IMPLEMENTACIÓN DE LEAN SIX SIGMA EN ATENCIÓN AL CLIENTE EN LA MICROEMPRESA "CONEXIÓN TOTAL"

Paxtián-Méndez, Gerardo 1, Posadas-Trejo, Carlos Romeo1***
1 Departamento de Ingeniería Industrial, Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico Superior de Acayucan
*1*gerardo.pm@acayucan.tecnm.mx*
*1**trejo_85@hotmail.com*

Área de participación: Ingeniería Industrial

Resumen

El presente artículo describe la implementación de las filosofías lean manufacturing y Six sigma en la microempresa Conexión Total; esta microempresa lleva poco tiempo en el mercado pero se ha preocupado por la satisfacción cliente, por lo que al realizar un muestreo, se observó que existen muchas quejas en el tiempo de entrega de los productos o el cliente no encontró lo que buscaba. Para ello se trabajó en la eliminación de mudas (desperdicios) y se mejoró en la eficacia disminuyendo las variaciones en los procesos mediante la metodología DMAIC; al implementar estas metodologías, se obtuvo como beneficio el disminuir los tiempos de atención, lo que trajo como consecuencia el aumento de satisfacción de los clientes y de las utilidades del negocio.

Palabras clave: *Six sigma, lean manufacturing, cliente.*

Abstract

This article describes the implementation of lean manufacturing and Six Sigma philosophies in the Conexion Total microenterprise; This micro-enterprise has only been in the market for a short time but has been concerned about customer satisfaction, so when sampling, it was observed that there are many complaints about the delivery time of the products or the customer did not find what they were looking for. To this end, work was done on the elimination of molts (waste) and efficiency was improved by reducing variations in the processes using the DMAIC methodology; By implementing these methodologies, the benefit was to reduce service times, which resulted in increased customer satisfaction and business profits.

Keywords: *Six Sigma, lean manufacturing, customer.*

Introducción

Socconini (2019) define a Lean Manufacturing como un proceso continuo y sistemático de identificación y eliminación del desperdicio o excesos, entendiendo como exceso toda aquella actividad que no agrega valor en un proceso, pero si aumentan costo y tabajo" [1]

Para " (Escobedo, 2021) Six Sigma es una filosofía de trabajo y una estrategia de negocios que se basa en el enfoque hacia el cliente, en un manejo eficiente de los datos y las metodologías y en diseños robustos, que permiten eliminar la variabilidad

en los procesos y alcanzar un nivel menor o igual a 3.4 defectos por millón de oportunidades". [2]

Se entiende por desperdicio [3], cualquier recurso que se emplea de más, respecto a los necesarios para producir un determinado producto, o para la prestación de un servicio. Existen diferentes tipos de desperdicios en una organización, sobreproducción, tiempo de esperas, transporte, movimientos innecesarios, exceso de almacenamiento, defectos, rechazos y reproceso. [4]

Hoy las empresas que siguen siendo lentas para entregar sus productos o servicios, tienen constantes quejas y rechazos, manejan costos de manufactura altos, tienen procesos inconsistentes, el trato al cliente es malo y su comunicación es deficiente por lo que están destinadas a desaparecer.

El principal problema a resolver es el tiempo de espera en la atención a los clientes, en dos procesos específicamente,la búsqueda de accesoriosy la impresión de archivos. Primero se abordó el proceso de búsqueda de accesorios con la filosofía lean manufacturing y el otro problema de espera en impresión de archivos con la filosofía six sigma.

Metodología

Teniendo en cuenta la tabla 1, se procedió a identificar la queja más elegida por los clientes, donde los "tiempos de entrega" obtuvo el puntaje mayor, por lo tanto, el enfoque fue darle solución a dicha problemática. Con la atención y mejora de este rubro los clientes podrán estar más satisfechos y el negocio obtendrá mayores utilidades.

Quejas	Frecuencia	Frecuencia acumulada	Porcentaje	Porcentaje acumulado
Tiempos de entrega	6	6	27.28	27.28
No encontró lo que buscaba	5	11	22.73	50,01
Precios altos	4	15	18.18	68.19
Confort en el local	3	18	13.63	81.82
Mala actitud de servicio	2	20	9.09	90.91
Otros	2	22	9.09	100
Total	22		100	

Tabla 1. Frecuencia de las principales causas de insatisfacción por parte de los clientes. Elaboración propia.

Los datos de la tabla 1 se colocaron en el programa Minitab®, obteniéndose los resultados de manera gráfica, tal y como se pueden visualizar en la Figura 1.

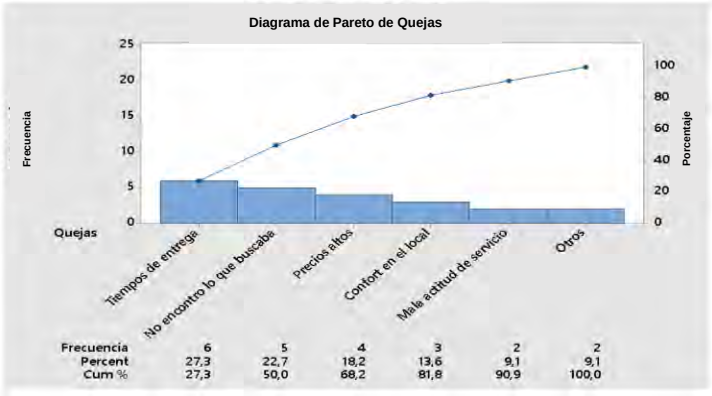


Figura 1.- Diagrama de Pareto realizado en Minitab, de las quejas de los clientes. Elaboración propia.

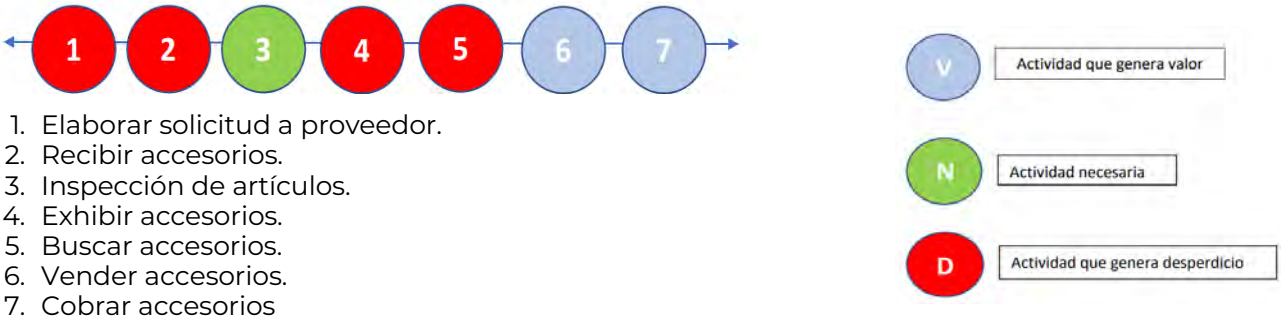
Materiales

Los principales materiales que fueron requeridos para el desarrollo de este proyecto, son los programas Minitab® [5] y Excel, los cuales no fueron adquiridos, debido a que la microempresa cuenta con las licencias para su uso.

Desarrollo

Un primer paso fue identificar las actividades del proceso necesarias para poder entregar un producto o el servicio y que forman la cadena de valor.

Posteriormente se clasificó a las actividades que agregan valor, las necesarias y por último las que generan desperdicios.



1. Elaborar solicitud a proveedor.
2. Recibir accesorios.
3. Inspección de artículos.
4. Exhibir accesorios.
5. Buscar accesorios.
6. Vender accesorios.
7. Cobrar accesorios

Primeros resultados

(Análisis de producto-cantidad) (PC)

La microempresa Conexión Total tiene el objetivo de disminuir el tiempo de espera de los clientes para ser más eficientes y lograr una cadena de valor más ágil. Por lo que, se tuvo la necesidad de realizar la tabla 2, ya que esto permitió obtener los datos necesarios para desarrollar el diagrama de Pareto, que se puede observar en la figura 2, desarrollado en minitab®. Se pudo verificar mediante el gráfico de Pareto, que hay tres productos que son los principales que están afectados en el proceso de entrega, tal y como se muestra en la tabla 3, y que principalmente son los tiempos de entrega donde el cliente se ha quejado.

I. Nivel de servicio (tiempos de entrega) de 8 minutos a 2 minutos.

ANÁLISIS DE PARETO

PRODUCTOS	FRECUENCIA	FRECUENCIA ACUMULADA	PORCENTAJE	PORCENTAJE ACUMULADO
# 4	5	5	41,667	41,667
# 6	3	8	25,000	66,667
# 8	2	10	16,667	83,333
# 10	1	11	8,333	91,667
# 12	1	12	8,333	100
	12		100	

Tabla 2.- Tiempos de entrega de productos

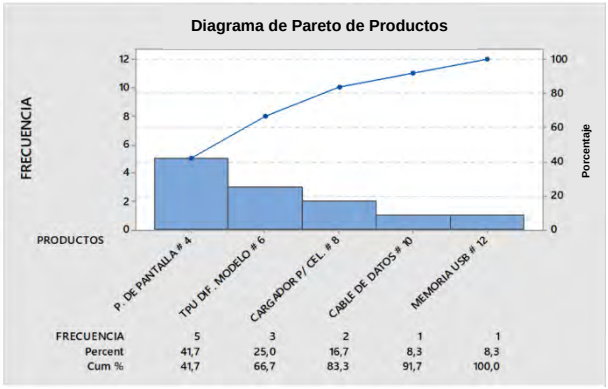


Figura 2.- Diagrama de Pareto de tiempos de entrega

Volumen de mercancía por día	Accesorio	Solicitud	Compra	Traslado	Exhibir accesorios	Ofrecer accesorios	Búsqueda de accesorios	Venta	Cobro	Entrega
5	Protector de pantalla #4	x	x	x	x	x	x	x	x	X
3	TPU diferentes modelos #6	x	x	x	x	x	x	x	x	x
2	Cargador para celular V8 #8	x	x	x	x	x	x	x	x	x

Tabla 3.- Familia de productos (Accesorios para celular)

Estos productos comparten el mismo proceso, se van a considerar solo las actividades que agregan valor.

En conexión total se labora de lunes a sábado 6 x 4 = 24 días al mes

La demanda del cliente es la siguiente:
Producto # 4 requieren 5 accesorios diarios 5x24= 120
Producto #6 requieren 3 accesorios diarios 3x24= 72
Producto #8 requieren 2 accesorios diarios 2x24= 48
10 accesorios diarios
(120+72+48) = 240 accesorios al mes
8 horas diarias x 60 minutos = 480 minutos
Alimentos diarios= 30 minutos
Tolerancia= 10 minutos
Tiempo programado muerto= 15 minutos
5S= 10 minutos
Llenado de registros: 20 minutos
(30+10+15+10+20) = 85 minutos
Tiempo neto disponible= (480-85)= 395 minutos
Takt time= El tiempo disponible/ demanda
Tiempo disponible= 395 minutos

Demanda del cliente por día = 10 accesorios
Takt time= (395/10) = 39.5 accesorios por minuto

VSM Actual

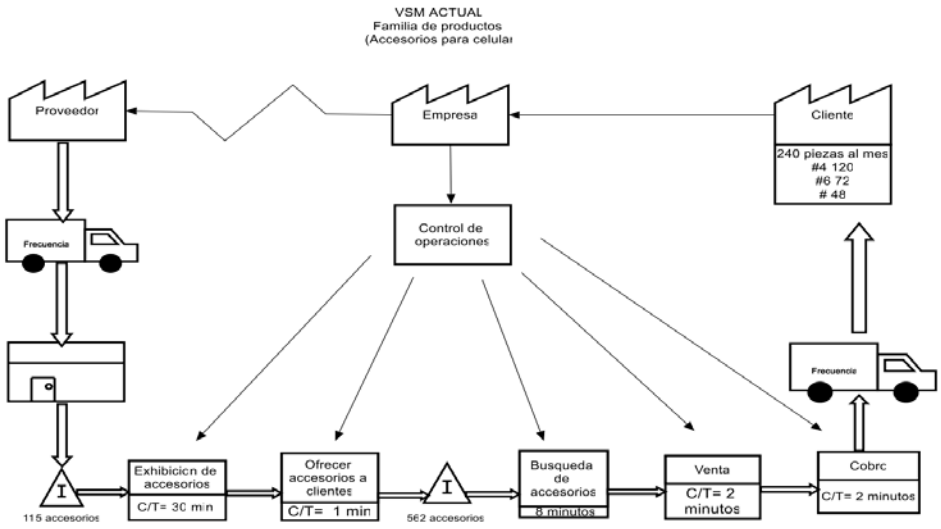


Figura 3.- VSM de la venta de accesorios para celular

Inventario del proceso de almacén 115 accesorios / 10 piezas diarias que demanda el cliente = 11.5 días

Inventario del proceso de búsqueda de accesorios = 562 accesorios / 10 accesorios que demanda el cliente al día = 56.20 días.

- Tiempo de entrega de producción= 11.5 + 56.20= 67.7 días = 68 días
- Tiempo de procesamiento de la cadena de valor es = 30 + 1 + 8+ 2+ 2= 43 minutos

El tiempo que no está agregando valor es de 68 días y el tiempo de procesamiento es de 43 minutos.

Resultados y discusión

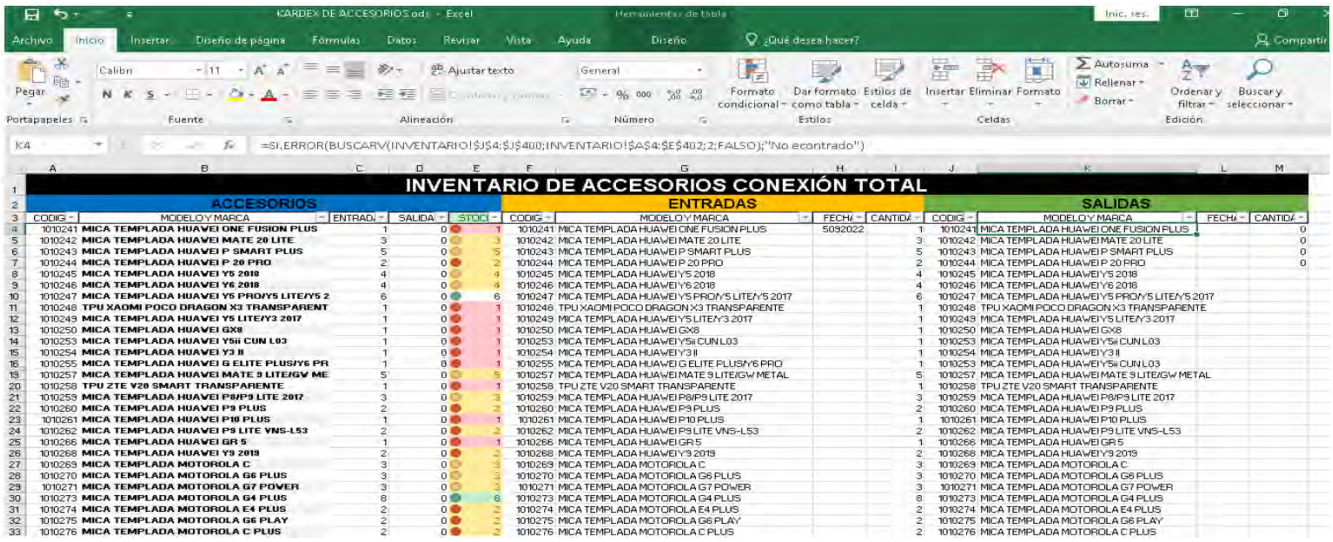
El proyecto Lean [6] se puede solucionar con herramientas de control y sentido común como por ejemplo 5´s o un inventario de accesorios en Excel que permitan eliminar el efecto de la espera en la cadena de valor.

Implementación del inventario de accesorios en Excel

1.- En la primera actividad se realizó un inventario físico de todos los accesorios.

2.- Posteriormente, se diseñó en Excel los elementos que van a constituir el inventario de los accesorios, por ejemplo: accesorios, entradas, salidas, stock e indicadores de niveles de inventario.

3.- Enseguida se ingresó en las celdas de Excel la marca, el modelo y la cantidad de accesorios.



INVENTARIO DE ACCESORIOS CONEXIÓN TOTAL

ACCESORIOS					ENTRADAS				SALIDAS			
CODIG	MODELO Y MARCA	ENTRADA	SALIDA	STOCK	CODIG	MODELO Y MARCA	FECHA	CANTIDA	CODIG	MODELO Y MARCA	FECHA	CANTIDA
1010241	MICA TEMPLADA HUAWEI ONE FUSION PLUS	1	0	1	1010241	MICA TEMPLADA HUAWEI ONE FUSION PLUS	5092022	1	1010241	MICA TEMPLADA HUAWEI ONE FUSION PLUS		0
1010242	MICA TEMPLADA HUAWEI MATE 20 LITE	3	0	3	1010242	MICA TEMPLADA HUAWEI MATE 20 LITE		3	1010242	MICA TEMPLADA HUAWEI MATE 20 LITE		0
1010243	MICA TEMPLADA HUAWEI P SMART PLUS	5	0	5	1010243	MICA TEMPLADA HUAWEI P SMART PLUS		5	1010243	MICA TEMPLADA HUAWEI P SMART PLUS		0
1010244	MICA TEMPLADA HUAWEI P 20 PRO	2	0	2	1010244	MICA TEMPLADA HUAWEI P 20 PRO		2	1010244	MICA TEMPLADA HUAWEI P 20 PRO		0
1010245	MICA TEMPLADA HUAWEI Y5 2018	4	0	4	1010245	MICA TEMPLADA HUAWEI Y5 2018		4	1010245	MICA TEMPLADA HUAWEI Y5 2018		
1010246	MICA TEMPLADA HUAWEI Y6 2018	4	0	4	1010246	MICA TEMPLADA HUAWEI Y6 2018		4	1010246	MICA TEMPLADA HUAWEI Y6 2018		
1010247	MICA TEMPLADA HUAWEI Y5 PRO/Y5 LITE/Y5 2	6	0	6	1010247	MICA TEMPLADA HUAWEI Y5 PRO/Y5 LITE/Y5 2017		6	1010247	MICA TEMPLADA HUAWEI Y5 PRO/Y5 LITE/Y5 2017		
1010248	TPU XAOMI POCO DRAGON X3 TRANSPARENT	1	0	1	1010248	TPU XAOMI POCO DRAGON X3 TRANSPARENTE		1	1010248	TPU XAOMI POCO DRAGON X3 TRANSPARENTE		
1010249	MICA TEMPLADA HUAWEI Y5 LITE/Y3 2017	1	0	1	1010249	MICA TEMPLADA HUAWEI Y5 LITE/Y3 2017		1	1010249	MICA TEMPLADA HUAWEI Y5 LITE/Y3 2017		
1010250	MICA TEMPLADA HUAWEI GX8	1	0	1	1010250	MICA TEMPLADA HUAWEI GX8		1	1010250	MICA TEMPLADA HUAWEI GX8		
1010253	MICA TEMPLADA HUAWEI Y5II CUN L03	1	0	1	1010253	MICA TEMPLADA HUAWEI Y5II CUN L03		1	1010253	MICA TEMPLADA HUAWEI Y5II CUN L03		
1010254	MICA TEMPLADA HUAWEI Y3 II	1	0	1	1010254	MICA TEMPLADA HUAWEI Y3 II		1	1010254	MICA TEMPLADA HUAWEI Y3 II		
1010255	MICA TEMPLADA HUAWEI G ELITE PLUS/Y6 PR	1	0	1	1010255	MICA TEMPLADA HUAWEI G ELITE PLUS/Y6 PRO		1	1010253	MICA TEMPLADA HUAWEI Y5II CUN L03		
1010257	MICA TEMPLADA HUAWEI MATE 9 LITE/GW ME	5	0	5	1010257	MICA TEMPLADA HUAWEI MATE 9 LITE/GW METAL		5	1010257	MICA TEMPLADA HUAWEI MATE 9 LITE/GW METAL		
1010258	TPU ZTE V20 SMART TRANSPARENTE	1	0	1	1010258	TPU ZTE V20 SMART TRANSPARENTE		1	1010258	TPU ZTE V20 SMART TRANSPARENTE		
1010259	MICA TEMPLADA HUAWEI P8/P9 LITE 2017	3	0	3	1010259	MICA TEMPLADA HUAWEI P8/P9 LITE 2017		3	1010259	MICA TEMPLADA HUAWEI P8/P9 LITE 2017		
1010260	MICA TEMPLADA HUAWEI P9 PLUS	2	0	2	1010260	MICA TEMPLADA HUAWEI P9 PLUS		2	1010260	MICA TEMPLADA HUAWEI P9 PLUS		
1010261	MICA TEMPLADA HUAWEI P10 PLUS	1	0	1	1010261	MICA TEMPLADA HUAWEI P10 PLUS		1	1010261	MICA TEMPLADA HUAWEI P10 PLUS		
1010262	MICA TEMPLADA HUAWEI P9 LITE VNS-L53	2	0	2	1010262	MICA TEMPLADA HUAWEI P9 LITE VNS-L53		2	1010262	MICA TEMPLADA HUAWEI P9 LITE VNS-L53		
1010266	MICA TEMPLADA HUAWEI GR 5	1	0	1	1010266	MICA TEMPLADA HUAWEI GR 5		1	1010266	MICA TEMPLADA HUAWEI GR 5		
1010268	MICA TEMPLADA HUAWEI Y9 2019	2	0	2	1010268	MICA TEMPLADA HUAWEI Y9 2019		2	1010268	MICA TEMPLADA HUAWEI Y9 2019		
1010269	MICA TEMPLADA MOTOROLA C	3	0	3	1010269	MICA TEMPLADA MOTOROLA C		3	1010269	MICA TEMPLADA MOTOROLA C		
1010270	MICA TEMPLADA MOTOROLA G6 PLUS	3	0	3	1010270	MICA TEMPLADA MOTOROLA G6 PLUS		3	1010270	MICA TEMPLADA MOTOROLA G6 PLUS		
1010271	MICA TEMPLADA MOTOROLA G7 POWER	3	0	3	1010271	MICA TEMPLADA MOTOROLA G7 POWER		3	1010271	MICA TEMPLADA MOTOROLA G7 POWER		
1010273	MICA TEMPLADA MOTOROLA G4 PLUS	8	0	8	1010273	MICA TEMPLADA MOTOROLA G4 PLUS		8	1010273	MICA TEMPLADA MOTOROLA G4 PLUS		
1010274	MICA TEMPLADA MOTOROLA E4 PLUS	2	0	2	1010274	MICA TEMPLADA MOTOROLA E4 PLUS		2	1010274	MICA TEMPLADA MOTOROLA E4 PLUS		
1010275	MICA TEMPLADA MOTOROLA G6 PLAY	2	0	2	1010275	MICA TEMPLADA MOTOROLA G6 PLAY		2	1010275	MICA TEMPLADA MOTOROLA G6 PLAY		
1010276	MICA TEMPLADA MOTOROLA C PLUS	2	0	2	1010276	MICA TEMPLADA MOTOROLA C PLUS		2	1010276	MICA TEMPLADA MOTOROLA C PLUS		

Figura 4. - Inventario de accesorios

Después de implementar el control de mercancías en el formato de Excel el tiempo de localización de los accesorios disminuyó 7 minutos.

- Tiempo de entrega de producción= 11.5 + 56.20 = 67.7 días = 68 días
- Tiempo de procesamiento= 30 + 1 + 1 + 2 + 2 = 36 minutos

SIX SIGMA

Metodología DMAIC

Según (Socconini, 2019)" [7] los resultados de los proyectos Six sigma se obtienen mejorando las características del producto o servicio, permitiendo conseguir mayores ingresos. La metodología Six sigma, conocida como DMAIC (por sus siglas en ingles define, measure, analyze, improve, control, es decir, definir, medir, analizar, mejorar y controlar), consiste en la aplicación proyecto a proyecto, de un proceso estructurado en cinco fases".

Definición: "Documentación y registro del proyecto"					
Nombre del proyecto: "Reducción de los tiempos de espera en el proceso de impresión"					
Objetivo a lograr: "Reducir los tiempos de espera en el proceso de impresión de archivos"					
Nombre del líder del proyecto: "Luis Antonio Betanzos Cámara"					
Fecha de inicio: 22 de agosto de 2023					
Fecha de conclusión: 4 de diciembre de 2023					
Tipo de Mejora: "Marque con un color diferente el tipo de mejora al que pertenece es este proyecto"					
Manufactura	Productividad	R.R.H.H.	Calidad	Seguridad	Otro
Descripción de la situación actual: "Realizar una evaluación al proceso existente, recopilando y analizando los datos para descubrir la frecuencia del problema y sus características principales".					
Definición del problema: "En los últimos meses se ha presentado aumento en los tiempos de espera en el servicio de impresión de archivos hasta por 10 minutos en					

promedio. Esto se debe a los tiempos de espera generados durante el proceso de producción que afectan directamente con el tiempo de entrega del producto con el cliente, el proceso está tardando un 100% del tiempo en comparación con el IO del proceso estandarizado, este porcentaje equivale a $63,400.00 pesos".

Descripción del proyecto: "Al desarrollar el presente proyecto se busca hacer más flexible el proceso para satisfacer la demanda de los clientes y entregar el producto en menor cantidad de tiempo".

Beneficios de la mejora:

- Tiempos de entrega más cortos
- Incremento de eficacia
- Oportunidad de crecimiento

Determinar CTQ (requerimientos claves para el cliente o el proceso) Alcance:

Proceso de impresión de archivos

CTQ a ser mejoradas	Línea base	Objetivo	Ahorro anual
Tiempo de espera de los clientes	10 minutos promedio	Disminuir a 0 los errores en impresión. Atender en menos de 5 minutos a los clientes. Aumentar en un 40% los clientes diarios	$63, 400.00 pesos al año de ahorro si logramos atender 40 clientes extras por día

Figura 5.- Formatos de métricos de calidad

Productividad	Minutos
Tiempo neto	480
Tiempo muerto planeado	-60
Tiempo muerto no planeado	-20
Tiempo disponible	**400**

Figura 6.- Análisis de tiempo

El tiempo disponible es de 400 minutos al día, tal y como se aprecia en la figura 6, se atendieron a 40 clientes, tardándose 10 minutos con cada uno, observándose en detalle en la figura 5, pudiéndose optimizar el tiempo si se alcanza el objetivo de 5 minutos por cliente, así se podría atender a un total de 80 clientes diarios, representando un 100% adicional.

En las impresiones se gana aproximadamente $ 5.00 netos por cliente si se atiende a 40 clientes extras al día son $200.00, y se trabajó durante 317 días en el año, teniendo un ahorro del proyecto de $ 63,400.00.

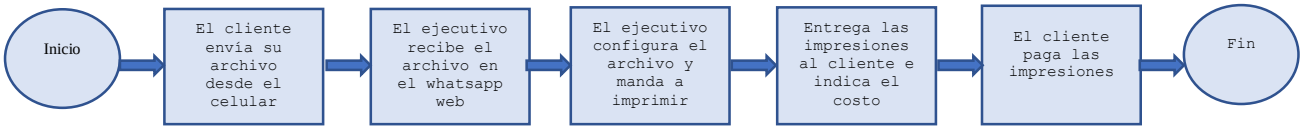


Figura 7.- Proceso de impresión de archivos

Diagrama SIPOC

PROVEEDOR	ENTRADAS									PROCESO	SALIDAS	REQUERIMIENTOS DE LAS SALIDAS	CLIENTE
	Mano de obra	Material	Maquina	Metodo	Medicion	Medio ambiente	Tipo de entrada (N,C,S o X)	Cantidad	Requerimientos				
Recursos humanos	Ejecutivo de venta							1	Experiencia de 2 años	Orientacion al cliente	Hojas impresas	2 minutos	Cliente externo
Area de procesos		Instructivo						1	Actualizado				
Informatica			PC					1	Marca HP				
Area de procesos				Procedimiento				1	Actualizado				
Finanzas		Dinero						Suficiente	Reposicion continua				
Insumos		Papel						Suficiente	Reposicion continua				
Informatica			Multifuncional					1	Marca EPSON				

Figura 8.- Diagrama SIPOC del proceso de impresión de archivos

Diagrama de causa y efecto



Figura 9.- Diagrama de causa-efecto del proceso de impresión de archivos

En la figura 9, diagrama de causa y efecto [8], se puede observar las causas del aumento de tiempo en la espera del proceso de impresión de archivos, y que al compararse con la tabla 4, se reafirma que el principal problema es la maquinaria, es decir, la computadora es lenta, además de que se manchan algunas impresiones y esto provoca un retrabajo. Esta información se presenta en un diagrama de Pareto, que se puede observar en la figura 10.

Razón de la causa	Frecuencia	Frecuencia acumulada	Porcentaje	Porcentaje acumulado
Maquinaria	5	5	31.25	31.25
Materia prima	4	9	25.00	56.25
Métodos	3	12	18.75	75
Mediciones	2	14	12.5	87.5
Medio ambiente	1	15	6.25	93.75
Mano de obra	1	16	6.25	100
Total	16		100	

Tabla 4.- Frecuencia de errores

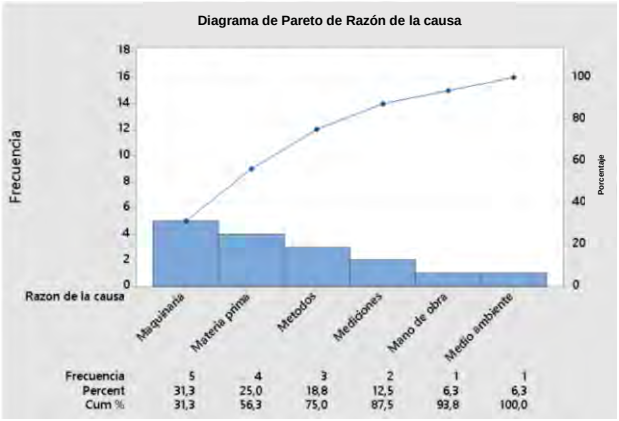


Figura 10.- Diagrama de Pareto

Por medio de herramientas estadísticas se obtuvo un diagnóstico del porqué de la demora en el proceso de impresión de archivo, según el diagrama de Pareto, que se puede visualizar en la figura 10, y regla del 80-20 se detecta que las causas derivadas de la maquinaria y materia prima ocasionan el problema representando el 31.25% y 25% respectivamente, provocando que el tiempo de atención aumente, disminuya el tiempo de eficiencia, productividad y rentabilidad de la empresa.

Se realizó un muestreo y se obtuvo los tiempos de atención del proceso de impresión de archivos para 15 clientes (en minutos y redondeando a números enteros, sin decimales), se pueden observar en la siguiente tabla 5 y en la figura 11, donde se obtiene una gráfica de serie de tiempo:

10	5	9	3	12
5	2	10	10	10
17	6	10	6	5

Tabla 5.- Tiempo de atención en el proceso de impresión de archivos



Figura 11.- Variación de los tiempos de atención

Se realizó un muestro aleatorio, que se puede apreciar en la tabla 6, recabados de fuentes existentes.

Plan de muestreo, Datos continuos	
Información inicial	
a) ¿Qué es lo que se va a medir?	Unidades = clientes
b) ¿Cuál es el tamaño de la población?	1000
c) ¿Cuál es la característica a medir?	Característica= tiempo de atención
d) ¿Cuál es la desviación estándar de la población?	S = 3.91
e) ¿Cuál es la precisión de esta estimación?	± 0.5
f) Seleccionar el nivel de confianza: z= 1.96 para un 95%	Z= 1.96
g) Selección de la estrategia de muestreo	Aleatorio
h) Determinar el tamaño de la muestra n= $(zs/d)^2$	n= 235

Tabla 6.- Plan de muestreo del proceso de impresión de archivos.

En la figura 12, se observa que los datos recabados para análisis, los cuales, por medio de minitab se construyó un histograma con los 235 datos correspondientes al proceso de atención respecto a la impresión de archivos.

7.45	5.02	7.83	2.13	6.26	5.41	3.92	4.31	6.86	4.64	5.25	7.31	2.99	7.88	6.87
9.20	6.85	2.98	3.51	5.80	3.06	6.48	5.81	8.67	3.43	5.06	3.27	7.30	5.59	8.05
6.11	3.42	5.34	3.78	6.37	4.43	4.14	8.27	3.28	3.72	3.79	3.71	5.26	4.92	5.49
6.12	9.47	8.08	7.08	8.05	3.58	9.74	6.47	6.64	6.17	6.36	9.03	4.72	1.75	7.63
6.55	3.31	7.92	5.83	9.20	2.76	4.67	5.08	6.08	5.51	5.30	6.56	3.22	6.01	5.38
3.33	3.79	3.37	6.99	4.83	3.63	5.69	6.78	5.39	4.40	4.42	4.05	6.76	3.58	3.92
5.06	4.82	7.44	7.07	2.45	4.47	6.55	5.72	8.18	9.78	3.49	3.29	3.43	6.14	4.95
4.04	6.28	7.48	5.47	3.33	6.10	4.37	5.22	7.40	4.98	3.63	6.14	8.30	7.19	5.23
5.17	9.69	3.44	4.15	4.27	7.17	3.28	8.57	4.16	4.60	5.40	6.86	2.31	8.04	5.36
5.70	3.20	5.11	2.33	5.73	6.57	7.76	8.34	4.53	5.05	3.03	9.16	4.38	4.22	4.95
3.55	4.45	8.25	7.19	6.53	10.25	3.28	5.23	5.51	4.83	4.27	5.96	5.94	6.13	6.09
1.42	5.51	4.42	5.19	7.37	6.50	5.50	3.91	7.81	4.80	2.45	4.26	6.23	3.23	9.53
3.46	7.67	7.56	5.52	4.99	5.00	6.41	7.84	4.12	2.49	7.67	6.37	8.12	6.84	5.59
7.56	3.02	5.86	8.65	5.38	2.27	2.34	3.51	7.02	4.85	4.23	6.72	8.22	5.97	5.66
3.49	2.21	6.58	5.98	6.59	6.23	6.26	4.20	6.43	4.75	1.54	7.42	3.93	6.82	8.37
6.91	2.63	3.71	6.86	5.81	3.83	5.84	1.90	5.76	6.54					

Figura 12.- Tiempos de atención

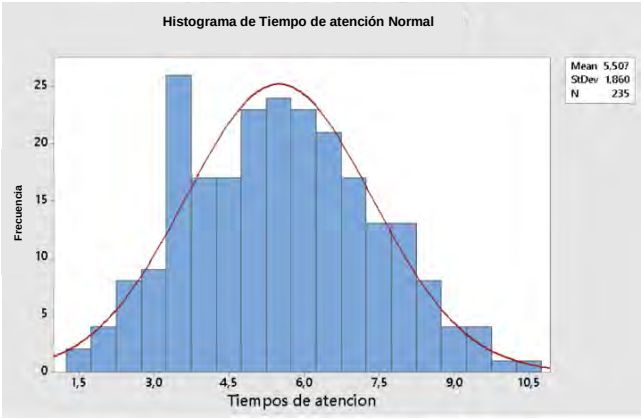


Figura 13.- Histograma de tiempos de atención

En la figura 13, se puede apreciar en el histograma que el tiempo de atención sigue una distribución normal. Además de que el valor de la media es de 5.507 y su desviación estándar de 1.860. Por lo tanto, se puede decir que el tiempo de atención no cumple con la especificación, y que la media del proceso está situada muy cerca del límite superior, deduciendo que prácticamente la mitad de los cliente son atendidos en tiempos superiores a 6 minutos.

Con estos resultados se realizaron las acciones pertinentes para cumplir con la satisfacción del cliente y brindarle un servicio de calidad, en un tiempo adecuado de atención.

Mantenimiento a multifuncional EPSON L3110

En la parte posterior de la impresión se apreciaban manchas de color negro, ocasionadas por falta de mantenimiento a los rodillos del equipo, tal y como se aprecia en la figura 14. Por lo que se realizó mantenimiento correctivo con el objetivo de eliminar desperdicio de hojas y retraso en los tiempos de atención al cliente.



Figura 14.- Calidad de la impresión de archivos.

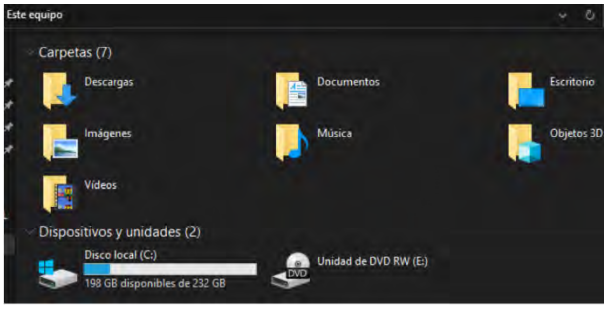


Figura 15.- Formateo de la máquina.

Otra acción importante, tal y como se muestra en la figura 15, fue la de formatear la máquina HP, lo cual trajo como consecuencia mayor rapidez en el procesamiento y la atención del cliente, esto se convierte en una mejora en la productividad. Así mismo, se adquirió papel de mejor calidad, siendo el papel Fotobond el elegido de la marca Scribe.

Posterior a implementar las acciones de mejora, se tomó nuevamente una muestra de 80 tiempos de atención en el proceso de impresión de archivos, tal y como se muestra en la tabla 7, y se realizó un análisis de capacidad del proceso después de mejoras, mostrado en la figura 16.

5.20	5.00	5.00	4.20
4.80	5.40	4.80	5.10
3.90	5.50	5.10	3.90
4.20	5.20	4.90	4.30
5.00	4.80	4.00	5.20
4.60	5.30	4.30	4.60
4.00	5.10	4.50	4.90
4.30	4.70	4.80	4.20
4.90	4.90	3.90	4.40
4.20	4.80	4.70	5.10
5.10	5.00	4.90	4.90
3.99	5.10	5.30	5.00
4.50	5.50	5.20	4.70
5.30	6.00	5.00	5.10
4.70	5.00	5.10	4.90
4.80	5.20	4.20	5.30
5.00	5.30	4.60	4.60
4.60	4.90	4.00	5.10
4.90	4.70	4.80	4.90
4.60	5.10	5.00	5.20

Tabla 7.- Tiempos de atención en el proceso de impresión

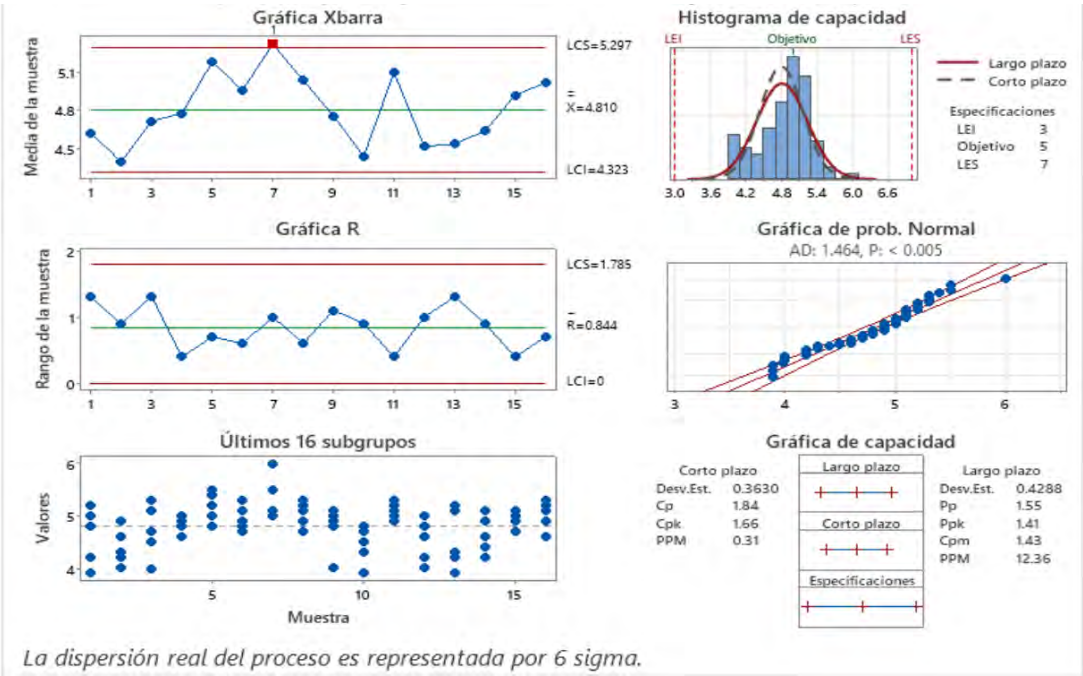


Figura 16.- Informe de capacidad Seis Sigma de tiempos de atención en el proceso de impresión

El proceso se encuentra cerca del valor objetivo de 5 minutos, aumentó el cumplimiento de las especificaciones de los clientes, aumentó la capacidad del proceso, y le falta estabilidad al proceso porque sigue existiendo variación. El proceso no es normal porque el valor P es de < 0.005. El proceso es marginal y se debe mejorar el nivel de calidad porque el Cpk es 1.66. Las partes defectuosas disminuyeron a 12.36.

Si Cpk >1.67 el proceso es aceptable.

Si Cpk <1.67 >1.33 el proceso es marginal y se debe mejorar el nivel de calidad.

Si Cpk < 1.33 el proceso es inaceptable

Trabajo a futuro

Se emitirán evaluaciones periódicas del grado de satisfacción del cliente en la microempresa, para que el proceso se mida conforme a lo establecido por la metodología empleada, y de esta manera se pueda documentar los cambios persistentes en busca del φpk aceptable.

Conclusiones

Las filosofías lean manufacturing y Six sigma se relacionan perfectamente y no se obstruyen al momento de aplicarlas, al contrario, lean manufacturing con todas sus herramientas es de sentido común y tiene como bandera la eficiencia, optimizar los recursos, hacer más con menos; por otro lado, six sigma es una filosofía que vela por la eficacia, por el cumplimiento de objetivos por medio de disminuir la variación en los procesos y cumplir con los requerimientos del cliente y en consecuencia aumentar la calidad del producto o servicio. Por ello, el implementar lean six sigma en una microempresa no es común porque son filosofías que normalmente se aplican en grandes empresas, pero debido a la importancia de las microempresas en la realidad económica y social en México, se consideró como una gran área de oportunidad, ya que si se toma en cuenta los resultados finales, se logró un cambio del valor cpk, pasar de un proceso inaceptable, a un valor cpk de 1.66, que indica que el proceso es marginal y que se debe mejorar el nivel de calidad.

Agradecimientos

Agradecimiento especial a Tecnológico Nacional de México, a Instituto Tecnológico Superior de Acayucan, y la microempresa Conexión Total, por las facilidades y apoyo para el desarrollo del presente trabajo.

Referencias

[1] L. Socconini, Lean Manufacturing paso a paso, Ciudad de México:Alfaomega, 2019.

[2] E. Escobedo, Lean Six Sigma Green Belt paso a paso, Barcelona: Marge Books, 2021

[3] V. G. Soler, <Lean manufacturing, Qué es y qué no es, errores en su aplicación e interpretación más usuales,>, Vol. 4, n° 1, pp. 45-52.

[4] Gesmeco, <La mejora es continua,> Gesmeco, 19 de octubre 2018, [En línea]. Available: http://gesmec.com/sistema-de-mejora-continua-gesmeco/.

[5] Minitab, <Minitab Statistical Software,>Minitab, [En línea]. Available: http://www.google.com/aclk?sa=l&ai=DChcSEwivoaLB2pWIAxV9FK0GHdVhCpsYABAAGgJwdg&co=1&ase=2&gclid=CjwKCAjw8rW2BhAgEiwA oRO5rA-4adEIFQttDT-AFN-fytB147_7RwnmmniinTCkeeQGBzmDTNstbhoCmisQAvD_BwE&sig=AOD64_3rUW2BAfMfsIcoD_33-8uns Hc_oA& q&nis=4&adurl&ved=2ahUKEwiL. [Último acceso: 09 Octubre 2023]

[6] M.C. Perissé, Pensamiento Lean, Buenos Aires: Universidad Nacional de la Matanza, 2019.

[7] Luis Socconini; Carlos Reato, Lean Six Sigma “Sistema de gestión para liderar empresas”, Barcelona: Marge Books, 2019.

[8] E.R. Bermúdez, <El uso del diagrama de causa-efecto en el análisis de casos,> de Revista Latinoamericana de Estudios educativos, Ciudad de México, 2010, pp. 127-142.