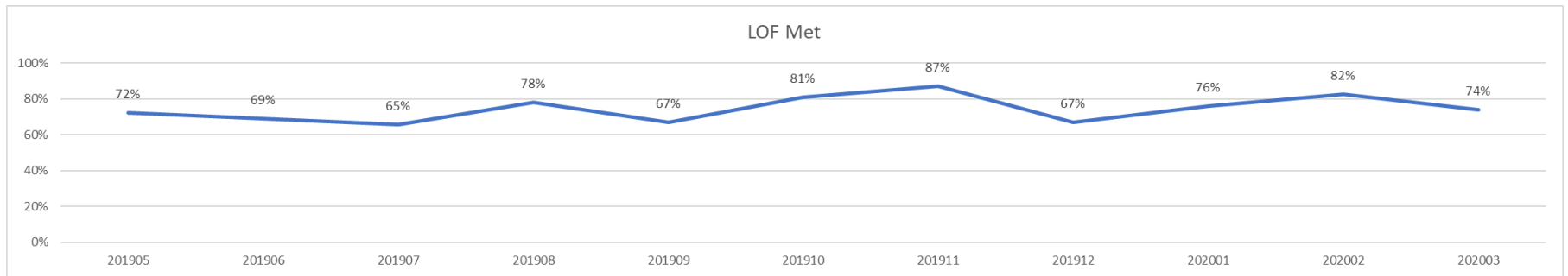


Figura 36 - Nivel de abastecimiento en Canada

Fuente: Elaboración propia

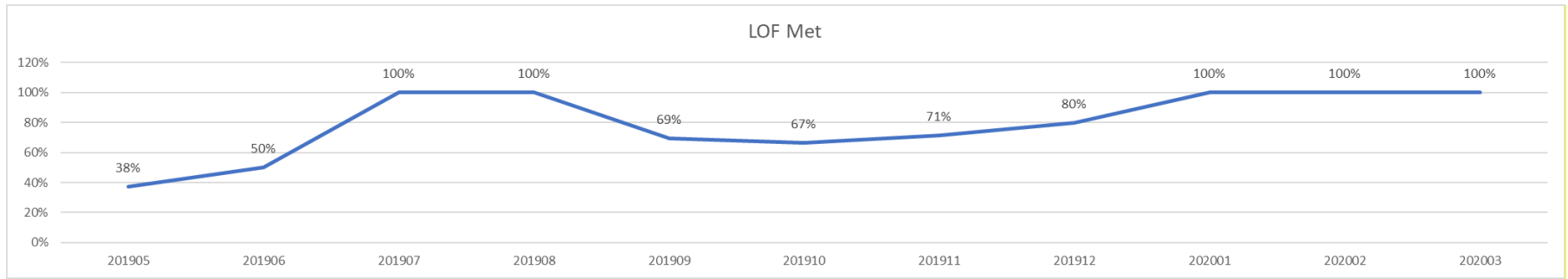


Figura 37 - Nivel de abastecimiento en Brasil

Fuente: Elaboración propia

Los países que aún no cumplen con la meta respectiva han mejorado a nivel de cantidad de días por entrega, pero el impacto final se verá reflejado a largo plazo (6 - 7 meses) ya que el periodo de transito de material es más extenso y los ajustes en los pronósticos no se pueden hacer en el periodo de congelación en el proceso de planeación del proveedor, ya se tomaron las acciones proactivas para evitar que el indicador baje a futuro, pero aún no se recibe el material para ver la mejora reflejada.

**CAPÍTULO VI:**  
**CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## R. CONCLUSIONES GENERALES

Con base en el proyecto desarrollado en el departamento de planeación de consumibles de alta duración de la empresa HP Inc. podemos concluir que se cumplieron los siguientes puntos:

- Se corrigió el proceso de planeación de inventarios, el cual provocaba faltantes o excesos de inventarios. Esto se ve reflejado en la mejora en la disminución de los días promedio que tomaba enviar una orden después de haberse puesto ya la incorporación del análisis mensual de los días promedios de entrega.
- Se propuso una métrica de nivel de abastecimiento de acuerdo con cada país para tener un control de cumplimiento de la entrega del producto. Este será revisado de forma mensual y los días promedio serán analizados y ajustados cada 6 meses de acuerdo con el comportamiento y resultados del análisis.
- Se redujo el gasto extra de traer material de forma aérea para poder cubrir el faltante de inventario.
- Permitted estandarizar los procesos de planeación actuales en todas las fábricas que brindan el servicio de planeación a la empresa HP Inc como a la vez la incorporación de las nuevas herramientas de pronóstico con el uso de Minitab.

Al desarrollar el proceso de planeación proactivo, se estandarizó el proceso a nivel regional, lo cual permitió observar el resultado reflejado en los indicadores de la empresa. De ahora en adelante cada planta de Latinoamérica y Canada colocara sus órdenes de compra de acuerdo con el pronóstico enviado.

Con base en el estudio realizado y poniendo en práctica todas las acciones de mejora que se determinaron durante el proyecto, se verá el repunte en los indicadores que administra el equipo de planeación con respecto al proceso de planeación de consumibles de alta duración, como lo son el nivel de abastecimiento y disminución en los días promedio de entrega de cada país

Esto generará más confianza con sus clientes e incrementará las ventas, aumentando la credibilidad en la marca HP.

El proyecto desarrollado cumplió con las expectativas de la gerencia y el equipo de trabajo, permitiendo una consolidación del proceso desarrollado a nivel regional y motivando a los colaboradores a desarrollar nuevas ideas para mejorar los procesos actuales.

## **S. RECOMENDACIONES**

Es sumamente importante que el proceso implementado siga obteniendo los resultados proyectados y para esto se debe seguir desarrollando las revisiones y reuniones periódicas establecidas con los integrantes del equipo definido, esto permitirá que se tomen acciones proactivas alineadas al comportamiento de la demanda y las ventas por cada línea de producto. Sin esta comunicación es imposible que los indicadores sigan mejorando y el proceso volverá a ser reactivo.

La gerencia debe seguir comunicando el resultado de los indicadores en sus revisiones mensuales, estos reflejarán el avance de las propuestas realizadas y el control respectivo del proceso de planeación.

El proceso de planeación es un proceso muy volátil y con alta variabilidad por lo que es indispensable que la comunicación entre los equipos involucrados sea asertiva para que los clientes puedan seguir disfrutando de un servicio de calidad por parte del equipo de logística.

Los puntos de control desarrollados durante el proyecto son los siguientes:

- Reuniones mensuales con el equipo de trabajo para la revisión de indicadores y ajustes de demanda.
- Se desarrollaron 2 indicadores: el nivel de abastecimiento y el despacho a tiempo de los suplidores HP (OTD)
- Se creó un tablero de métricas donde se reportan los resultados de los 2 indicadores y se comparten a nivel gerencial.

- Revisar los SKUs más importantes y su respectiva demanda y proponer un nivel de seguridad de 2 meses para SKUs de mayor valor y 3 meses para SKUs de menor valor.
- Simulación del nivel de abastecimiento para los próximos 3 meses de acuerdo con la demanda, inventario y futuras ordenes de compras por llegar a la bodega.

Estos puntos de control son críticos para corroborar el comportamiento y la evolución del proyecto a través del tiempo. Permitirán tomar decisiones correctas, en el tiempo correcto sin afectar el cliente final y beneficiando la organización en el aspecto socioeconómico.

## VIII. ANEXOS

### A. ANEXO HOJA DE REGISTRO DE TUTORÍAS



Bitácoras.pdf

## IX. BIBLIOGRAFÍA

10 tips de gestión de inventarios que debes tomar en cuenta para El Buen Fin - Cloudadmin, 2014

Administración de la cadena de suministro 5ed - Sunil Chopra y Peter Meindl disponible en:

Administración de Operaciones, 12 edición Chase, R., Jacobs, R., & Alquilano, N. (2009)

ADMINISTRACION DE PRODUCCION Y OPERACIONES (INCLUYE CD-ROM) (4ª E D.)NORMAN GAITHER, GREG FRAZIER (2000)

Administración y Control de Calidad - Evans 7ma (Evans y Lindsay, 2008)

Aplicación de la metodología DMAIC de Seis Sigma McCarty (2014)

Chiavenato, I. (2006). Introducción a la teoría general de la administración. (7a. ed.)

Control de la producción y de inventarios. Principios y técnicas - George W. Plossl (1987)

Diagrama de Gantt - Recursos TIC disponible en:

El control de inventarios - Orlando Espinoza (2011)

El Metodo Dmaic Para El Mejoramiento - Bersbach (2009)

Enfoques prácticos para planeación y control de inventarios Alfonso Garcia Cantu

Fundamentos de la gestión de inventarios Julián Andrés Zapata Cortes

Gerencia de inventario y planeación de producción Diego Luis Saldarriaga R

Gutiérrez Pulido & De la Vara Salazar, Control estadístico de la Calidad y Seis Sigma, (2013)

<http://recursostic.educacion.es/observatorio/web/es/component/content/article/1057-aprendizaje-por-proyectos-y-tic?start=3>

<https://asq.org.in/trainings/>

[https://www.academia.edu/32054312/Administracion\\_de\\_la\\_cadena\\_de\\_suministro\\_5ed\\_-\\_Sunil\\_Chopra\\_y\\_Peter\\_Meindl](https://www.academia.edu/32054312/Administracion_de_la_cadena_de_suministro_5ed_-_Sunil_Chopra_y_Peter_Meindl)

<https://www.minitab.com/en-us/>

Humberto Gutiérrez Pulido Calidad total y productividad (2010) disponible en:

[https://www.academia.edu/31335449/Calidad\\_Total\\_y\\_Productividad\\_Humberto\\_Gutierrez\\_Pulido\\_MC\\_Graw\\_Hill\\_Ed3\\_2](https://www.academia.edu/31335449/Calidad_Total_y_Productividad_Humberto_Gutierrez_Pulido_MC_Graw_Hill_Ed3_2)

Las claves del éxito de Toyota: 14 principios de gestión del fabricante más grande del mundo  
– Liker (2010)

Logística Administración de la cadena de suministro 5ta Edición - Ronald H. Ballou

Logística Administración de la cadena de suministro, 5ta Edición – Ballou (2004)

Maynard. (1967). citado en Udec. 09/06/2015

Metodología de la investigación Julio Herminio Pimienta Prieto - Pearson Education

Planificación y control de la producción Stephen N. Chapman Editorial Pearson

Pronostico en los negocios 5ta Edición, reitsch y Hanke (1996)

Toyota Production System: An Integrated Approach to Just-In-Time, 4th Edition (Ohno.1988)

## X. APÉNDICES

Apéndice A:

Tabla 9 - Ventas de los últimos dos años de la línea de Producto UD (A4)

Fuente: Elaboración propia

Product	Total	% Relativo	% Acumulativo	Category
CF064A	\$ 5,778,998	12.44%	12.44%	A
CE249A	\$ 5,494,865	11.83%	24.27%	A
LOH24A	\$ 5,278,194	11.36%	35.63%	A
F2G76A	\$ 4,494,353	9.68%	45.31%	A
CE246A	\$ 3,690,942	7.95%	53.25%	A
CB388A	\$ 3,067,961	6.60%	59.86%	A
CE484A	\$ 1,521,571	3.28%	63.14%	A
B5L35A	\$ 1,492,760	3.21%	66.35%	A
Q7504A	\$ 1,335,100	2.87%	69.22%	A
CE265A	\$ 1,297,162	2.79%	72.02%	A
Q7502A	\$ 1,237,911	2.66%	74.68%	A
J8J87A	\$ 1,223,218	2.63%	77.31%	A
CE254A	\$ 1,045,470	2.25%	79.56%	A
B3M77A	\$ 958,954	2.06%	81.63%	A
P1B91A	\$ 943,377	2.03%	83.66%	B
P1B93A	\$ 934,195	2.01%	85.67%	B
Q5421A	\$ 774,257	1.67%	87.34%	B
CE731A	\$ 704,726	1.52%	88.86%	B
CE247A	\$ 542,157	1.17%	90.02%	B
B5L37A	\$ 455,591	0.98%	91.00%	C
B3M78A	\$ 396,441	0.85%	91.86%	C
F2G77A	\$ 344,251	0.74%	92.60%	C
L2718A#101	\$ 332,193	0.72%	93.31%	C
B5L09A	\$ 300,803	0.65%	93.96%	C
W5U23A	\$ 269,356	0.58%	94.54%	C
Q5998A	\$ 243,426	0.52%	95.06%	C
J8J88A	\$ 242,974	0.52%	95.59%	C
CF065A	\$ 235,942	0.51%	96.10%	C
LOH25A	\$ 196,889	0.42%	96.52%	C
CE248A	\$ 191,525	0.41%	96.93%	C
CB389A	\$ 170,282	0.37%	97.30%	C
Q2429A	\$ 162,608	0.35%	97.65%	C
Q3675A	\$ 145,549	0.31%	97.96%	C
CE506A	\$ 128,378	0.28%	98.24%	C
J8J95A	\$ 117,259	0.25%	98.49%	C
Q5997A	\$ 115,183	0.25%	98.74%	C
P1B94A	\$ 112,129	0.24%	98.98%	C
B5L36A	\$ 87,964	0.19%	99.17%	C
Q5422A	\$ 72,684	0.16%	99.33%	C
C9725A	\$ 64,965	0.14%	99.47%	C
CE732A	\$ 64,815	0.14%	99.61%	C
Q3676A	\$ 57,448	0.12%	99.73%	C
Q7503A	\$ 52,009	0.11%	99.84%	C
P1B92A	\$ 47,348	0.10%	99.94%	C
Q6496A	\$ 13,498	0.03%	99.97%	C
Q5999A	\$ 3,878	0.01%	99.98%	C
Q3677A	\$ 3,489	0.01%	99.99%	C
Q2430A	\$ 2,384	0.01%	99.99%	C
Q3964A	\$ 1,474	0.00%	100.00%	C
L1969B#101	\$ 1,301	0.00%	100.00%	C
Q2436A	\$ 340	0.00%	100.00%	C
L1982B#101	\$ 249	0.00%	100.00%	C

## Apéndice B

Tabla 10 - Ventas de los últimos dos años de la línea de Producto 65 (A3)

Fuente: Elaboración propia

Product	Total	% Relativo	% Acumulativo	Category
CE516A	\$ 3,302,838	14.28%	14.28%	A
C2H67A	\$ 3,052,306	13.20%	27.47%	A
C1N54A	\$ 2,411,888	10.43%	37.90%	A
D7H14A	\$ 2,190,723	9.47%	47.37%	A
C2H57A	\$ 1,819,950	7.87%	55.24%	A
CE514A	\$ 1,754,136	7.58%	62.82%	A
CE977A	\$ 1,384,472	5.99%	68.81%	A
CB457A	\$ 1,079,265	4.67%	73.47%	A
C9152A	\$ 905,653	3.92%	77.39%	A
CF249A	\$ 774,714	3.35%	80.74%	A
CB463A	\$ 705,405	3.05%	83.79%	B
C9734B	\$ 563,236	2.43%	86.22%	B
Q3984A	\$ 427,451	1.85%	88.07%	B
CE980A	\$ 392,700	1.70%	89.77%	B
CF064A	\$ 377,364	1.63%	91.40%	C
C9153A	\$ 286,031	1.24%	92.64%	C
C1N58A	\$ 264,567	1.14%	93.78%	C
CE484A	\$ 149,034	0.64%	94.42%	C
Q7832A	\$ 127,939	0.55%	94.98%	C
CE515A	\$ 122,775	0.53%	95.51%	C
C1P70A	\$ 117,503	0.51%	96.02%	C
CF254A	\$ 91,447	0.40%	96.41%	C
W1B44A	\$ 85,605	0.37%	96.78%	C
CB459A	\$ 84,435	0.37%	97.15%	C
CB458A	\$ 75,041	0.32%	97.47%	C
CE978A	\$ 64,350	0.28%	97.75%	C
LOH24A	\$ 62,545	0.27%	98.02%	C
B3M77A	\$ 57,583	0.25%	98.27%	C
P1B93A	\$ 54,301	0.23%	98.50%	C
C9735A	\$ 49,474	0.21%	98.72%	C
Q7842A	\$ 49,283	0.21%	98.93%	C
Q5421A	\$ 41,268	0.18%	99.11%	C
W1B43A	\$ 39,018	0.17%	99.28%	C
P1B91A	\$ 28,870	0.12%	99.40%	C
J8J87A	\$ 27,840	0.12%	99.52%	C
CE487C	\$ 22,617	0.10%	99.62%	C
CE265A	\$ 13,480	0.06%	99.68%	C
B5L09A	\$ 12,735	0.06%	99.73%	C
CE487A	\$ 8,208	0.04%	99.77%	C
Q5997A	\$ 6,760	0.03%	99.80%	C
W1B45A	\$ 5,554	0.02%	99.82%	C
Q3985A	\$ 5,479	0.02%	99.85%	C
3WT89A	\$ 5,388	0.02%	99.87%	C
F2G76A	\$ 4,285	0.02%	99.89%	C
3WT87A	\$ 3,525	0.02%	99.90%	C
B5L37A	\$ 2,682	0.01%	99.91%	C
3MM39A	\$ 2,429	0.01%	99.93%	C
W1B47A	\$ 2,264	0.01%	99.93%	C
P1B94A	\$ 2,155	0.01%	99.94%	C
CE246A	\$ 2,038	0.01%	99.95%	C
CE249A	\$ 1,660	0.01%	99.96%	C
Q7504A	\$ 1,482	0.01%	99.97%	C
3WT88A	\$ 1,112	0.00%	99.97%	C
Q7833A	\$ 1,099	0.00%	99.98%	C
Q7502A	\$ 945	0.00%	99.98%	C
3WT90A	\$ 928	0.00%	99.98%	C
LOH25A	\$ 757	0.00%	99.99%	C
CB388A	\$ 663	0.00%	99.99%	C
B5L35A	\$ 616	0.00%	99.99%	C
CE731A	\$ 535	0.00%	100.00%	C
C3914A	\$ 469	0.00%	100.00%	C
B5L36A	\$ 457	0.00%	100.00%	C
CE254A	\$ 91	0.00%	100.00%	C
Q6496A	\$ 62	0.00%	100.00%	C

## Apéndice C

Resultados encuesta de satisfacción de los tiempos de entrega:

Clientes	Como valora los tiempos de entrega por parte de HP
XEROX CORPORATION	No Satisfecho
Worldwide TechServices Llc	Satisfecho
WBM TECHNOLOGIES INC.	No Satisfecho
Viking Computer Parts Inc	Satisfecho
Vance Baldwin Inc	No Satisfecho
Toner2print	No Satisfecho
TKO Electronics Inc	No Satisfecho
TELUS COMMUNICATIONS COMPANY	Satisfecho
TELECOM COMPUTER PRODUCTS	No Satisfecho
Tecparts US LLC	Satisfecho
Techni Bureau	No Satisfecho
SYSPRINTER SA	No Satisfecho
SUDDEN SERVICE TECHNOLOGIES	No Satisfecho
Success Office Systems	Satisfecho
Steelhead Business Products Ltd.	Satisfecho
Southern Computer Supplies Inc	Satisfecho
SOURCE I.T.	No Satisfecho
SOLUCIONES TECNOLOGICAS INTEGRALES	No Satisfecho
SOC COMERCIAL DEL AUSTRO Y CIA LTDA	Satisfecho
SmartPrint Inc	No Satisfecho
SHI International Corp	Satisfecho
SHARPLINE PRINT SOLUTIONS LTD.	Satisfecho
SHARENET INC	No Satisfecho
ROBERT LUSINK	Satisfecho
RIVERSIDE TECHNOLOGIES	No Satisfecho
Ribbon Revival Ltd	No Satisfecho
Ram Imaging Products Inc.	No Satisfecho
PrinterWorks West Inc	No Satisfecho
PRINTERSPLUS	Satisfecho
PRINTER WORLD INTERNATIONAL INC	Satisfecho
POWERLAND COMPUTERS LTD	No Satisfecho
NuSign Supply Inc	No Satisfecho
NOVA NETWORKS INC	No Satisfecho
NORTHWEST DIGITAL SYSTEMS	No Satisfecho
ND GRAPHICS	No Satisfecho
MYCROFT BUSINESS COMPUTERS INC	No Satisfecho
Microserve	No Satisfecho
MICRORAMA INFORMATIQUE INC.	Satisfecho
MICRO LOGIC SAINTE-FOY LTEE	No Satisfecho

MEDIATECH A P INC	Satisfecho
LONDON HEALTH SCIENCE CENTRE	No Satisfecho
LESLIE DIGITAL IMAGING LLC	No Satisfecho
Leppert Business Systems Inc.	Satisfecho
Latin Parts MCA	No Satisfecho
Laserpros International Corp	Satisfecho
Larroc, Inc.	Satisfecho
La Cartoucherie	Satisfecho
KPMG LLP	No Satisfecho
KONAH SYSTEMS LTD.	No Satisfecho
Juteau Ruel Inc.	No Satisfecho
IXON TECHNOLOGY SPA	Satisfecho
ITEMNET INTERNATIONAL INC	No Satisfecho
ISLAND KEY COMPUTER LTD.	No Satisfecho
INTEGRACION DE SOLUCIONES	Satisfecho
Innovative Copier Systems Inc	No Satisfecho
Impact Computers	Satisfecho
IMP SOLUTIONS	No Satisfecho
Image Computer	Satisfecho
HYPERTEC SYSTEMES	No Satisfecho
Hanover School Division	No Satisfecho
GRUPO ROM INC	No Satisfecho
Groupe CT Inc	No Satisfecho
Grimco Canada Inc	Satisfecho
GEMS	No Satisfecho
ESPECIALISTAS EN SOLUCIONES DOCUMEN	Satisfecho
ERNST & YOUNG LLP MPS	No Satisfecho
EPIC INFORMATION SOLUTIONS INC.	No Satisfecho
Encore Technologies	Satisfecho
Eastern Township School Board	No Satisfecho
E.S. WILLIAMS & ASSOCIATES INC	No Satisfecho
DOCU XPERS SA DE CV	Satisfecho
DOCU IMAGEN, S.A. de C.V.	Satisfecho
DISTRIB DE MAQUINAS DIMACOFI SA	Satisfecho
Digitex Inc	No Satisfecho
Depot International	No Satisfecho
DATARITE	No Satisfecho
COMPU-SOLVE TECHNOLOGIES INC.	No Satisfecho
COMPUGEN INC	No Satisfecho
COMERC Y DISTRIB COMPUTACIONAL SA	Satisfecho
Carlyle Printers Service & Supplies	No Satisfecho
Cansel Survey Equipment	No Satisfecho

CANCADD REPRODUCTIONS	Satisfecho
CANAL DIRECTO SOLUCIONES	No Satisfecho
Buropro Citation inc	No Satisfecho
BRIDGEPORT OFFICE SOLUTIONS	Satisfecho
Blue Fish Worx LP	Satisfecho
Big Blue Products Inc	Satisfecho
BEATTIE STATIONERY LIMITED	No Satisfecho
ATENCION CORPORATIVA DE MEXICO SA D	Satisfecho
ASSETGENIE INC	Satisfecho
Archive Supplies Inc	No Satisfecho
Apoyo Tecnico Profesional SA de CV	Satisfecho
Alphanumeric Systems Inc	No Satisfecho
ALL KOPIER SERVICE SA DE CV	Satisfecho
Alinec Technologies LLC	Satisfecho
Advanced Business Technology Inc	Satisfecho
A L Simpson Technologies Inc	No Satisfecho
9019-4002 QUEBEC INC	No Satisfecho
743606 ALBERTA INC.	No Satisfecho
702856 Alberta Ltd	Satisfecho

# XI. DECLARACIÓN JURADA

## DECLARACIÓN JURADA

Yo Joel Spencer Monge, mayor de edad, portador de la cédula de identidad número 1-1341-0061 egresado de la carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad Hispanoamericana, hago constar por medio de éste acto y debidamente apercibido y entendido de las penas y consecuencias con las que se castiga en el Código Penal el delito de perjurio, ante quienes se constituyen en el Tribunal Examinador de mi trabajo de tesis para optar por el título de Bachillerato, juro solemnemente que mi trabajo de investigación titulado: Mejora en el proceso de planeación y pronóstico para los consumibles de alta duración en los productos de impresión de HP Inc en América para los meses de octubre 2019 a enero 2020

es una obra original que ha respetado todo lo preceptuado por las Leyes Penales, así como la Ley de Derecho de Autor y Derecho Conexos número 6683 del 14 de octubre de 1982 y sus reformas, publicada en la Gaceta número 226 del 25 de noviembre de 1982; incluyendo el numeral 70 de dicha ley que advierte; artículo 70. Es permitido citar a un autor, transcribiendo los pasajes pertinentes siempre que éstos no sean tantos y seguidos, que puedan considerarse como una producción simulada y sustancial, que redunde en perjuicio del autor de la obra original. Asimismo, quedo advertido que la Universidad se reserva el derecho de protocolizar este documento ante Notario Público. en fe de lo anterior, firmo en la ciudad de San José, a los 25 días del mes de Febrero del año dos mil 20.

Joel Spencer M

Firma del estudiante

Cédula 113410061

## XII. CARTA DEL LECTOR

Heredia, 28 de Mayo de 2020.

**Señores**

**Registro**

**Universidad Hispanoamericana**

Estimados señores:

El estudiante Joel Spencer Monge, cédula número 1-1341-0061 me ha presentado, para efectos de revisión y aprobación, el trabajo de investigación denominado: MEJORA EN EL PROCESO DE PLANEACIÓN Y PRONÓSTICO PARA LOS CONSUMIBLES DE ALTA DURACIÓN EN LOS PRODUCTOS DE IMPRESIÓN DE HP INC EN AMERICA PARA LOS MESES DE OCTUBRE 2019 A ENERO 2020, el cual ha elaborado para optar por el grado de Bachillerato.

He revisado y he hecho las observaciones relativas al contenido analizado, particularmente, lo relativo a la coherencia entre el marco teórico y el análisis de datos; la consistencia de los datos recopilados y la coherencia entre estos y las conclusiones; asimismo, la aplicabilidad y originalidad de las recomendaciones, en términos de aporte de la investigación. He verificado que se han hecho las modificaciones correspondientes a las observaciones indicadas.

Por consiguiente, este trabajo cuenta con mi aval para ser presentado en la defensa pública posterior a la revisión del Filólogo establecida.

Atentamente,



**Ing. Marco Cartín, MII.**

**Ced: 110610393**

**Carné Colegio Profesional: II-15546**

**UNIVERSIDAD HISPANOAMERICANA  
CENTRO DE INFORMACION TECNOLOGICO (CENIT)  
CARTA DE AUTORIZACIÓN DE LOS AUTORES PARA LA CONSULTA, LA  
REPRODUCCION PARCIAL O TOTAL Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA  
DE LOS TRABAJOS FINALES DE GRADUACION**

San José, \_2 de junio 2020\_\_

Señores:  
Universidad Hispanoamericana  
Centro de Información Tecnológico (CENIT)

Estimados Señores:

El suscrito (a) Joel Spencer Monge con número de identificación 113410061 autor (a) del trabajo de graduación titulado MEJORA EN EL PROCESO DE PLANEACIÓN Y PRONÓSTICO PARA LOS CONSUMIBLES DE ALTA DURACIÓN EN LOS PRODUCTOS DE IMPRESIÓN DE HP INC EN AMERICA PARA LOS MESES DE OCTUBRE 2019 A ENERO 2020 presentado y aprobado en el año 2020 como requisito para optar por el título de Bachillerado de Ingeniería Industrial; sí autorizo al Centro de Información Tecnológico (CENIT) para que con fines académicos, muestre a la comunidad universitaria la producción intelectual contenida en este documento.

De conformidad con lo establecido en la Ley sobre Derechos de Autor y Derechos Conexos N° 6683, Asamblea Legislativa de la República de Costa Rica.

Cordialmente,

  
Firma y Documento de Identidad

**ANEXO 1 (Versión en línea dentro del Repositorio)**  
**LICENCIA Y AUTORIZACIÓN DE LOS AUTORES PARA PUBLICAR Y**  
**PERMITIR LA CONSULTA Y USO**

**Parte 1. Términos de la licencia general para publicación de obras en el repositorio institucional**

Como titular del derecho de autor, confiero al Centro de Información Tecnológico (CENIT) una licencia no exclusiva, limitada y gratuita sobre la obra que se integrará en el Repositorio Institucional, que se ajusta a las siguientes características:

- a) Estará vigente a partir de la fecha de inclusión en el repositorio, el autor podrá dar por terminada la licencia solicitándolo a la Universidad por escrito.
- b) Autoriza al Centro de Información Tecnológico (CENIT) a publicar la obra en digital, los usuarios puedan consultar el contenido de su Trabajo Final de Graduación en la página Web de la Biblioteca Digital de la Universidad Hispanoamericana
- c) Los autores aceptan que la autorización se hace a título gratuito, por lo tanto, renuncian a recibir beneficio alguno por la publicación, distribución, comunicación pública y cualquier otro uso que se haga en los términos de la presente licencia y de la licencia de uso con que se publica.
- d) Los autores manifiestan que se trata de una obra original sobre la que tienen los derechos que autorizan y que son ellos quienes asumen total responsabilidad por el contenido de su obra ante el Centro de Información Tecnológico (CENIT) y ante terceros. En todo caso el Centro de Información Tecnológico (CENIT) se compromete a indicar siempre la autoría incluyendo el nombre del autor y la fecha de publicación.
- e) Autorizo al Centro de Información Tecnológica (CENIT) para incluir la obra en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.
- f) Acepto que el Centro de Información Tecnológico (CENIT) pueda convertir el documento a cualquier medio o formato para propósitos de preservación digital.
- g) Autorizo que la obra sea puesta a disposición de la comunidad universitaria en los términos autorizados en los literales anteriores bajo los límites definidos por la universidad en las “Condiciones de uso de estricto cumplimiento” de los recursos publicados en Repositorio Institucional.

SI EL DOCUMENTO SE BASA EN UN TRABAJO QUE HA SIDO PATROCINADO O APOYADO POR UNA AGENCIA O UNA ORGANIZACIÓN, CON EXCEPCIÓN DEL CENTRO DE INFORMACIÓN TECNOLÓGICO (CENIT), EL AUTOR GARANTIZA QUE SE HA CUMPLIDO CON LOS DERECHOS Y OBLIGACIONES REQUERIDOS POR EL RESPECTIVO CONTRATO O ACUERDO.