

Proyecto Final de Graduación para optar por el grado de Licenciatura en Logística
Internacional

Análisis del proceso de costeo de productos de la empresa 3M para el
mejoramiento del indicador de tiempo de ciclo, utilizando la metodología Lean
Manufacturing Systems (LMS) en el período enero 2016 a enero 2017.

Autores:

Kelly González Garcés

Óscar Murillo Oviedo

Raquel Sánchez López

Enero de 2019

DECLARACIÓN JURADA DEL GRUPO INVESTIGADOR

Nosotros, Kelly Dayan González Garcés, Óscar Fabián Murillo Oviedo y Raquel de Jesús Sánchez López, portadores de la Cédula de Identidad No. 1-1551-0850, 1-1420-0208 y 4-0216-0967, respectivamente, conocedores de las sanciones legales con que la Ley Penal de la República de Costa Rica castiga el falso testimonio y el Reglamento Disciplinario Estudiantil de la Universidad Técnica Nacional, UTN. DECLARO bajo la fe de juramento lo siguiente: Que soy estudiante de la Carrera de Logística Internacional en el nivel de Licenciatura de la Universidad Técnica Nacional, UTN y como requisito de graduación debo realizar una investigación aplicada (tipo mixta) y exponerla, la cual tiene como tema de investigación: Análisis del proceso de costeo de productos de la empresa 3M con respecto al indicador de tiempo de ciclo en el período setiembre 2015 y setiembre 2016.

Por lo que manifiesto que la misma ha sido elaborada siguiendo las disposiciones exigidas por la Universidad Técnica Nacional, UTN. Además, declaro que dicha investigación es el resultado de mi esfuerzo e investigación en su totalidad, que en ella no han participado personas ajenas ni otras organizaciones. ES TODO.

Firmo en la ciudad de Alajuela a las ___ horas del mes de _____ de 2017.

Kelly Dayan González Garcés, cédula 1-1551-0850.

Firmo en la ciudad de Alajuela a las ___ horas del mes de _____ de 2017.

_____ Óscar Fabián Murillo Oviedo, cédula 1-1420-0208.

Firmo en la ciudad de Alajuela a las __horas del mes de _____ de 2017.

Raquel de Jesús Sánchez López, cédula 4-0216-0967.

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL EVALUADOR DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN.



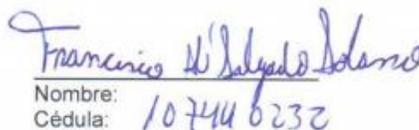
Criterios de Evaluación y Valoración de la Comisión de Trabajos Finales de Graduación para Aprobar,
Aprobar con Observaciones o Rechazar Anteproyecto de Tesis.
Licenciatura en Logística Internacional

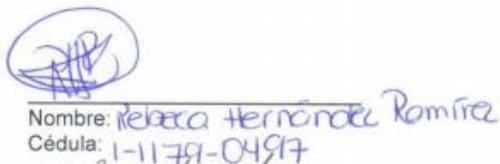
Promedio final:

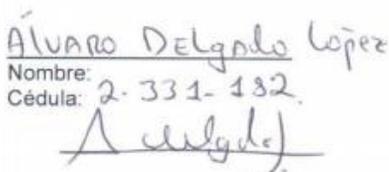
95%

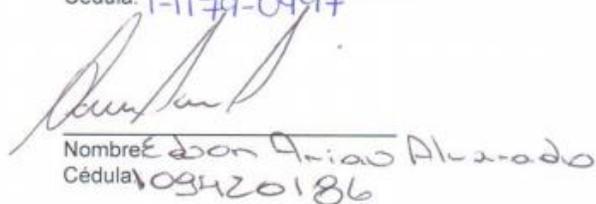
Miembros del Tribunal Examinador

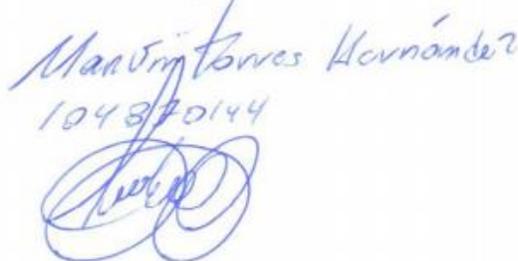

Nombre: Eduardo Solís
Cédula: 2355 420


Nombre: Francisco Delgado Solano
Cédula: 10744 6232


Nombre: Rebeca Hernández Romo
Cédula: 1-1179-0497


Nombre: Álvaro Delgado López
Cédula: 2-331-432


Nombre: Ebon Arias Alvarado
Cédula: 109420186


Nombre: Marvin Torres Hernández
Cédula: 104870144

Contenidos

<i>Índice de Tablas</i>	v
<i>Índice de Cuadros</i>	vi
<i>Índice de Figuras</i>	vii
I. PRESENTACIÓN	11
II. INTRODUCCIÓN	12
2.1. Planteamiento del problema de estudio	12
2.2. Enunciado del problema:	14
2.3. Preguntas de investigación	14
2.3.1. Pregunta investigativa general:	14
2.3.2. Preguntas investigativas específicas:	14
2.4. Justificación	15
2.5. Interés del estudio	19
2.6. Estado del arte.....	19
2.6.1. Acerca de LMS.....	20
2.7. Objetivos.....	26
2.7.1. Objetivo general:	26
2.7.2. Objetivos específicos:	27
2.8. Alcances y limitaciones de la investigación	28
2.8.1. Alcances de la investigación	28
2.8.2. Limitaciones de la investigación	29
2.9. Referente institucional	31

III.	MARCO TEÓRICO.....	35
IV.	MARCO METODOLÓGICO.....	51
4.1	Tipo de investigación	51
4.2	Sujetos y fuentes de información	52
4.2.1	Sujetos de investigación.....	52
4.2.2	Fuentes de investigación.....	52
4.3	Variables.....	53
4.3.1	Definición de variables	53
4.4	Descripción, Confiabilidad y Validez de Instrumentos.	57
4.4.1	Entrevistas	57
4.4.2	Observación	58
4.4.3	Discusiones abiertas	58
4.5	Enfoque de la Investigación	58
4.5.1	Enfoque mixto desde el planteamiento del problema:	60
4.5.2	Enfoque mixto desde la revisión de la literatura y le recolección de datos:.....	60
4.6	Diseño del estudio	62
4.7	Método de Investigación:	65
V.	ANÁLISIS DE RESULTADOS Y APORTES.....	66
5.1	Describir las etapas conformantes del proceso de costeo de productos de la empresa 3M y sus indicadores clave.....	66
5.1.1	Descripción del proceso de costeo de productos de 3M.....	66
5.2	Ejemplo de costeo de un producto de 3M.....	71
5.2.1	Mapeo y flujograma del proceso en estudio.	74

5.2.2	Identificación de las mudas o desperdicios con el método Value Stream Mapping.	75
5.3	Identificar las principales causas y efectos que provocan el aumento del indicador de tiempo de ciclo del proceso de costeo de productos de 3M por sobre la meta de 24 horas.	80
5.3.1	Identificación de las causas.	80
5.3.2	Análisis de Pareto.	84
5.3.3	Análisis y diagrama de Ishikawa.	85
5.3.4	Determinación de los efectos.	87
5.3.5	Regresión lineal.	91
5.3.6	Análisis de comportamiento de indicadores (Tiempo de Ciclo, solicitudes completadas, recurso humano requerido, solicitudes pendientes de completar, reporte de producción)	94
5.4	Examinar el estado actual de las herramientas para el monitoreo del indicador de tiempo de ciclo del costeo de productos de la empresa 3M.	98
5.4.1	Revisión del estado actual de las herramientas de monitoreo: identificación de oportunidades de mejora	99
5.4.2	Análisis PDCA	103
5.4.3	Aplicación de mejoras a las herramientas actuales	107
5.4.4	Elaboración de manual de utilización de la herramienta	111
5.5	La propuesta de Mejora	120
5.6	Cuantificar los beneficios de la propuesta de mejora en el indicador de tiempo de ciclo del proceso de Product Costing de la empresa 3M	126
5.6.1	Análisis de impacto en servicio al cliente de la propuesta de mejora	126
5.6.2	Análisis del impacto de la propuesta de mejora sobre el retrabajo.	140

5.6.3	Análisis de impacto en inventario de la propuesta de mejora:	144
5.6.4	Análisis de Impacto Financiero de la propuesta de mejora.....	150
VI.	<i>CONCLUSIONES</i>	153
VII.	<i>RECOMENDACIONES</i>	155
VIII.	<i>REFERENCIAS</i>	156
IX.	<i>APENDICES</i>	162
	Apéndice 1.	162
	Apéndice 2	163
	Apéndice 3 CARTA DE AUTORIZACIÓN PARA USO Y MANEJO DE LOS TRABAJOS	
	FINALES DE GRADUACION	164

Indice de Tablas

Tabla 1. Pareto de razones por las cuales una solicitud queda pendiente	84
Tabla 2. Cuantificación de recursos ahorrados anuales por la aplicación de subproyectos de mejora sobre el servicio al cliente, de enero 2016 a enero 2017	139
Tabla 3 Cuantificación de recursos ahorrados anuales por la aplicación de subproyectos de mejora, de enero 2016 a enero 2017	143
Tabla 4. Cuantificación de recursos ahorrados anuales por la aplicación de subproyectos de, de enero 2016 a enero 2017	151

Índice de Cuadros

Cuadro 1. Definición de Variables.....	53
Cuadro 2. Ejemplo de impacto contable por reporte de producción	88
Cuadro 3. Indicador de Tiempo de Ciclo del proceso de costeos	152

Índice de Figuras

Figura 1. Ejemplo de costeo de un producto de 3M	71
Figura 2. Flujograma del proceso de costeos de 3M.	74
Figura 3 Simbología del Value Stream Mapping	76
Figura 4. Value Stream Mapping – Estado Actual – Antes de la Propuesta de Mejora.....	77
Figura 5. Value Stream Mapping –Estado Ideal – posterior a la aplicación de propuesta de mejora.	79
Figura 6. Diagrama de Ishikawa sobre las causas el incremento del indicador del tiempo de ciclo en el proceso de costeos de 3M	86
Figura 7. Seis máximas de la logística global.....	91
Figura 8. Volumen de solicitudes pendientes.	93
Figura 9. Comportamiento del indicador de Tiempo de ciclo	94
Figura 10 Comportamiento del indicador de Solicitudes completadas (Completion Rate)	95
Figura 11. Comportamiento del indicador de recurso humano requerido	96
Figura 12. Comportamiento del indicador de solicitudes pendientes de completar.....	97
Figura 13. Diagrama PDCA.....	106
Figura 14. Diagrama del proceso	115
Figura 15. Ficha técnica del material.....	116
Figura 16. Correo de solicitud	117
Figura 18. Promedio de Indicador de Tiempo de Ciclo.....	127
Figura 19. Indicador de Solicitudes Completadas.	128
Figura 20. Tiempo de Procesamiento de PO.	130
Figura 21. Facturación correcta	131
Figura 22. Retraso en lanzamiento de nuevos productos.....	132
Figura 23. Reporte de Producción.....	146
Figura 24. Caducidad de Inventario	147

Figura 25. Precisión del valor contable de los inventarios antes del proyecto.149

Figura 26. Precisión del valor contable de los inventarios después del proyecto.....150

Resumen Ejecutivo

El presente trabajo de investigación tiene como tópico central la aplicación de la metodología *Lean Manufacturing Systems* para el análisis del proceso de costeo de productos (*Product Costing*) de la compañía 3M de Costa Rica.

El propósito del grupo con la elección del tema es exponer las ventajas generadas por la aplicación de esta metodología en un caso de negocio real. Pretende mostrar cómo funciona la búsqueda de la máxima eficiencia y la mejora continua en una corporación global como 3M, aplicando una metodología moderna que se yergue como el estandarte de la mejora continua en las más grandes y prestigiosas corporaciones contemporáneas: *Lean Manufacturing Systems (LMS)*.

El proyecto se centralizó en ofrecer soluciones a los focos de poca eficiencia que impactan los indicadores clave como el tiempo de ciclo, más conocido en la literatura anglosajona como *Cycle Time*, usando LMS como principal herramienta, con el objetivo de identificar defectos y oportunidades de mejora y, posteriormente, generar planes de acción –correctivos y preventivos- concretos que mejoren no sólo el *Cycle Time*, sino que hagan del proceso de *Product Costing* un proceso magro, eficiente, competitivo y de calidad. De forma que este proyecto de investigación le permite al grupo analizar la aplicación de herramientas de mejora continua y eficiencia mediante un análisis integral, que examina la cadena logística y operacional y a todos los actores y procesos involucrados de forma exhaustiva y deriva en beneficios financieros, de inventario, menos retrabajo, mejor servicio al cliente y mejor rendimiento de indicadores clave a lo largo de toda la cadena de valor.

El proyecto tiene como objetivo central formular una propuesta de mejora del indicador de tiempo de ciclo de proceso, lo cual se realiza mediante una fase de descripción exhaustiva del proceso, determinación de causas y efectos del declive del indicador, examen de las herramientas de trabajo actuales, diseño de nuevas herramientas y cuantificación de los beneficios.

Para el desarrollo de las fases de investigación mencionadas, se utilizan herramientas de alto nivel propias de LMS como Paretos, Ishikawas, análisis *Plan, Do, Check, Act (PDCA)*, *Value Stream Mapping* y regresiones lineales.

El proyecto requirió una inversión aproximada de 6 meses de desarrollo y resultó en un beneficio total aproximado de US\$183 683.36 (lo cual es equivalente a un ahorro de 3 027,93 horas anuales de retrabajo).

En conclusión, el proyecto derivó en una reducción del indicador de tiempo de ciclo del 99,40%, de manera que el tiempo para completar una solicitud de costeo se redujo de 365 días a 2 días, en un período de 6 meses de intensivo cambio y mejora continua. Además, se lograron beneficios trascendentales y sostenibles para el proceso en cuanto a mejora continua y eficiencia máxima tales como el diseño de una nueva herramienta de monitoreo de solicitudes de costeo estandarizada, la automatización de la generación diaria de indicadores claves, la elaboración de manuales de proceso, el entrenamiento adecuado impartido a lo largo de la cadena sobre los cambios en proceso, la creación y formulación de calculadoras automáticas para procesar costeos y conversiones de unidades, la documentación de la medición de calidad, la adaptación de los sistemas heredados para evitar cuellos de botella y la implementación de nuevos indicadores que promuevan la mejora continua como el SAMBC, OTIF y el *Case Fill Rate*

I. PRESENTACIÓN

El presente trabajo de investigación tiene como tópico central la aplicación de la metodología *Lean Manufacturing Systems* para el análisis del proceso de costeo de productos (*Product Costing*) de la compañía 3M de Costa Rica. Esta metodología es conocida en español con el nombre de 'Manufactura Esbelta' o 'Producción sin desperdicios'. El propósito de los integrantes del grupo investigador, con la elección del tema, es exponer las ventajas generadas por la aplicación de esta metodología en un caso de negocio real. Se pretende mostrar cómo funciona la búsqueda de la máxima eficiencia y la mejora continua en una corporación global como 3M.

En el capítulo primero de la investigación se presenta el planteamiento y enunciado del problema, las preguntas de investigación, justificación del tema, interés del estudio, estado del arte, objetivo general y específicos de la investigación, alcances y limitaciones y el referente institucional.

Seguidamente, el segundo capítulo consiste en el marco teórico de la investigación y expone con claridad los ejes conceptuales del proyecto, de manera que esto facilite y apoye la comprensión, lectura y análisis del contenido. En este se aclaran los conceptos y nociones básicas que se desarrollan y aplican más adelante al caso real de negocio en estudio.

Por su parte, en el tercer capítulo se desarrolla el marco metodológico. Este apartado de la investigación aborda el tema en estudio desde una perspectiva metodológica, para dejar en claro al lector, a qué tipo de investigación se adentra, sus características, formas de recolección de datos, técnicas e instrumentos implementados,

el diseño, las fuentes y sujetos. Esto, con el objetivo primordial de que el lector comprenda a cabalidad que la naturaleza de las variables en estudio determina y moldean la investigación en curso. Además, como eje principal del estudio es fundamental conocer cuáles son los sujetos de la investigación y la población o muestra de donde se extraen los datos.

II. INTRODUCCIÓN

2.1. Planteamiento del problema de estudio

Las exigencias del mercado y el consumidor han llevado a las empresas a tomar medidas en cuanto a la gestión de sus procesos. Es vital analizar de principio a fin el desempeño de cada procedimiento y determinar el impacto que tienen para el cliente final, por ello es que, resulta necesario para las empresas evaluarlos, monitorearlos y medirlos con indicadores que permitan detectar oportunidades de mejora en aras de optimizar los recursos y satisfacer las necesidades del cliente.

La incorporación de nuevos sistemas que permitan simplificar los procesos y extraer los datos para el análisis de indicadores eficiencia, ha sido resultado de la evolución del mercado y la tecnología; hoy en día las empresas multinacionales con mayores ventas son parte de esta tendencia de mejora continua.

La compañía 3M es parte de esta evolución y ha iniciado con la migración de sus procesos desde sistemas antiguos a un sistema más eficiente llamado SAP (cuyas siglas en inglés significan Systems, Applications and Products, en español Sistemas, Aplicaciones y Productos). Al ser 3M una compañía global, esta migración está segmentada en distintas etapas y países. Aquellos aún no migrados a SAP, como el

costeo de productos, en el cual se basa este estudio, son procesos irregulares, no estandarizados que causan retrasos en procedimientos dependientes.

Para vigilar el costeo de productos y poder medir su productividad, 3M estableció indicadores clave (en adelante KPIs, por sus siglas en inglés *Key Performance Indicators*) y definió metas para estos, uno de ellos es el tiempo de ciclo. La problemática de este estudio se centra en el indicador de tiempo de ciclo del costeo de productos, ya que se ha incrementado en un 300% con respecto a la meta deseada de 24 horas en el periodo comprendido entre enero de 2016 y enero del 2017.

El costeo de productos de 3M se estableció en Costa Rica en septiembre del 2015; sin embargo, su monitoreo formal con indicadores clave inició en enero del 2016. Siendo una transición aun en progreso y un proceso incipiente, sus KPIs han experimentado oscilaciones recurrentes que representan impactos significativos en cuanto a eficiencia logística, niveles de inventario, servicio al cliente y facturación; todos estos con implicaciones financieras.

La expectativa de 3M es, actualmente, que el costeo de un producto consuma no más de 24 horas (1 día hábil) desde que se recibe la solicitud. No obstante, datos históricos demuestran que el indicador de tiempo de ciclo ha alcanzado incluso cifras mayores a los 365 días. Un escenario insostenible y contrario a las expectativas de eficiencia y servicio que tiene el cliente de la compañía.

Es a partir de la situación anterior que surge la necesidad de atacar el problema y generar planes de acción concretos en busca de la mejora del indicador de tiempo de ciclo de costeos en el mediano plazo.

2.2. Enunciado del problema:

El indicador de tiempo de ciclo del costo de productos de la empresa 3M se ha incrementado en un 300% con respecto a la meta deseada de 24 horas en el periodo comprendido entre enero de 2016 y enero del 2017.

2.3. Preguntas de investigación

2.3.1. Pregunta investigativa general:

¿Por qué el indicador de tiempo de ciclo del proceso de costos de la empresa 3M se ha incrementado en un 300% por encima de la meta deseada de 24 horas en el periodo de enero de 2016 a enero del 2017?

2.3.2. Preguntas investigativas específicas:

- ¿Cuáles son las etapas del proceso de costo de productos de la empresa 3M?
- ¿Cuáles son las causas y efectos que genera el aumento del indicador de tiempo de ciclo en el proceso de costo de productos de la empresa 3M en el período de estudio?
- ¿Cómo se ha manejado el sistema de monitoreo del indicador de tiempo de ciclo en el proceso de costo de productos de la empresa 3M en el periodo de estudio?
- ¿Cuántos beneficios podría percibir la empresa 3M ante una posible propuesta de mejora que disminuya el indicador de tiempo de ciclo en el proceso de costo de productos?

2.4. Justificación

Para el presente trabajo de investigación se ha elegido como tópico central la aplicación de la metodología *Lean Manufacturing Systems* (en adelante LMS) para el análisis del proceso de costeo de productos (*Product Costing*) de la compañía 3M de Costa Rica. Esta metodología es conocida en español con el nombre de 'Manufactura Esbelta' o 'Producción sin desperdicios'. El propósito del grupo con la elección del tema es exponer las ventajas generadas por la aplicación de esta metodología en un caso de negocio real. Se pretende mostrar cómo funciona la búsqueda de la máxima eficiencia y la mejora continua en una corporación global como 3M.

El proyecto de investigación fue seleccionado porque muestra procesos complejos que describen la dinámica de los negocios y operaciones internacionales, de forma que funciona no sólo para fines didácticos, sino que permite estudiar y, sobre todo, aplicar una metodología moderna que se yergue como el estandarte de la mejora continua en las más grandes y prestigiosas corporaciones contemporáneas: *Lean Manufacturing Systems (LMS)*.

LMS es una metodología muy amplia, cuya aplicación no se reduce a procesos de manufactura o transformación física de materias primas (aunque así haya surgido) por lo cual el grupo investigador considera relevante su estudio, ya que actualmente es líder en innovación aplicada a procesos intangibles, de conocimiento, lo cual es común en el sector servicio del parque empresarial costarricense.

El proceso de *Product Costing* de la compañía 3M es ejecutado actualmente en el centro de servicios globales (comúnmente referido en inglés como *Global Service Center, GSC*) ubicado en Costa Rica, el cual se establece en el país en el año 2015. Es

un proceso complejo que comprende desde la creación de *Stock Keeping Units* -mejor conocidos en la jerga industrial como SKUs o números de parte de inventario- en sistemas corporativos de planificación de recursos (*Enterprise Resource Planning Systems*, en adelante ERP) hasta la realización del cálculo de costos de cada uno de ellos.

La compleja característica del proceso hace que se susciten defectos y focos de poca eficiencia que impactan los indicadores clave como el tiempo de ciclo, más conocido en la literatura anglosajona como *Cycle Time*. Es a partir de la afectación de un indicador de suprema relevancia para la eficiencia de la empresa como lo es el tiempo de ciclo, que el grupo investigador decide analizar detalladamente el proceso usando LMS como principal herramienta, con el objetivo de identificar defectos y oportunidades de mejora y, posteriormente, generar planes de acción –correctivos y preventivos- concretos que mejoren no sólo el *Cycle Time*, sino que hagan del proceso de *Product Costing* un proceso magro, eficiente, competitivo y de calidad.

Se ha seleccionado dicho tema, porque permite al grupo aplicar las bases conceptuales de la metodología LMS en la búsqueda de la mejora continua de procesos, la cual es parte de la malla curricular de la carrera de Licenciatura en Logística Internacional de la UTN, especialmente en el curso de Investigación de Operaciones.

De igual forma, el caso de estudio es funcional en el tanto hace posible comprender- dentro de la dinámica de los negocios y operaciones globales- que la aplicación de metodologías modernas en pro de la eficiencia operacional y el monitoreo de indicadores clave son tareas de carácter imperativo en el escenario corporativo y competitivo global.

También, se eligió el tema ya mencionado, porque el análisis se desarrolla en una compañía de prestigio global, que apuesta por un modelo completamente centrado en la mejora de procesos y la implementación de indicadores como motor de su competitividad en el mercado. 3M es un referente mundial que aplica LMS no sólo en sus procesos de *Product Costing*, sino a lo largo de toda su cadena operativa; lo cual, sin duda alguna, resulta una oportunidad inigualable de investigar y aplicar el conocimiento en una compañía que lleva la metodología Lean como bandera de la eficiencia en el desarrollo de sus plataformas tecnológicas y en el manejo *end-to-end* de sus negocios.

Este proyecto de investigación, además, se constituye como oportunidad de gran valor para el equipo investigador y para el lector- de ahondar en la importancia de una tendencia actual del mercado: la proliferación de los Sistemas de Planificación de Recursos Empresariales (*ERP*, por sus siglas en inglés). Mismos que están no sólo revolucionando la logística y la gestión de procesos en general en las compañías, sino que también están marcando pauta sobre la búsqueda de la eficiencia máxima en las organizaciones y modelando nuevas habilidades necesarias en los profesionales del área logística e industrial, que deben –al igual que la compañías- competir adaptándose e instruyéndose al respecto.

El carácter innovador de este proyecto es, de igual forma, razón de peso para desarrollarlo. Empezar el proyecto de mejoría del indicador de tiempo de ciclo en los costos de 3M, es ocasión y coyuntura adecuada para innovar aprovechando la sinergia entre áreas distintas, pero complementarias del conocimiento, aplicando principios ingenieriles a la logística y las finanzas.

En cuanto a las implicaciones prácticas del proyecto es crucial destacar que la aplicación de la metodología LMS en el proceso de costeo, permitirá identificar oportunidades de mejora y, posteriormente, generar planes de acción concretos que se traducirán no sólo en la resolución de un problema práctico, como lo es reducir el tiempo de ciclo del proceso y acelerarlo para hacerlo más eficiente, sino que podrá usarse como referencia en casos similares de negocio y en otras áreas de la empresa, por el valor teórico intrínseco en la investigación. La propuesta de investigación ofrecerá no solo llenar un vacío de conocimiento con mejoras tangibles, medibles, significativas y sostenibles en el rendimiento del proceso de costeos de 3M y las personas involucradas en él, sino que sus resultados derivarán en ideas valiosas para formular recomendaciones en futuras situaciones de negocio parecidas dentro de la compañía, es decir, el proyecto no será transitorio, sino que su valor atañe a la capacidad de aportar -por medio del conocimiento científico generado- al tesoro máspreciado de las compañías modernas: la memoria empresarial y la eficiencia máxima.

A manera de resumen, se ha seleccionado el caso de mejora del indicador de tiempo de ciclo en el proceso de Product Costing de 3M como proyecto de investigación, porque permite al grupo analizar la aplicación de herramientas de mejora continua y eficiencia mediante un análisis integral, que examina la cadena logística y operacional y a todos los actores y procesos involucrados de forma exhaustiva y deriva en beneficios financieros, de inventario, menos retrabajo, mejor servicio al cliente y mejor rendimiento de indicadores clave a lo largo de toda la cadena de valor.

2.5. Interés del estudio

Como grupo investigador, la idea de conocer las características, herramientas, funcionalidades y beneficios que puede aportar tanto a la empresa 3M, como también a ellos, una metodología de mejora continua como *Lean Manufacturing System*, es parte importante del interés que surgió por el estudio.

Adicionalmente, el hecho de que no esté implementado el LMS en el proceso de *Product Costing*, aporta un mayor valor a la investigación, ya que será posible experimentar en tiempo real, la forma en que haciendo uso de esta metodología puede observarse una mejora en los resultados obtenidos.

Por último, el grupo investigador tendrá un conocimiento fundamentado acerca de la metodología LMS, con lo que podrán aplicarla en cualquier campo de su ambiente laboral.

2.6. Estado del arte

Según se menciona en el texto digital *3M LMS Journey Started* (2016), la compañía 3M cuenta con una sólida y consolidada trayectoria utilizando la metodología *Lean Manufacturing System*, de ahora en adelante LMS, en su gestión de procesos desde el año 1990. En el centro de servicios globales de 3M Costa Rica- que es donde se desarrolla la presente investigación-, la metodología LMS fue recientemente adoptada, en abril de 2016. Parte de la implementación fue entrenar a todo el personal en el manejo y aplicación (teórica y práctica) de la metodología, para ser aplicada a todos y cada uno de los procesos trasladados a Costa Rica. Con este despliegue la compañía pretende instaurar una cultura de mejora continua, estandarización e innovación que brinde soporte y guía para alcanzar, mejorar y monitorear las métricas a cumplir para

cada proceso, alineando así el centro de servicios de este país hacia el alcance de las metas globales de la compañía.

En 3M, la aplicación de LMS no es un caso aislado, sino que la metodología funciona como cimiento fundamental de la mejora continua, sin importar el área de negocio.

2.6.1. Acerca de LMS

En primera instancia, el LMS tiene un trasfondo mayor, ya que este sistema se implementa basándose en proyectos que datan de 1890, de empresarios de la compañía japonesa Toyota, quienes, con ideas simples, pero eficientes, fueron mejorando el sistema de producción. Concretamente se presenta entre las décadas de los 70s y 80s. Esta organización implementa un sistema de producción, conocido hoy como sistema de producción Toyota, el cual consiste, básicamente, en la eliminación de desperdicios a lo largo de la cadena de producción, dando como resultado una mayor eficiencia productiva. También, puede verse de otra forma, reducción de la utilización de recursos, enfocado en una satisfacción del consumidor final. (Arnheiter y Maleyeff, 2005; Emiliani, 2006; Aguilar, 2002; Toyota, 2016)

La persona detrás de esta filosofía es Taiichi Ohno, no obstante, los pioneros del sistema de producción Toyota fueron, Sakichi Toyoda y Kiichiro Toyoda. Inicialmente la empresa Toyota se encontraba dedicada a la industria textil, de ahí las ideas de mejorar el sistema de producción de Sakichi y Kiichiro Toyoda, estableciendo mejoras en los telares que se utilizaban, mejorando la productividad de los operarios y la calidad del producto y desarrollando un mecanismo inteligente que detenía el proceso cada vez que se presentaba un inconveniente de manufactura respectivamente. Basado en estos proyectos es que Taiichi Ohno desarrolla el sistema de producción y como se mencionó

anteriormente, maximizando la eficiencia y minimizando el desperdicio. (Emiliani, 2006; Toyota)

Cabe destacar que esta metodología ha dado grandes resultados en diferentes campos de la cadena de valor, principalmente en temas de manufactura. A continuación, se muestran diferentes aportes desde varias perspectivas acerca de este tema.

Feld (2000) analiza el tema desde cinco elementos principales: Organización, control de procesos, métricas, logística y flujo de manufactura. Cada uno de estos elementos están interconectados y funcionan de manera conjunta para lograr que la metodología pueda desarrollarse de manera eficiente. De igual forma, estos puntos buscan cubrir los problemas que tienen las empresas antes de la implementación de LMS.

Asimismo, Correa (2007) aborda la metodología desde dos enfoques, que si bien, tienen el mismo objetivo, difieren en la forma en que se alcanza. Primero, LMS se le conoce como un método orientado en la disminución de desperdicios, lo cual conlleva a una mayor eficiencia en tiempo y producción. Por otra parte, está el enfoque en el flujo de la producción, basado en buscar dentro del proceso la forma de mejorarlo. El punto importante es conocer claramente cuáles son los problemas que enfrenta la organización para lograr implementar el enfoque correcto.

Liker (1997) muestra que, en Estados Unidos, la metodología LMS fue introducida por John Shook (primer empleado de nacionalidad estadounidense contratado por la empresa Toyota), mediante la llegada de Toyota a su país, la industria automovilística permitió a Shook transmitir el método a una gran cantidad de sus compatriotas, en este

caso, se brindará la perspectiva de esta persona acerca de LMS. El autor hace una comparación entre la producción en masa y la metodología de producción mediante LMS, la cual se diferencia en que se utiliza una menor cantidad de recurso humano, espacio, tiempo, capital, observando un resultado con menores fallas y mejorando la capacidad de producción.

También, las organizaciones buscan mediante diferentes herramientas, tener su propia forma, ajustada a sus necesidades, de aplicar la metodología:

Además, Liker menciona que Bosch Rexroth, una compañía de manufactura global empleó la metodología basada en nueve principios, todos enfocados en lograr maximizar la utilización de sus recursos. Entre ellos se encuentran: Flujo continuo, simplicidad, organización del lugar de trabajo, presentación de materia prima, calidad del producto, reconfiguración, mantenibilidad, facilidad de acceso y ergonomía. Todos estos elementos buscan que el proceso de producción tenga los mejores resultados, así como el diseño de una línea de manufactura que posea un flujo continuo, la cual interconecte cada subproceso de la producción. Para que el flujo sea continuo, cada paso debe ser lo más simple y organizado posible, teniendo a disposición inmediata la materia prima, para que de la continuidad al proceso. Por último, tanto el proceso como la línea de producción deben tener la flexibilidad y la facilidad de poder ajustarse sobre la marcha para evitar retrasos mayores.

El grupo investigador concluye que los principios de LMS son aplicables a cualquier tipo de proceso de negocio. Las empresas globales como 3M mueven un alto volumen de datos que requieren un manejo especializado, además estos datos son parte fundamental para el óptimo desempeño del proceso de la cadena de abastecimiento,

este manejo de datos se da a través de procesos transaccionales. 3M utiliza la metodología LMS no solo para procesos de producción, sino también para sus procesos transaccionales, es decir, procesos virtuales que trascienden en procesos físicos.

Un reciente artículo llamado “*Calculando la Eficiencia en los Proyectos Transaccionales*” elaborado por Alastair Muir (s.f.) (consultor de la empresa GE Power Systems de Lean Six Sigma), describe la aplicación de la metodología a los procesos transaccionales y cuáles son los principales retos que se presentan durante la aplicación. El artículo de hecho se centra en la medición del indicador de tiempo de ciclo para estimar la eficiencia del proceso, investiga sobre el tiempo de ejecución y explora la manera en que estadísticamente se determinan las razones que hacen que los procesos sean ineficientes. LMS visto desde un proceso transaccional, se relaciona con la velocidad de ejecución, cualquiera demora en el proceso es considerado un desperdicio de tiempo, y en estos procesos, el tiempo se traduce en ingresos perdidos.

Alastair (s.f.) además menciona que un proceso transaccional se considera “limpio” cuando el tiempo de ejecución es por lo menos un tercio menor al tiempo de demora y que un es proceso “sucio” es cuando el tiempo de ejecución es tres tercios mayor al tiempo de demora. Asimismo, menciona que, es fundamental para el investigador entender la data que proviene de los sistemas de información, para así poder determinar cuando inicia y cuando concluye un proceso, aspectos clave para comprobar el tiempo de ciclo.

Igualmente, en un artículo elaborado por “*The Center for Excellence in Operations*” (CEO) en 2012 indaga sobre como las empresas actuales han dejado el método tradicional de planeación anual estratégica a planeación estratégica diaria por medio de

la metodología LMS y como logran alcanzar el éxito financiero, por la flexibilidad de la metodología y la guía por medio de iniciativas enfocadas a la mejora continua.

En la actualidad, se han desarrollado diferentes estudios que involucran no solo los procesos de manufactura, sino también los transaccionales, también llamados procesos de servicio. K. Muralidharan, en su libro “Six Sigma for Organizational Excellence” escrito en 2015, describe la utilización de las herramientas de la metodología en los procesos de servicio y el análisis estadístico que involucra. Elabora un esquema de los pasos por seguir para la mejora de los procesos de servicio con las herramientas de la metodología. Es decir, el uso de estas herramientas no solo se enfoca en procesos de manufactura, en la actualidad las empresas de vanguardia enfocadas a la innovación utilizan la metodología en todos sus procesos transaccionales y producción.

Según el grupo investigador, la puesta en acción de proyectos de mejora y reingeniería de procesos bajo la bandera de la metodología LMS y la búsqueda de la eficiencia máxima es un proceso con numerosos antecedentes y casos de éxito a nivel global para 3M y Costa Rica no es la excepción. La metodología LMS se ha aplicado anteriormente en procesos en Costa Rica, ejemplo de ello es su aplicación en proyectos de mejora tipo Black Belt (BBP) en el proceso de Review & Post (proceso de revisión previo a la creación de un material en el sistema SAP) , conocido en español como cinturón negro, que dentro de la metodología LMS y Six Sigma hace referencia a proyectos cuyas herramientas, técnicas y mediciones de negocios representan las mejores prácticas para la mejora de la calidad y la eficiencia de procesos. Donde se utilizó LMS (junto a Pareto, Ishikawa y metodología de monitoreo de proyectos como PDCA) para llevar el indicador de calidad en la creación de materiales en sistemas

Legacy, que son sistemas antiguos legados, y SAP, que es un sistema tipo ERP para la planificación de recursos empresariales, de un rendimiento del 85 al 100%, es decir, cero errores; esto en un periodo de investigación de nueve meses.

Otro ejemplo de aplicación de la metodología de LMS en la mejora de indicadores en 3M Costa Rica encontrado por el equipo investigador es el proyecto “Rejects Analysis”, conocido en español como Análisis de Solicitudes Rechazadas, ejecutado julio 2016 aprovechando las sinergias entre dos equipos del centro de servicios globales, los equipos de Review & Post y Material Create (proceso de creación de materiales). El proyecto aplicó la metodología LMS para monitorear el volumen y causas principales de los rechazos de solicitudes de creación de materiales en SAP. Concluyendo con un exitoso resultado en la disminución de los rechazos del proceso de un promedio de 67 a 17 por cada 100 solicitudes; esto produjo un impacto significativo en la mejora del indicador de “rejects” en el proceso de creación de materiales.

Ahora bien, en el área de costeo de productos de la empresa 3M (en la cual se enfoca este proyecto), la metodología LMS también tiene ya antecedentes significativos. En este momento se encuentran en curso 8 proyectos categoría “Green Belt”, conocido en el español como cinturón verde, en el equipo de costeo de productos, todos enfocados en atacar distintas aristas y focos de poca eficiencia para mejorar indicadores clave como el tiempo de ciclo del proceso y alcanzar la meta de 24 horas desde que se recibe la solicitud de costeo hasta que se completa. Estos sirven como un antecedente crucial y punto de referencia para el desarrollo del presente proyecto.

Investigaciones previas del área de costeos indican que el tiempo de ciclo actualmente es muy inestable en el proceso de costeos, con oscilaciones que van desde

las 24 horas hasta incluso más de 365 días en completar una solicitud. Que es necesario el desarrollo suficiente documentación formal de mapas de proceso ni “*value stream mapping*” que permitan emprender con mayor claridad la identificación de oportunidades de mejora, vacíos de proceso y planes de acción de mejora (Mayorga, 2017).

De igual manera, proyectos en ejecución por parte del analista de proceso del área de costos dejan entrever la necesidad de analizar la variabilidad de los indicadores clave, de identificar las causas raíz, examinar las herramientas y proponer mejoras sostenibles que permitan que el proceso se estabilice y alcance las metas y objetivos deseados (Mayorga, 2017).

Estos proyectos mencionados anteriormente sirven como antesala y referencia de proyectos reales y beneficios comprobados de la aplicación de LMS en la mejora continua de indicadores y la eficiencia en los procesos de la compañía 3M. Ejemplos realmente valiosos y antecedentes importantes que pueden servir como espejo y aprendizaje para emprender la presente investigación. No sólo aprovechando y replicando las buenas prácticas aplicadas en ellos, sino identificando oportunidades para hacerlo mejor.

2.7. Objetivos

2.7.1. Objetivo general:

Analizar el proceso de costo de productos de la empresa 3M utilizando la metodología Lean Manufacturing Systems para formular una propuesta de mejora del indicador de tiempo de ciclo de proceso.

2.7.2. Objetivos específicos:

- Describir las etapas conformantes del proceso de costeo de productos de la empresa 3M y sus indicadores clave.
- Identificar las principales causas y efectos que provocan el aumento del indicador de tiempo de ciclo del proceso de costeo de productos de 3M por sobre la meta de 24 hr.
- Examinar el estado actual de las herramientas para el monitoreo del indicador de tiempo de ciclo del costeo de productos de la empresa 3M.
- Cuantificar los beneficios de la propuesta de mejora en el indicador de tiempo de ciclo del proceso de *Product Costing* de la empresa 3M.

2.8. Alcances y limitaciones de la investigación

2.8.1. Alcances de la investigación

La presente investigación será desarrollada en el Departamento de Costeo, específicamente se analizará el proceso de *Product Costing* de la empresa 3M, utilizando herramientas pertenecientes a la metodología *Lean Manufacturing System*. Se hará énfasis en la descripción de dicho proceso, además de identificación de factores e indicadores que se consideren de vital importancia para su funcionamiento.

Tomando en cuenta todos los indicadores dentro del análisis del proceso de *Product Costing* pretende indagarse en los resultados arrojados por el indicador de tiempo de ciclo, el cual se encuentra por encima de la meta esperada por la empresa 3M. De igual forma, pretende conocerse cuáles herramientas se han estado utilizando para controlar este indicador y estudiar de qué manera están siendo utilizadas.

Por último, se toman como métrica los procesos de otros departamentos, que también cuentan con el indicador de tiempo de ciclo, obtener un escenario general, acerca de los resultados que genera en ellos. Con esto, pretende hacerse un análisis comparativo para lograr dar con una respuesta que logre ofrecer una mejora significativa.

Todo lo mencionado anteriormente, se hará con el objetivo de plantear una propuesta para dar una mayor estabilidad al indicador de tiempo de ciclo y, por lo tanto, al proceso de *Product Costing* de la empresa 3M.

2.8.2. Limitaciones de la investigación

2.8.2.1. Cronológicas:

La investigación sólo abarca el período comprendido entre enero 2016 y enero 2017.

2.8.2.2. De profundidad:

Al ser *Lean Manufacturing Systems* una metodología muy amplia y con múltiples herramientas y técnicas. Se aclara que en la investigación se hará énfasis en la utilización sólo de las siguientes: Pareto análisis, Diagrama de Ishikawa, *Value Stream Mapping*, mapeo de procesos, regresiones lineales, gráficas de control, gestión de indicadores, método *Green Belt* y método *PDCA (Plan, Do, Check, Act)*.

2.8.2.3. De información:

Los asesores, ingenieros industriales y especialistas en mejora de procesos dedican solamente 2 horas bisemanales para la atención de dudas y revisión de los aspectos ingenieriles de la investigación.

Por otra parte, la naturaleza del tema y el proyecto en investigación es más propia de la investigación corporativa, que se lleva a cabo en la empresa privada y especialmente en corporaciones globales. Esto limita el acceso a documentación o información de casos de éxito anteriores para usar como referencia y sustento en el marco teórico, por el carácter confidencial con que se guardan este tipo de investigaciones en las compañías, ya que contienen datos de suma discreción como indicadores claves y datos financieros.

2.8.2.4. De presupuesto:

No existe limitación presupuestaria en esta investigación. Por razones de confidencialidad no es posible revelar el monto exacto de presupuesto aprobado por parte de la empresa 3M para costear el proyecto, sin embargo, es importante aclarar que la empresa cubrirá todos los gastos asociados y se ha comprometido a costear la investigación de principio a fin.

2.8.2.5. De tiempo

Los investigadores no se dedican en tiempo completo a las labores de investigación asociadas al presente trabajo. Esto debido a razones laborales y otras responsabilidades y actividades personales. De manera que dedican un estimado de 6 horas semanales -cada uno- a las tareas de indagación, para un total de 18 horas semanales, aproximadamente.

2.8.2.6. De equipo

Los investigadores son especialistas de la rama del comercio y los negocios internacionales y la logística global, área del conocimiento de la cual son egresados. No obstante, la presente investigación desarrolla un análisis interdisciplinario, que combina la logística con la ingeniería industrial (esta última, área de la cual no son ajenos, mas no son expertos). Esto constituye, en cierto modo un reto que podría convertirse en una limitación en el desarrollo de la investigación; sin embargo, será compensado con asesoría de especialistas ingenieriles a lo largo de toda la investigación, de manera que el desafío se convierta en una oportunidad de enriquecer la investigación y aprovechar la sinergia entre los dos campos del conocimiento.

2.9. Referente institucional

Acorde a la página oficial de la empresa (2016), 3M se identifica como una compañía global de innovación que nunca deja de inventar. A lo largo de los años, la innovación en 3M ha tenido como objetivo primordial mejorar el día a día para millones de personas alrededor del mundo. La compañía expande su potencial innovador en todas las aristas de la vida humana, desde haber logrado que conducir un vehículo de noche sea más fácil, que los edificios sean más seguros y haber trabajado en hacer los aparatos electrónicos para consumidores más livianos, con menor uso de energía y con menor impacto para el medio ambiente, hasta inclusive, haber ayudado a que el primer Hombre llegara a la Luna.

Tomando también de la página oficial de 3M, ella fue fundada en 1902 en la ciudad de Two Harbors, Minnesota, en Estados Unidos, con el nombre de: *Minnesota Mining and Manufacturing Company*, cuando cinco empresarios decidieron explotar un depósito mineral para la fabricación de papel lija. Como el depósito resultó ser de poco valor, la Compañía se trasladó a Duluth, Minnesota, dedicándose a la producción del papel lija. Pasaron algunos años antes de obtener productos de calidad y contar con un buen sistema logístico, hasta que en 1910 la historia de la pequeña productora de papel lija se cruzó con que aparecieron nuevos inversionistas que con su aporte y visión de negocio permitieron trasladar la compañía a una nueva sede: a Saint Paul, Minnesota. Es así donde nace la casa matriz de la ahora corporación global.

Gracias a la investigación y la incorporación de nuevos productos al mercado, en 1916, 3M pagó el primer dividendo a sus colaboradores, que correspondió, en ese entonces, a 6 centavos de dólar americano por acción.

De 1916 en adelante, la evolución de 3M ha sido imparable, siempre en busca de la innovación y el mejoramiento de calidad de vida del ser humano.

En 1920 3M lanzó la primera "lija al agua" en el mundo, utilizada en la fabricación automotriz. Un hito no sólo para 3M como desarrollador pionero, sino también para el mundo industrial a inicios del siglo XX por parte de la compañía americana 3M™ con la fabricación de lijas con adhesivos especiales para su uso con agua, el papel está tratado para evitar problemas de rizado o de pérdida del abrasivo, mostrando ventajas de punta para la época, como un mayor poder de corte, gran flexibilidad una vez mojada lo que permite adaptarse fácilmente a la superficie y un acabado impecable, siendo esta última la principal virtud del invento.

Más adelante, desarrolla varios productos para el sellado de cajas utilizando papel celofán, comercializados bajo la famosísima marca que actualmente la mayoría conoce: "Scotch®".

En la década de los cuarenta, continuó el desarrollo: "Scotchlite®". Material retro-reflectante para señalización y control de tráfico vehicular. Lo siguieron las cintas magnéticas de registro de sonido y datos, cintas de filamentos para embalajes y planchas offset.

Alrededor de 1950, 3M introdujo el proceso de copiado en seco "Thermofax", el protector antimanchas para telas "Scotchgard®", la cinta de video y la amplia gama de esponjas "Scotch-Brite®", además de una grandísima variedad de productos electromecánicos.

En los años sesenta se introdujeron productos fotográficos, microfilms, láminas decorativas, papel copiator y retroproyectors. También nacieron los primeros productos para el área médica y dental, demostrando la versatilidad y el alcance de la innovación en 3M en variadas áreas de la industria.

En la década de los años 1970-1980, 3M se caracterizó por la introducción de productos farmacéuticos, químicos para la agricultura, registro digital de sonido, láminas para control de energía solar, películas para rayos X y el sistema Trimax para exploración radiológica. Nuevamente sorprendiendo al mundo con las primicias de sus plataformas tecnológicas.

Es así como después de décadas sumamente fructíferas en la generación de conocimiento y ciencia, una incansable 3M lanza en 1980 el producto Post-it®, uno de los más vendidos en el mundo y un producto insignia de 3M alrededor del mundo, permitiendo la comunicación entre las personas y una mejor organización.

Actualmente, 3M divide su gran cantidad de productos innovadores en 6 grupos de negocio: hogar y oficina, señalización y gráfica, energía y telecomunicaciones, cuidado de la salud, seguridad, protección y mantenimiento y manufactura e industria.

Parte importantísima del éxito de 3M en sus negocios alrededor del mundo son sus valores. 3M es una compañía en la que, de todas las estrategias de crecimiento, invertir en el desarrollo de los empleados es la más importante. La razón es muy simple: no puede alcanzarse el desarrollo corporativo sin el individual. Y, para ello, la clave consiste en alinear el crecimiento y la creación de valor para el cliente con las expectativas de cada persona de la organización.

En resumen, 3M es una compañía, cuyo compromiso es contribuir activamente a un desarrollo sustentable teniendo en cuenta la protección ambiental, la responsabilidad social y el progreso económico.

Actuar con honestidad e integridad en los negocios y la convivencia laboral, satisfacer a los clientes con tecnología innovadora y calidad superior, proveer a los inversionistas un retorno atractivo por medio de un crecimiento sustentable y global, respetar el medio ambiente social y físico alrededor del mundo y valorar y desarrollar el talento, las iniciativas y el liderazgo de nuestros empleados son los valores clave de la organización.

3M ha evolucionado y competido de forma estratégica en el escenario comercial e industrial global a lo largo de su historia, pasando de niveles de ventas de \$15 billones de dólares en 1990, \$20 billones de dólares en el 2004, hasta hoy, en el que 3M es un miembro importante de la economía global con operaciones en más de 70 países, ventas en 200 países, 87 000 empleados alrededor del mundo, 8 200 investigadores y 46 plataformas tecnológicas propias, todo esto al servicio de la innovación para hacer de la ciencia el medio de 3M para mejorar la vida de las personas. Porque como dice su slogan: la ciencia es solo ciencia, hasta que es aplicada a la vida. (3M, 2017)

III. MARCO TEÓRICO

Dado que la presente investigación tiene como tópico central la aplicación de la metodología *Lean Manufacturing Systems* (en adelante LMS) para el análisis del proceso de costeo de productos (*Product Costing*) de la compañía 3M de Costa Rica, resulta pertinente exponer con claridad los ejes conceptuales del proyecto, de manera que esto facilite y apoye la comprensión, lectura y análisis del contenido. Para ello, a continuación, se aclaran los conceptos y nociones básicas que se desarrollan y aplican más adelante al caso real de negocio en estudio.

La metodología LMS, tal y como se ha mencionado anteriormente, es muy amplia y rica conceptualmente, pero también se caracteriza por ser sumamente versátil. De esta versatilidad, es que surge una muy extensa gama de interpretaciones y aplicaciones en el ámbito industrial. Esto, aunado al hecho de que la investigación se desarrolla en una corporación global con una marcada cultura organizacional de corte estadounidense, da origen a un universo conceptual moderno que es necesario explicar y contextualizar de manera clara, ya que serán los cimientos de la investigación.

Primeramente, es crucial comprender en qué consiste la metodología *Lean Manufacturing Systems*. Según exponen Arrieta, Botero, Martínez, y Jimena (2010), LMS:

...busca, además de reducir los “desperdicios” –definidos como aquellos procesos o actividades que no agregan valor al producto (Imai, 1986)–, evaluar y mejorar diferentes indicadores de gestión, tales como el tiempo de entrega, la rotación del inventario, la calidad de los productos, los volúmenes de inventario, la capacidad de los equipos, los costos directos e indirectos de producción, el cumplimiento de pedidos y

programas de producción, la participación del personal en los procesos de mejoramiento, el tiempo de desarrollo del producto y los tiempos de espera, entre otros.

El ámbito de aplicabilidad de la metodología LMS no se reduce únicamente a procesos de manufactura y transformación de materias primas, sino que se aplica también en procesos con insumos intangibles, como los servicios, ya que su objetivo principal es la eliminación del desperdicio y la ineficiencia, los cuales son enemigos latentes de los procesos modernos de información en las compañías globales, como 3M. De manera que LMS, tal y como indican Carreras y García (2010) *“Los pilares del Lean Manufacturing son: la filosofía de la mejora continua, el control total de la calidad y la eliminación del despilfarro mediante el aprovechamiento de todo el potencial a lo largo de la cadena de valor [...]”* (p. 1)

Lean Manufacturing Systems es una metodología moderna utilizada en compañías de vanguardia que invierten para gestionar sus procesos y buscar la máxima eficiencia, una metodología común en las corporaciones que lideran el orbe en lo que a innovación respecta. Garay, Cicedo y Cadavid (2009) describen LMS como *“[...] una filosofía de producción que no sólo busca erradicar el desperdicio. Esta búsqueda se realiza desafiando muchos de los prejuicios heredados de las tradiciones de la producción en masa.”* (p. 109)

En resumen:

La palabra “lean” en inglés significa “magra”, es decir, sin grasa. En español no combina mucho la definición de “manufactura magra”, por lo que se le ha llamado: Manufactura Esbelta o Manufactura Ágil, pero al igual que muchos otros términos en inglés, se prefiere dejarlo así.

Es un conjunto de técnicas desarrolladas por la Compañía Toyota que sirven para mejorar y optimizar los procesos operativos de cualquier compañía industrial, independientemente de su tamaño. El objetivo es minimizar el desperdicio. (Padilla, 2010)

Cuando se hace referencia a desperdicio, el concepto puede ser interpretado de múltiples maneras, según el tipo de proceso que se esté analizando. Un desperdicio, según el Diccionario de la Real Academia Española (2018), es residuo de lo que no se puede o no es fácil aprovechar o se deja de utilizar por descuido.

Sin embargo, la metodología LMS define sus propios tipos de desperdicio, los cuales explica Correa (2007) a continuación:

1. Sobreproducción. - Hacer más de lo que el cliente ha solicitado. 2. Inventario. - Más producto a la mano del que el cliente necesita. 3. Transportación. - Mover el producto más de lo que es necesario. 4. Espera. - Cualquier momento en el que el valor no puede ser agregado por causa del retraso. 5. Movimiento. - Cualquier movimiento extra del operador cuando él o ella está realizando una secuencia de trabajo. 6. Sobre procesamiento. - Hacer más cosas al producto de las que el cliente pidió. 7. Corrección. - Cualquier cosa no “hecha bien a la primera” que requiera reproceso o inspección. (p. 88)

También Ohno (citado en Garay, Cicedo y Cadavid, 2009) ha identificado estos siete tipos de desperdicio, y hace hincapié en algunas de las consecuencias de experimentarlos en una determinada compañía y/o proceso. Como, por ejemplo, la pérdida de tiempo cuando hay funcionarios esperando de firma inactiva a que se complete una fase del proceso para poder iniciar su labor, o usar una herramienta. El

costo del tiempo invertido (innecesariamente) en agregar atributos a un producto o servicio cuando el cliente no lo nota, porque no lo ordenó así y el costo altísimo de mantener inventarios ociosos que generan gastos en almacenaje y caducidad.

De igual manera, todo movimiento innecesario indica Ohno (citado en Garay, Cicedo y Cadavid, 2009) genera desorden e induce al error en procesos de información o a accidentes en procesos de manufactura.

Y teniendo claro de que eliminar el desperdicio es el objetivo medular de LMS, hay que comprender también que LMS y *Six Sigma* son metodologías coexistentes, juntas forman la combinación óptima que ha llevado a muchas empresas a la consecución de la eficiencia y la calidad máxima. Terrés-Speziale (2007) caracteriza a *Six Sigma* de la siguiente manera:

La metodología que se denomina SIX SIGMA proporciona técnicas y herramientas para medir y mejorar la calidad de los resultados, al reducir defectos en los procesos industriales hasta lograr un nivel de 3,4 o menos defectos por millón (DPM), logrando una calidad de 99,9997%, por lo que también se ha dicho que alcanzar el nivel SIX SIGMA equivale a alcanzar un nivel de cero errores. (pp. 29-30)

Por otra parte, Lowenthal (2003) describe lo siguiente acerca de la metodología *Six Sigma*:

Seis Sigma utiliza una medida comúnmente conocida como TDU (Defectos Totales por Unidad), la suma de todas las partes defectuosas por millón de unidades son todos los pasos claves del proceso. Al reducir el total de defectos por unidad a un nivel estadístico insignificantes, una compañía puede fabricar productos que satisfagan las

necesidades del cliente con más fiabilidad. El resultado no es solo satisfacer a los clientes, sino también reducir los costes en general. (p.38)

La relevancia de esta combinación de metodologías en el mundo real de negocios radica en que conseguir la máxima eficiencia no es un fenómeno aislado, sino que debe ir siempre acompañado de ostentar niveles de calidad impecables, de lo contrario, no agregaría valor al negocio. Cariño (2002) brinda una simple explicación a esto, donde expresa que *“La filosofía detrás de Seis Sigma es que se midan los defectos de un proceso, llevar a cabo su eliminación sistemática y llegar tan cerca como sea posible a la perfección.”* (p. 164)

La mejora continua es el estandarte de LMS y *Six Sigma*, es su razón de ser. Valadez (2005) expone sus ideas acerca del concepto de mejora continua, y menciona que:

La mejora continua es lo que nos permite sobrevivir en el mercado. Algunas veces se piensa que se ha llegado a un nivel que no permite mejorar...En general las cosas nunca permanecen igual, o se mejoran o empeoran. La mejora continua se tiene que dar comparando el desempeño de la propia organización en el transcurso del tiempo y luego compararse con los competidores. En un sentido estricto, la comparación de la evolución que hemos tenido a través del tiempo proporciona una valiosa ayuda y constituye la piedra angular de la mejora... (p. 20)

De igual forma, Harrington (citado en Suárez-Barraza y Ramis-Pujol, (2008) expone que la mejora continua es *“Una metodología sistemática desarrollada para*

ayudar a una organización a tener avances significativos en la manera que operan sus procesos”. (p. 75)

El grupo investigador considera que la mejora continua no es lujo, no es opcional si se compete en un escenario de negocio voraz como el actual, es un imperativo absoluto para liderar el mercado, para adaptarse al cambio y, sobre todo, para satisfacer a la mayor fuerza del mercado: el consumidor o cliente y sus gustos y preferencias cambiantes.

La NTP-ISO 9000:2001 Sistemas de gestión de la calidad - Fundamentos y Vocabulario (citado en García, Quispe y Ráez, 2014) define la mejora continua como *“...actividad recurrente para aumentar la capacidad para cumplir los requisitos”* siendo *los requisitos la necesidad o expectativa establecida, generalmente implícita u obligatoria*” (p. 92)

En 3M, donde se desarrolla esta investigación, la mejora continua es un requisito ineludible en todo proceso. No obstante, es importante recalcar que la misma se aplica y se exige a todo proceso en la compañía. Ahora bien, ahondando en un concepto elemental en esta investigación, es de suprema relevancia dejar en claro que, según el Diccionario de la Real Academia Española, un proceso se define como el *“Conjunto de las fases sucesivas de un fenómeno natural o de una operación artificial”*

Según la NTP-ISO 9000:2001 Sistemas de gestión de la calidad - Fundamentos y Vocabulario (citado en García, Quispe y Ráez, 2014) un proceso es *“conjunto de actividades mutuamente relacionadas o que interactúan, las cuales transforman elementos de entrada en resultados”* (p. 91)

De igual manera todo proceso cuenta con un elemento crucial: los *Stakeholders* (los interesados del proyecto). Freeman (1984, citado González, 2010) indica que el concepto de *Stakeholder* “suele entenderse por cualquier persona o grupo que tiene interés, derecho, reivindicación o propiedad en una organización” (p.57).

Ya comprendido el concepto de proceso es vital entender el rol clave de los indicadores en ellos y el proceso en estudio en esta investigación no es la excepción, los indicadores marcan la pauta y el camino por seguir, son la guía esencial estableciendo el criterio de éxito, determinando el estado actual y el estado ideal deseado en términos de rendimiento.

Los indicadores “son medios de verificación y de medición respecto de una materia”. (Riera, 2011. Párr 1)

Los indicadores encierran lo siguiente:

“Los indicadores son, sustancialmente, información utilizada para dar seguimiento y ajustar las acciones que un sistema, subsistema, o proceso, emprende para alcanzar el cumplimiento de su misión, objetivos y metas. Un indicador como unidad de medida permite el monitoreo y evaluación de las variables clave de un sistema organizacional, mediante su comparación, en el tiempo, con referentes externos e internos.” (Otto Valle y Otto Rivera, 2008)

No obstante, un indicador no tendría validez por sí solo, sino fuera, porque existe un *target* (en español, meta deseada o rendimiento esperado). El *target* se constituye

como la razón de ser de los indicadores, el *target* antecede al indicador. Sin una meta deseada, no existiría manera ni razón objetiva para medir el rendimiento.

García (2007) indica que el target es “el punto de partida de los diferentes pasos que se deben ir dando en la planificación, hacia donde se dirige el proyecto o investigación” (p.41).

Por otra parte, el Diccionario de Negocios de la Universidad de Cambridge (2011) establece además que el *target* se refiere a un resultado, nivel o situación que una organización o grupo quiere o planea alcanzar.

El punto de partida es también un concepto referido comúnmente en la jerga corporativa del presente proyecto como *project baseline*, mismo que según Mayorga (2017) “...hace referencia a la situación actual, al estado inicial sobre el cual se quiere implementar un proyecto de mejora. Es el punto de partida del proyecto, expresado en indicadores clave de rendimiento y un cuadro resumen llamado *Project Charter*”.

En el proceso de costeos de 3M, se utilizan indicadores de rendimiento, dos de los más importantes indicadores son: el *Completion Rate* y el tiempo de ciclo. Para su comprensión cabal, los mismos son explicados por Carlos Mayorga (Ingeniero Analista de Procesos de 3M Costa Rica, especialista en el proceso de costeos) por medio de una entrevista (Apéndice 1).

El *Completion Rate* (en español, tasa de finalización o porcentaje de completitud) señala (Mayorga, C. 2017) “Se define como un indicador clave de rendimiento, que indica el porcentaje de solicitudes de costeo que fueron completadas, sobre el total recibido en 24 horas”.

Por su parte, el tiempo de ciclo (conocido en inglés como Cycle Time) lo describen Wheat, Mills y Carnel (2004) como un “Indicador dentro de una cadena de suministro que mide el tiempo que transcurre desde que un cliente realiza un pedido hasta que recibe el producto” (p. 7) Como la cadena del proceso en estudio no es de suministro sino de valor, el concepto puede interpretarse como el tiempo transcurrido desde que el costeo de un producto es solicitado, hasta el momento en que es completado. En este proceso el entregable es intangible, es información financiera, no un producto físico.

El grupo investigador considera importante comprender que la interpretación de los indicadores depende y varía según las particularidades del proceso en el cual se utilicen; su definición no es una verdad absoluta sino un concepto versátil que se adapta al interés de cada compañía y proceso. Los anteriores son los dos indicadores de rendimiento principales del proceso de costeos de 3M en Costa Rica.

El proceso de costeos es ejecutado en la compañía 3M para asignar un costo monetario de producción a cada material o producto fabricado y comercializado por la empresa. El proceso de costeo es un proceso de altísima complejidad y de inherente multidisciplinariedad. Este proceso es ejecutado por el equipo de costeos del centro de servicios globales en Costa Rica, con la colaboración fundamental de los ingenieros de manufactura especialistas de producto, o bien, de un grupo específico o división de negocio.

Según lo observado por el grupo investigador, el proceso de costeo abarca desde que se recibe una solicitud de costeo. El SKU es creado en un sistema *Legacy* llamado *GGSM* y finalmente es firmada la solicitud. El proceso concluye cuando el analista de costeo firma esta misma haciendo constar que ya el *SKU* existe y ha migrado a todos los

sistemas e interfaces de información de 3M y sus clientes y el mismo ya tiene un costo asignado en *PeopleSoft*, la base de datos financieros y contables de la organización. Una vez que el proceso de costeo concluye, los productos pueden ser vendidos en el mercado, facturados, por lo que se pueden realizar transacciones en los sistemas, una vez asignado un código para cada producto.

El concepto de *SKU* es un concepto muy común en el día a día de la compañía 3M, donde se desarrolla esta investigación y, además, es componente sustancial del proceso en estudio.

Tejero (2007) indica que es el acrónimo de “*Stock Keeping Unit, en español unidad de registro*” (p. 107).

Por otra parte, el término SKU se interpreta de la siguiente forma:

Código de identificación (puede ser un número o una cadena alfanumérica) que define un ítem a los efectos de un inventario. Un identificador más detallado se denomina número de serie o código de identificación único. A veces se asocia con lo que se usa para identificar un ítem, pero el SKU tiene como propósito principal registrar el ítem para almacenarlo en una localización concreta. (Sastre, 2009)

Como se menciona anteriormente, el fin último del proceso en estudio es asignar un costo financiero a cada SKU. A este monto pecuniario se le denomina *Static Cost* (costo estático, en español).

Según Al Erickson (2017), financiero especialista de costeo de productos de 3M, en la entrevista realizada el costo estático es:

Se define como el costo estático de un producto o material manufacturado por la empresa 3M. Es un valor nominal expresado en la moneda oficial de la empresa, el dólar americano sobre el cual se calcula el margen de utilidad a obtener en cada venta de determinado artículo. Por razones de confidencialidad no puede revelarse la manera de calcular el costo, sin embargo, este se compone de elementos fijo y variables y es calculado únicamente por el ingeniero especialista de producto y de área de negocio. (Erickson, A. 2017) (Apéndice 2)

Además, según Nguyen (2017), ingeniero especialista de producto de 3M, el costo estático se calcula y expresa de manera unitaria, es decir, sin importar si el producto se vende en paquetes, kits o unidades múltiples, el costo se expresa en la unidad más pequeña posible de fabricar para 3M. (Apéndice 2)

El proceso de costeo de productos de 3M y sus indicadores se monitorean para seguir la tendencia de comportamiento de los datos y plantear planes de acción, ya sean preventivos o correctivos, según la situación de negocio.

Según Valle y Rivera (2008) los sistemas de monitoreo son:

“Herramientas para el seguimiento o monitoreo como un ejercicio destinado a identificar de manera sistemática la calidad del desempeño de un sistema, subsistema o proceso a efecto de introducir los ajustes o cambios pertinentes y oportunos para el logro de sus resultados y efectos en el entorno. Así, el monitoreo permite analizar el avance y proponer acciones a tomar para lograr los objetivos; Identificar los éxitos o fracasos reales o potenciales lo antes posible y hacer ajustes oportunos a la

ejecución. Con un extendido consenso sobre la finalidad del monitoreo, como se define en el párrafo anterior, en la actualidad existen dos tendencias sobre el significado y el alcance de los sistemas de seguimiento o monitoreo. Una tendencia enfatiza la coincidencia entre lo planificado y lo ocurrido. La otra en el conocimiento que se deriva de las acciones de seguimiento. (p.2)

Al igual que las herramientas de seguimiento, monitoreo y control existen otras que cumplen roles vitales en el proceso de costos de 3M, a saber: Lotus, Legacy System (GGSM), SAP, Value Stream Mapping (VSM), Ishikawa, Pareto y PDCA.” (Valle, Rivera, 2008)

Quando se habla de *Legacy System* o *GGSM* se hace referencia a un sistema antiguo o heredado, utilizado en la empresa 3M para la creación, administración y mantenimiento de los SKU de forma virtual.

Bianchiotti (2014) indica que los “*sistemas heredados antiguos que son un software vital para la empresa pero que no se sabe qué hacer con ellos*” (p. 1). Una muestra clara de que funcionan, pero con falencias que podrían resolverse migrando a sistemas más modernos. Lo cual es la tónica de las corporaciones globales modernas en los últimos tiempos.

Por su parte, según IBM (2017), en su página oficial, “Lotus es el ejemplo de moderna conexión al email corporativo. Una herramienta de integra mensajería, aplicaciones de negocio y colaboración social en un espacio de trabajo fácil de utilizar”.

Sin embargo, tanto *Lotus* como los sistemas *Legacy* están cercanos a ser reemplazados por sistemas más eficientes que respondan de manera expedita y en tiempo real a las necesidades de los consumidores y clientes, en línea con las expectativas de servicio de la empresa. Su mayor amenaza y sustituto acechante es SAP.

El MIT (Massachusetts Institute of Technology) define SAP de la siguiente forma:

SAP es el acrónimo del término en inglés System Applications and Products (Aplicaciones y Productos del Sistema). Es el nombre del software administrativo y de la empresa que lo desarrolló.

Según lo establece el Instituto de Tecnología de Massachusetts (MIT) (2001), SAP se compone de módulos que realizan varias tareas del sistema organizativo de una empresa.

SAP, GGSM y Lotus son herramientas informáticas o software de apoyo para la gestión del negocio y la operación diaria. Mientras que *Value Stream Mapping* (VSM), Ishikawa, Pareto y PDCA son herramientas parte del catálogo de la metodología LMS, para la gestión de procesos y la mejora continua.

El *Value Stream Mapping* según King (2015) "...es un diagrama de flujo de un proceso que muestra cada paso de la producción de un bien o material, así como también las materias primas utilizadas en cada paso y la relación entre un paso y otro". (p. 13)

Por su parte, el diagrama de Ishikawa es una herramienta útil en investigaciones para mejora de procesos. Su creador, Ishikawa (1997), explica la herramienta:

“...el efecto aparece a la derecha. El efecto y al mismo tiempo la meta del sistema es alcanzar las características de calidad. Las palabras que aparecen en los extremos de las ramas son causas ... El diagrama anterior muestra la relación entre las características y los factores causales, por lo cual lo he denominado diagrama de causa y efecto.” (p. 76-77)

Posteriormente, Kume (2002) resume el término a “Diagrama que muestra la relación entre una característica de calidad y los factores” (p. 28)

Adicionalmente Fukiu et al. (2003) explican el diagrama como, “Este diagrama es una figura compuesta de líneas y símbolos diseñados para representar la relación entre un efecto y una causa... Es una herramienta muy efectiva para analizar las causas de un problema...” (p.57)

El análisis de Pareto, comúnmente utilizado en conjunto con el diagrama de causa y efecto explicado anteriormente, según la organización *50minutos.es*, el concepto hace referencia a un *“principio de mejora continua que indica que el 80% de los efectos son el producto del 20% de las causas”*. (p. 3) (50Minutos.es, 2016)

Mientras tanto el PDCA, según García, Quispe & Ráez (2014):

El principio de enfoque a la calidad y gestión de los procesos plantea el ciclo de mejora continua PDCA o PHVA que significa "Planificar-Hacer-Verificar-Actuar" desarrollado por W. Shewarth (1920) y conocido gracias a W. Edwards Deming por su difusión, es por ese motivo que es conocido como el Ciclo Deming. Un sistema de gestión de la calidad está compuesto por todos los procesos que se interrelacionan entre sí. Estos procesos del sistema de gestión de la calidad comprenden a procesos que directa

e indirectamente están presentes en la organización y su debido monitoreo en fases desde la planeación hasta la ejecución (p.92)

De la misma forma, se utiliza el método estadístico de regresión lineal simple, el cual es una herramienta que toma en cuenta dos variables, una dependiente, que se encuentra fuera del control del experimento y una variable independiente, que no puede definirse como aleatoria, ya que está bajo el control de la investigación. (Vargas, 1995)

Este método se utiliza para realizar proyecciones, mediante la relación de las variables y demostrar en qué medida cambia la variable dependiente cuando la variable independiente es modificada. En la investigación esto será aplicado para reconocer la cantidad de solicitudes pendientes se tendrá en los meses posteriores, basado en datos históricos.

Toda esta colección de herramientas mencionadas previamente compone el catálogo de LMS por utilizar en esta investigación. Un grupo de herramientas propias de un proyecto de investigación de categoría “*Green Belt*”, como el presente, cuyo principal objetivo es alcanzar el *Business Process Entitlement* (situación ideal de negocio).

Explica Snow (2017) en una entrevista realizada que el concepto de Cinturón Verde o *Green Belt* hace referencia a la categoría de un proyecto ejecutado por un experto en la implementación Lean Manufacturing Systems que conoce las herramientas *Six Sigma* y las utiliza para generar e identificar oportunidades de mejora en la organización. Además, un proyecto de categoría *Green Belt* se caracteriza por perseguir objetivos claves como la reducción del costo, la búsqueda de la máxima eficiencia y la calidad sostenida usando las mejores prácticas LMS. En resumen, un *Green Belt* es un

proyecto de alto impacto pero de mediana o corta duración, que busca el *entitlement*, que consiste según Cyger en su sitio web ISixSigma, en mejorar el desempeño a corto plazo de una variable de salida cuando las variables de entrada se ejecutan de manera restringida. (Cyger, 2015)

IV. MARCO METODOLÓGICO

Este apartado de la investigación aborda el tema en estudio desde una perspectiva metodológica, con el fin de dejar en claro al lector a qué tipo de investigación se adentra, sus características, formas de recolección de datos, técnicas e instrumentos implementados, el diseño, las fuentes y sujetos. Esto con el fin primordial de que el lector comprenda a cabalidad que la naturaleza de las variables en analizadas determina y moldea la investigación en curso. Además, como eje principal del proyecto es fundamental conocer cuáles son los sujetos de la investigación y la población o muestra de donde se extraen los datos.

4.1 Tipo de investigación

Según Tamayo (2004), la investigación descriptiva abarca diferentes aspectos. En principio, como su nombre lo indica, la descripción es uno de estos. El registro, análisis y la interpretación de los procesos existentes, así como su estructura, también forman parte de esta investigación. La diferencia está en el análisis que se hace acerca de cómo funcionan los procesos en la actualidad.

El tipo de investigación que será desarrollada es descriptivo, ya que, en principio, se detallará a fondo el proceso de "*Product Costing*" para analizar cada una de las etapas que lo conforman. De igual forma serán identificados puntualmente las incidencias que producen una variación en el indicador de tiempo de ciclo. Finalmente, se hará una revisión del proceso y sus herramientas de monitoreo para lograr diagnosticar en qué se está fallando.

4.2 Sujetos y fuentes de información

4.2.1 Sujetos de investigación

Este estudio se centra el comportamiento del indicador de tiempo de ciclo del proceso de costeo de productos de la empresa 3M en el periodo de enero 2016 y enero 2017. La muestra se extrae del resultado del indicador obtenido de las solicitudes de costeo recibidas entre enero 2016 y enero 2017.

4.2.2 Fuentes de investigación

- Como fuente primaria se realizan entrevistas a diferentes profesionales, Carlos Mayorga, Ingeniero especialista de Gestión y Mejora de Procesos, Charlie Snow, Ingeniero especialista “*Black Belt*” (cinturón negro) y “*Champion*” (dueño del proceso y el que controla los recursos que se puedan asignar para la resolución y ejecución de un proyecto) del proyecto de mejora, Carlos Arrieché y José Santos, asesores “*Black Belt*”, Huy Nguyen, Ingeniero especialista de Manufactura y desarrollo de productos. Todas estas entrevistas son realizadas para tener una visión lo más completa posible, tanto de la metodología “*Lean Manufacturing*”, como para también comprender el proceso de “*Product Costing*” de la empresa 3M. Adicionalmente, se tiene acceso directo a la observación del proceso de “*Product Costing*” para todo el análisis de la investigación.

- Acerca de las fuentes secundarias, se acudirá a la documentación para fundamentar la utilización de las herramientas pertenecientes al “*Lean Manufacturing System*”, tales como Pareto, diagrama de Ishikawa y PDCA.

Adicionalmente, se hará énfasis en el respaldo teórico de la metodología “*Lean Manufacturing System*” y demás conceptos necesarios dentro de la investigación.

4.3 Variables

4.3.1 Definición de variables

Cuadro 1. Definición de Variables.

Objetivo Específico	Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Instrumentación
<p>Describir las etapas conformantes del proceso de costeo de productos de la empresa 3M y sus indicadores clave.</p>	<p>Etapas del proceso de costeo de productos.</p>	<p>Fase en el desarrollo de una acción u obra.</p> <p>Conjunto de fases sucesivas de un fenómeno o hecho complejo.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Tiempo de entrega: Tiempo transcurrido en días desde que se recibe una solicitud de costeo hasta la entrega del producto costeado al cliente al final de la cadena de suministro. • Tiempo de proceso: Tiempo en minutos que considera la revisión y procesamiento de la 	<ul style="list-style-type: none"> • Mapa del proceso de costeo de productos (Value Stream Mapping). • Entrevista realizada a especialista Carlos Mayorga-Ingeniero Especialista de Gestión y Mejora de Procesos.

Objetivo Específico	Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Instrumentación
			solicitud, costeo y la firma final, de cada una de forma individual.	
Identificar las principales causas y efectos que provocan el aumento del indicador de tiempo de ciclo del proceso de costeo de productos de 3M por sobre la meta de 24hr.	Causas y efectos del aumento del indicador de tiempo de ciclo.	<p>Causa: Aquello que se considera como fundamento u origen de algo.</p> <p>Efecto: Aquello que sigue por virtud de una causa.</p>	<p>Se considera como causa las situaciones que dan origen y promueven un aumento del indicador, es decir cualquier agente o acción que retrase el proceso de costeo, a una duración mayor al tiempo esperado de 24 horas (Tiempo de ciclo).</p> <p>Se tomará en cuenta como efecto cualquier pérdida o desperdicio traducido en tiempo</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Mapa del proceso de costeo de productos. • Entrevistas realizadas a los especialistas. • Solicitudes de costeo de productos entre enero 2016 y enero 2017. • Diagrama de Ishikawa

Objetivo Específico	Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Instrumentación
			de mano de obra, producción, dinero o eficiencia logística resultante del tiempo de proceso mayor a 24 horas.	
Examinar el estado actual de las herramientas para el monitoreo del indicador de tiempo de ciclo del costeo de productos de la empresa 3M.	Herramientas de monitoreo del indicador de tiempo de ciclo.	Herramienta de monitoreo: Sistema capaz de recolectar datos históricos y mostrar resultados y tendencias.	Sistema capaz de recolectar datos históricos de las solicitudes de costeo y mostrar resultados y tendencias que demuestren el cumplimiento o no de la meta de 24 horas del indicador de tiempo de ciclo en una base de tiempo determinada.	<ul style="list-style-type: none"> • Entrevistas a especialistas. • Solicitudes de costeo de productos de enero 2016 y enero 2017. • Herramienta de monitoreo del indicador de tiempo de ciclo.

Objetivo Específico	Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Instrumentación
<p>Cuantificar los beneficios de la propuesta de mejora en el indicador de tiempo de ciclo del proceso de Product Costing de la empresa 3M.</p>	<p>El aumento en la productividad, eficiencia y ahorro del proceso.</p>	<p>Productividad: Resultado de la relación existente entre el valor de la producción obtenida, medida en unidades físicas o de tiempo asignado a esa producción y la influencia que haya tenido los costes empleados.</p> <p>Eficiencia: Utilizar los medios disponibles de manera racional para llegar a una meta.</p> <p>Ahorro:</p>	<p>Una mejora en el tiempo de ciclo del 50%.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Solicitudes de costeo recibidas entre enero 2016 y enero 2017. • Entrevistas a especialistas.

Objetivo Específico	Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Instrumentación
		El gastar menos recursos de los proyectados para aumentar el margen de rentabilidad.		

Fuente: Elaboración propia

4.4 Descripción, Confiabilidad y Validez de Instrumentos.

En el siguiente apartado se detallarán los instrumentos por utilizar para la recolección de la información necesaria para la investigación, por tratarse de una investigación de índole mixto se manejarán distintos instrumentos, los cuales se nombran a continuación:

4.4.1 Entrevistas

Las entrevistas serán dirigidas por medio de un cuestionario enfocado en la obtención de información sobre el proceso, principales retos para alcanzar la meta deseada para el tiempo de ciclo y sugerencias para poder diagnosticar causas y efectos del aumento del indicador.

Se realizarán a expertos en el campo de diseño de procesos y administración de proyectos, seguidamente se mencionan los profesionales:

- Charlie Snow, Ingeniero especialista Black Belt y asesor “Champion” del proyecto de mejora.
- Carlos Arrieche y José Santos asesores Black Belt.
- Huy Nguyen, Ingeniero Especialista de Manufactura y Desarrollo de Productos.

Las entrevistas son una fuente vital para guiar la investigación por medio de asesoría profesional y entender cuáles son los mejores métodos para alcanzar una posible mejora del indicador.

4.4.2 Observación

Se pretende observar al equipo de trabajo encargado del proceso de costeo de productos de la empresa 3M en su práctica diaria del proceso. Esta observación facilitará el entendimiento sobre las etapas del proceso y asimismo ayudará a identificar posibles desperdicios y problemáticas que se presenten durante la ejecución del costeo de productos.

4.4.3 Discusiones abiertas

Las discusiones abiertas se llevarían a cabo con los especialistas y partes involucradas del proceso. Por medio de estas, busca integrarse opiniones además de formular posibles planes de mejora en conjunto.

4.5 Enfoque de la Investigación

La presente investigación se clasifica dentro del enfoque mixto, el cual, se caracteriza porque:

[...] consisten en la integración sistemática de los métodos cuantitativo y cualitativo en un solo estudio, para obtener una “fotografía” más completa del fenómeno. Pueden ser conjuntados de tal manera que las aproximaciones cuantitativa y cualitativa conserven sus estructuras y procedimientos originales o (“forma pura de los métodos mixtos”), alternativamente, estos métodos pueden ser adaptados, alterados o sintetizados para efectuar la investigación y lidiar con los costos del estudio (“forma modificada de los métodos mixtos”). (Chen, 2006, citado por Sampieri, 2010).

El presente análisis se realiza bajo el concepto de la forma pura-del enfoque mixto de investigación, esto quiere decir que, aunque es un estudio multimetódico, se caracteriza por su preponderancia cuantitativa. (Sampieri y Mendoza, 2008).

De manera que se hace uso de ambos enfoques, no obstante, uno de ellos sirve como auxiliar o apoyo y el otro predomina en el análisis. La investigación del proceso de costeos de la empresa 3M, entonces, se aborda desde una perspectiva mixta inclinada “CUAN- cuali”, como lo llaman Sampieri y Mendoza (2008), donde lo cuantitativo funge como el eje central de la investigación y la recuperación de datos, pero el componente cualitativo asiste en la interpretación de lo numérico y estadístico y en la realización de inferencias para facilitar el entendimiento del fenómeno en estudio.

De igual manera, el enfoque mixto de esta investigación se encuentra estrechamente ligado a sus atributos de medición de fenómenos, utilización de estadísticas, el empleo de la experimentación y los análisis de causa y efecto (propios del enfoque cuantitativo) en sinergia con la riqueza de interpretación y la contextualización del fenómeno (propios del enfoque cualitativo).

4.5.1 Enfoque mixto desde el planteamiento del problema:

El problema de investigación, como se explicó previamente en el apartado de planteamiento del problema, radica en que el indicador de tiempo de ciclo del costeo de productos de la empresa 3M se ha incrementado en un 300% con respecto a la meta deseada de 24 horas, esto en el periodo comprendido entre enero de 2016 y enero del 2017.

Esto lleva a un enfoque mixto, partiendo de que la situación actual del indicador que sufre un incremento, por lo tanto, es sólo un resultado, meramente cuantitativo, sin embargo, este necesita converger con descubrimientos cualitativos que ayuden a explicar este fenómeno y diseñar una propuesta de valor que lo resuelva.

4.5.2 Enfoque mixto desde la revisión de la literatura y la recolección de datos:

El enfoque mixto de la presente investigación también se nota en la recolección de datos, mismos que se recaudaron para la medición numérica y el análisis estadístico, esto con el fin de establecer patrones de comportamiento. Esto se ve reflejado en la investigación mediante el seguimiento y análisis de datos estadísticos relativos al comportamiento de un indicador de desempeño, el tiempo de ciclo. Se analizaron cifras históricas con el fin de entender tendencias y generar planes de acción. Aunado a esto, desde el lado cualitativo se recopila información para descubrir preguntas de investigación que lleven a refinar el proceso interpretativo de lo numérico.

También, en el desarrollo del análisis del proceso de costeos se utilizaron herramientas de análisis causa-efecto, como el diagrama de Ishikawa y métodos de análisis estadísticos como Pareto, ambos propios del enfoque mixto.

Las herramientas anteriores fueron apoyadas por la recolección de datos cualitativos claves, mediante métodos y herramientas como cuestionarios, discusiones abiertas, observación y entrevistas, que ayudaron a fundamentar, siempre a partir del análisis base numérico y estadístico del indicador de tiempo de ciclo, procesos inductivos de conocimiento, para explorar los resultados, describirlos y luego generar perspectivas.

Aunque la recolección de datos sea mayoritariamente cuantitativa en esta investigación, porque es inherente a la naturaleza del análisis de un indicador como el tiempo de ciclo, acopiar información de índole cualitativa es auxiliar, ya que hace que la realidad numérica tome sentido en el análisis mediante la convergencia de la realidad de los participantes en el proceso y la de los investigadores.

Además, sin el componente cualitativo, el hecho de analizar el comportamiento del indicador de tiempo de ciclo no resultaría trascendental, ya que se necesita de la interpretación y la indagación cualitativa para generalizar de manera probabilística los resultados y poder ampliar la propuesta de valor a poblaciones de estudio mayores.

En resumen, la investigación y análisis del proceso de costeos de la empresa 3M se realiza desde un enfoque mixto, el cual resulta crucial para enriquecer el proceso investigativo y aprovechar las bondades y la sinergia entre ambos enfoques, en busca de la generación de una propuesta de valor con argumentos estadísticos sólidos que se

apoyen en una interpretación certera, integral y holística del proceso que derive en la mejora continua.

4.6 Diseño del estudio

La presente investigación responde a un diseño de estudio observacional, debido a las siguientes razones:

Primeramente, es mediante la observación intensiva del equipo investigador que se efectúa el análisis del proceso de costeos de la empresa 3M. Los autores del presente estudio, al decidir emprender la investigación, pasan de ser testigos ordinarios y ejecutores del proceso de costeos a ser observadores de primera mano, lo que permite un análisis cercano y profundo y una observación crítica, capaz de obtener percepciones causales, a partir del curso del proceso y sus indicadores diariamente. Esto se alinea con el diseño de investigación observacional, tal como lo indica la Junta de Comunidades de Castilla – La Mancha. (2017), cuando explica que este tipo de estudio se realiza recolectando información a partir de la observación y comprobación de los hechos en su estado espontáneo, sin manipulación de por medio.

Asimismo, el estudio del proceso de costeos de 3M persigue la comprobación de un fenómeno con el que el equipo investigador convive, un fenómeno a la vista, que es observado para mapearlo, identificar desperdicios, causas, efectos y tendencias de comportamiento de los indicadores de rendimiento. Todo esto con el propósito primordial que, según la Junta de Comunidades de Castilla – La Mancha. (2017), es inherente al diseño observacional: recolectar datos y diseñar un diagnóstico que será insumo vital para la generar una propuesta de mejora del proceso.

El punto de vista anterior, que define como observacional este estudio, se refuerza de acuerdo con la Junta de Comunidades de Castilla – La Mancha. (2017), que expone que el carácter observacional de la investigación radica en que el investigador considera los fenómenos tal como se presentan, sin actuar ni interferir de manera alguna sobre ellos, lo cual se distingue diametralmente de su opuesta, la investigación experimental, ya que en esta última se requiere de cambios inducidos, variaciones provocadas de forma meramente intencional por el grupo investigador en busca de que estas alteraciones al estándar, a las condiciones normales, la costumbre y el estatus quo del fenómeno o el proceso en observación son las que arrojan la información y diagnóstico experimental.

En esta investigación, el objeto susceptible de observación es, como un todo complejo, el proceso de costeos de 3M, desde la perspectiva de la mejora continua que provee *Lean Manufacturing Systems (LMS)* como metodología. Sin embargo, resulta pertinente aclarar que se profundiza y se concentra el esfuerzo de observacional en el indicador de tiempo de ciclo, cuya mejora (alcanzar que cada solicitud de costeo requiera menos de 24 horas para concluirse) se constituye como protagonista medular de todo el estudio.

La investigación del proceso de costeos de 3M sigue una serie de fases propias e inherentes al diseño de estudio observacional. Según Junta de Comunidades de Castilla – La Mancha. (2017), el método observacional se inicia formulando el problema, después de esto se realiza la recolección y registro de datos que permite llegar a la tercera etapa de análisis e interpretación de los datos observacionales y se culmina con la respectiva comunicación de los resultados. Todas estas fases mencionadas por la

Junta de Comunidades de Castilla – La Mancha. (2017), se cumplen en el análisis del proceso de costeos de 3M, que inicia con la observación del proceso para identificar el fenómeno de incumplimiento del indicador de tiempo de ciclo, prosigue con la exhaustiva compilación de datos que pasan-en una tercera etapa- a ser debidamente analizados e interpretados de la mano de LMS como metodología. Y es al finalizar las etapas ya mencionadas que el equipo pretende diseñar una propuesta de mejora para el proceso y el indicador de tiempo de ciclo, que haga posible la última fase, comunicar el resultado en todas sus aristas (financiera, contable, sobre la mano de obra y sobre los indicadores).

De igual manera, la naturaleza del proceso de costeos de 3M, como eje central del estudio, facilita la adaptación al diseño observacional, dado que posee lo que define la Junta de Comunidades de Castilla – La Mancha. (2017), como características observables, a saber: frecuencias, indicadores, intensidades (existen siempre que hay unidades de medida de por medio), duraciones, sujetos participantes y condiciones antecedentes y consecuentes. Todos estos son elementos propios de un estudio observacional están presentes en el costeo de 3M.

A manera de conclusión, resulta oportuno mencionar que la Junta de Comunidades de Castilla – La Mancha. (2017) destaca un atributo crucial que inclina al equipo investigador a definir el estudio en cuestión como observacional: es cuantificable. Estudiar el proceso de costeos de 3M, desde la perspectiva de LMS, busca un fin primordial: generar métricas, tendencias y comportamientos traducidos numéricamente en indicadores de rendimiento susceptibles de ser cuantificados.

4.7 Método de Investigación:

El análisis del proceso de costeo de productos de la empresa 3M para la mejora del indicador de tiempo de ciclo es una investigación que emplea el método analítico-sintético.

Lo anterior responde a que el problema de investigación se analizará examinando y descomponiendo minuciosamente un fenómeno: el comportamiento del indicador de tiempo de ciclo. Esto se aborda de manera analítica desde que se inicia estudiando el todo, se procede con revisiones parte por parte (conocido como la separación del todo) para comprender el funcionamiento y la dinámica del fenómeno, además de las relaciones intrínsecas entre las partes. Aunado a esto, el método sintético se conjuga con el analítico en esta investigación cuando a partir del análisis anterior, el método sintetiza el fenómeno para comprender las causas y efectos derivados de la dinámica, yendo de los principios a las conclusiones.

V. ANÁLISIS DE RESULTADOS Y APORTES

5.1 Describir las etapas conformantes del proceso de costeo de productos de la empresa 3M y sus indicadores clave.

5.1.1 Descripción del proceso de costeo de productos de 3M.

La razón fundamental para desarrollar la descripción del proceso en orden secuencial recae en la necesidad de identificar oportunidades de mejora. Para poder encontrar mejoras, resulta indispensable entender cómo se lleva a cabo el Proceso de Costeo de Productos en la empresa 3M y canalizar en un orden lógico, según las partes involucradas y subprocesos que se envuelven en el mismo. A continuación, se describe cada etapa que en conjunto componen el proceso en estudio.

5.1.1.1 Recepción y verificación de la información de la solicitud de costeo

Paso 1:

El equipo de Product Costing, en adelante PC, trabaja con el sistema de información Outlook para la recepción de solicitudes diarias de costeo. Existe una carpeta compartida para todos los miembros del equipo, donde se reciben todas las solicitudes para cada una de las divisiones de negocio. Estas solicitudes son enviadas por los interesados que van desde Analistas de Mercadeo y Planeación de Abastecimiento e Ingenieros de Manufactura. Esta solicitud está vinculada a otros sistemas que contienen la información del material que es requerida para completar el proceso.

Paso 2:

Se designa semanalmente una persona responsable de clasificar cada solicitud recibida según la división de negocio que corresponda. Por división de negocio entiéndase, existe dentro de 3M una separación por industria según el enfoque de los productos, serían los siguientes: Consumo Masivo, Industrial, Seguridad y Soluciones Comerciales, Cuidado de la Salud y Electricidad y Energía. Cada uno cuenta con una carpeta dentro de Outlook, el sistema de correo electrónico utilizado por 3M. El responsable constantemente durante el día de trabajo revisa la carpeta general, y procede con la clasificación de la solicitud. Este paso, como se menciona, es constante, puede realizarse en promedio ocho veces al día.

Paso 3:

Cada solicitud, contiene un vínculo o número de SKU, que permite consultar dentro de un sistema de información los detalles del material a costear. En este paso, se toma este número de SKU, que normalmente contiene 11 dígitos, y se introduce dentro del sistema de información respectivo. Cabe aclarar que cada división trabaja con sistemas de información distintos, y cada uno funciona como una base de datos que contiene lo requerido para completar la solicitud. Por esto, que es indispensable verificar que la data para el costeo se encuentre dentro de la ficha técnica del material, conocido como PPC (Product Packing Commercialization), que se consulta dentro del sistema de información. Si la ficha técnica está incompleta se continua con el paso 4, de lo contrario prosigue el paso 5.

Paso 4:

De estar incompleta la ficha técnica del material, es necesario notificar al interesado mediante una respuesta a la solicitud inicial. Dentro de esta respuesta se solicita la información faltante y la solicitud quedaría pendiente por completar.

Paso 5:

De estar completa la ficha técnica del material, se proceden a copiar e ingresar los datos del material dentro el sistema de Gestión de Inventario de 3M. Este paso se conoce como la creación del SKU.

Paso 6:

Una vez completada la solicitud, se notifica al interesado mediante una respuesta a solicitud inicial de Outlook, la respuesta indica que el SKU de interés ha sido completado y creado en el sistema de Gestión de Inventarios.

5.1.1.2 Asignación del costo al material

Paso 7:

Dentro de la ficha técnica existe una categoría general que clasifica al material como adquirido (3M compra el material a un proveedor) o manufacturado, dependiendo de esta condición, se determina si al material se le debe asignar un costo. De ser adquirido se continua con el paso 8, si es manufacturado prosigue el paso 9.

Paso 8:

Al tratarse de un material adquirido a través de un proveedor, el costo será el precio que contiene la orden de compra respectiva. El proceso de compra a proveedores

se realiza aparte del proceso en estudio. Por parte del equipo de PC, solo se realiza la creación de SKU en el Sistema de Gestión de Inventarios, luego de esto, se procede con la firma de la ficha técnica del material.

Paso 9:

El sistema de Gestión de Inventarios se encuentra vinculado a segundo sistema llamado PeopleSoft, en donde se asocian los costos estáticos para cada material. Una vez creado el SKU en el sistema de Gestión de Inventarios, la información tarda 24 horas en fluir a PeopleSoft, por lo que se debe esperar este tiempo para poder agregar el costo al SKU y firmar finalmente la ficha técnica del material y dar por concluido el proceso.

Paso 10:

El ingeniero de manufactura es el encargado de proveerle al equipo de PC el costo estático que se le asignara al SKU. Por lo que resulta necesario que el equipo de PC de seguimiento con ingeniero y se asegure de contar con el costo para cuando ya haya transcurrido las 24 horas de replicación entre sistemas.

Paso 11:

Una vez se cuente con la información del costo, el equipo de PC efectúa una revisión de la información enviada por el ingeniero, si todos los rubros están presentes y calzan con la sumatoria final, se proceden a cargar los datos en el sistema PeopleSoft.

Paso 12:

El origen del costo estático va a depender del trasfondo comercial del material, si se trata de un producto completamente nuevo, deberá ser un cálculo desde cero, pero si es un material que ya existe y lo único que varía es el color, se podrá tomar el costo de un material similar al que se busca crear. Por lo que es fundamental entender el origen del costo estático.

Paso 13:

Una vez verificado el origen de costo y la información enviada por el ingeniero se procede a cargar el costo. Es fundamental validar que el costo no supere el precio de venta de cumplir con esto se carga en el sistema PeopleSoft.

Paso 14:

Cuando el costo estático ha sido cargado, se verifica que los datos calcen con la información enviada por el ingeniero, de ser así se procede con la firma de la ficha técnica del material que confirma la conclusión del proceso.

A continuación, se presenta un ejemplo, con fines ilustrativos, del proceso previamente descrito, con el objetivo de facilitar la comprensión y proveer ayuda visual:

5.2 Ejemplo de costeo de un producto de 3M

Figura 1. Ejemplo de costeo de un producto de 3M

Producto: SandBlaster(TM)Pro Longer Lasting Sanding Kit Refill



Paso 1 y 2: Se recibe la solicitud en la carpeta compartida y se clasifica en la carpeta de Consumo Masivo.

<ul style="list-style-type: none"> MDM-GSC-ProductCosting 3.SGBG Archive Deleted Items Drafts Inbox 178 +Feedback & Thank You N... 13 1.CBG 2 Urgent 2.HCBG 1 3.SGBG 1 4.IBG 5 Order in House 	<p>New Product Request Notice: 70-006... 3:05 PM To add comments or reply use link at</p> <p>Kathy Clingman FW: Missing Cost 10:21 AM Kim/Dan, see note below, I believe you</p> <p>Elias Viquez RE: Variance SKU 41002201402 10:06 AM Gracias Alberto, reforzare el mensaje.</p> <p>Apps205/Server/3M/US@m... PPC: Friendly Reminder of Document... 5:29 AM MDM-GSC-ProductCosting/US-Corp04/</p> <p>Apps205/Server/3M/US@m... PPC: Friendly Reminder of Document... 5:29 AM MDM-GSC-ProductCosting/US-Corp04/</p>
---	--

Paso 3: Se le da click al vínculo que lleva a la ficha técnica del material.


 Fri 11/27/2017 2:50 PM
 crussell2.cw@mmm.com
 PPC - 70-0069-8470-5 3M(TM)SandBlaster(TM)Pro Longer Lasting Sanding Kit Refill, RHST-RF-2205BP, 5 in NH Discs, 220 Grit, 6/pkLevel5 needs your input

To: MDM-GSC-ProductCosting

Request

Dear User

An e-mail was sent to you from Lotus Domino containing special objects accessible only via the Lotus Notes Client.
 Note: If this is the first time you have received this type of notification or if you are having issues taking the link, [Click Here](#) before clicking on the document link below.

To access this message please click this link—>>>

This New Product Request for 70-0069-8470-5 needs your input/approval. >>>

3M(TM)SandBlaster(TM)Pro Longer Lasting Sanding Kit Refill, RHST-RF-2205BP, 5 in NH Discs, 220 Grit, 6/pk

Level 5 Finance actions are required:
 - Complete Q2SM set-up and sign-off
 - Email notification automatically sent to Supply Chain/Material Control

Paso 4 y 5: Se verifica que la ficha técnica del material este completa.

com - nrc (30880)
New Product Request

Request Number: 141949 - 04/04/2017

Fields marked with an * are required fields.
Click on this icon ⓘ anywhere on the form for more help.

CRM - Data Access, SPD - Material Request, QSD - John Engstrom, HCD - Monica Miller, CHC - No Name Available

Sections:
 NPI Review/QSDM
 Pricing Request
 QSR - Design Study Request
 MCI - Marketing Communication Request

Request Information

Requester: * Veneta Wagner US Regional SA US
 Status: * In Process
 Status Date: 05/04/2017
 Submitted for IDAPFC: 05/04/2017
 Revision Group: 0483
 Securing Revision: 0483
 Type of Request: Standard NPI
 Update QSD CRM: No
 M Stock # Assigned: 700004455
 Catalog/Product # Assigned: 04574F-2255P

Request Number: * 1481737847
 Requester: * Home Station-CO Consumer/SA US
 In This Product For: * US (SA)
 SAP Design Authority: * USA - United States Design Authority
 Is Material Requested? *
 Cost Estimate Needed: No Date
 SAP ID
 Data Date Profile: No

Paso 6: De estar completa se cargan los datos en el sistema de Gestión de Inventarios.

GGSM Good/Service Detail: 70-0000-8489-7

SAP ID: []

Global
 SAP Company
 Accounting Classification
 Article Multi-bank
 Billing Dimensions
 QSD
 Report
 Export Registration
 Material
 Material Descriptions
 Material Dimensions
 Material Manufacturers
 Misc. Products
 Ownership

Global Service
 Global
 Control

GL Business Unit: * (M) Com plant
 Accounting Category:
 Accounting Category:
 Multiple Accounting Categories:

GS Type: * Finished Good
 GS Subtype:
 Semantic Code: * Standard
 Parent Configurable Material:
 Item Goods: * (N) Non-Item Good

Serial:
 Metric:
 Transferable:

Global Sales Code:
 Sales Subcode:
 Universal Sales Code:
 M ID Origin:

Paso 7: Se determina el origen de material (manufacturado o adquirido).

Base unit of measure: * KIT - Kit

Conversion Factor: * 1.0000

Accounting Category: * FGM - Finished Good Manufactured

Material Type: * FERT

Batch Managed?: * Yes No

Net Each Weight: * 1.0787

Net Shipper Weight: * 1.0787

Paso 8 y 9: Al ser manufacturado se le deberá asignar costo estático. Se valida la información del costo enviada por el ingeniero.

GL Business Unit	AMN #	Effective Date	Effective Sequence	Department	Cost Element	Item Fld CSD A	Cost Element	Unit Price	Unit Factor	Unit Price	Unit Factor	Engineering
00001	70006976438	16/25/2017	01			N40*125P19	300			5.876	1.00120000	A025H22
00001	70006976438	16/25/2017	01			34672062962	300			0.6460	0.55600000	A025H22
00001	70006976438	16/25/2017	01			34706143345	300			0.4660	0.27510000	A025H22
00001	70006976438	16/25/2017	01			34755064904	300			0.1817	0.27510000	A025H22
00001	70006976438	16/25/2017	01			34672062970	300			0.6210	0.27510000	A025H22
00001	70006976438	16/25/2017	01			34670574653	300			0.6478	0.27510000	A025H22
00001	70006976438	16/25/2017	01	010882	300			41.77	0.39910000			A025H22
00001	70006976438	16/25/2017	01	010882	000			98.471	0.36510000			A025H22

Paso 10-11-12-13: Una vez validada la información y transcurridas las 24 horas de replicación entre sistemas, se procede a cargar el costo al sistema PeopleSoft.

Static Cost Detail | Static Cost Summary

GL Business Unit: 00001 Base Currency: USD Accounting Material #: 70006976180

Find | View All First 1 of 1 Last

*Effective Date: 10/26/2017 *Effective Sequence: 4 UOM: EA

Dept Cost	Department	Description	*Cost Element	Description	*Unit Factor	*Unit Price	Cost @ Unit
1	304700	OP Prime Ind POC WI	310	Contract Mfg & Extra Inputs	0.77940000	1.0654	0.8460

AMN Cost	*Cost Element	Description	UOM	*Unit Factor	*Unit Price	Cost @ Unit
1	44010050894	Material	YDK	0.02544000	2.4744	0.0629
2	738613805074	Material	EA	1.00120000	1.7327	1.7346

View Static Cost Summary Calculate Total & Save 2.6436

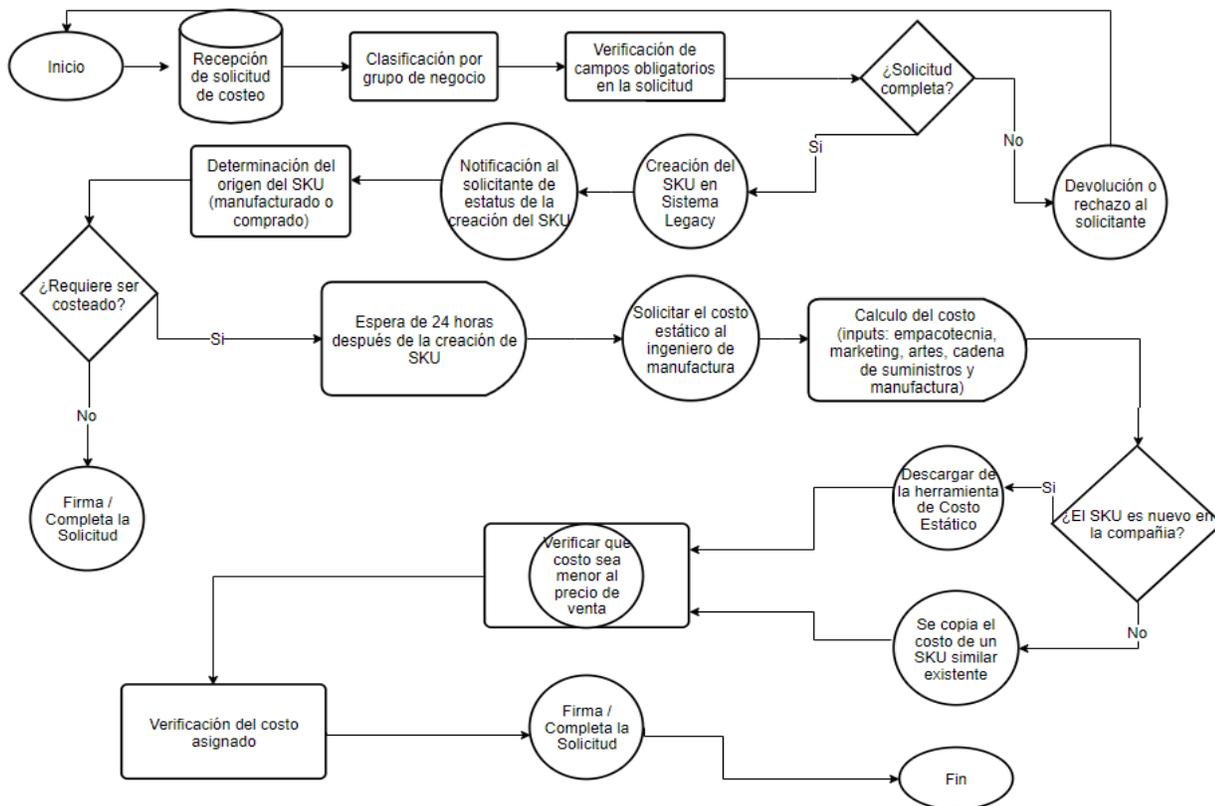
Paso 14: Se firma la ficha técnica del producto y se da por concluido el proceso de costeo de este producto.

09/13/2017 / Jose David Rodriguez/3M-NotesUser/3M/US

/

5.2.1 Mapeo y flujograma del proceso en estudio.

Figura 2. Flujograma del proceso de costos de 3M.



Fuente: Elaboración propia

5.2.2 Identificación de las mudas o desperdicios con el método Value Stream Mapping.

El objetivo de la elaboración del Value Stream Mapping (en adelante VSM) es proveer al lector de una visión holística del proceso e identificar las mudas o desperdicios comprendiendo completamente el flujo de información necesario para que un producto sea costado y llegue al cliente final. Con esta técnica se identifican las actividades que no agregan valor al proceso para posteriormente ejecutar los planes de acción necesarios para eliminarlas o minimizarlas. VSM es una de las técnicas LMS más utilizadas en sistemas de información abiertos con enfoque de mejora continua, por lo cual se consideró pertinente su utilización.

Seguidamente se muestran dos VSM diseñados por el equipo de investigación: uno asumiendo un escenario ideal donde el proceso fluye sin trabas (estado al cual se pretende llegar con la propuesta de mejora) y sin desperdicios suscitados, en contraposición a un segundo VSM que refleja la realidad del proceso de costeos y sus indicadores clave de rendimiento –siendo el tiempo de ciclo el más relevante- durante el período analizado. El propósito primordial de la presentación de dos VSM es que el lector pueda realizar un análisis comparativo entre ellos, evidenciando las diferencias entre un ciclo de información magro o esbelto (*Lean*) después de haber aplicado la propuesta de mejora, con rendimiento ideal del KPI tiempo de ciclo (no más de 24 horas) versus el proceso de costeo con mudas, focos de poca eficiencia y re-trabajo. La comprensión cabal del proceso integral e identificación de las mudas que otorga el VSM es lo que permite al grupo investigador identificar áreas y tiempos de mejora.

A continuación, se explica la simbología del Value Stream Mapping

Figura 3 Simbología del Value Stream Mapping

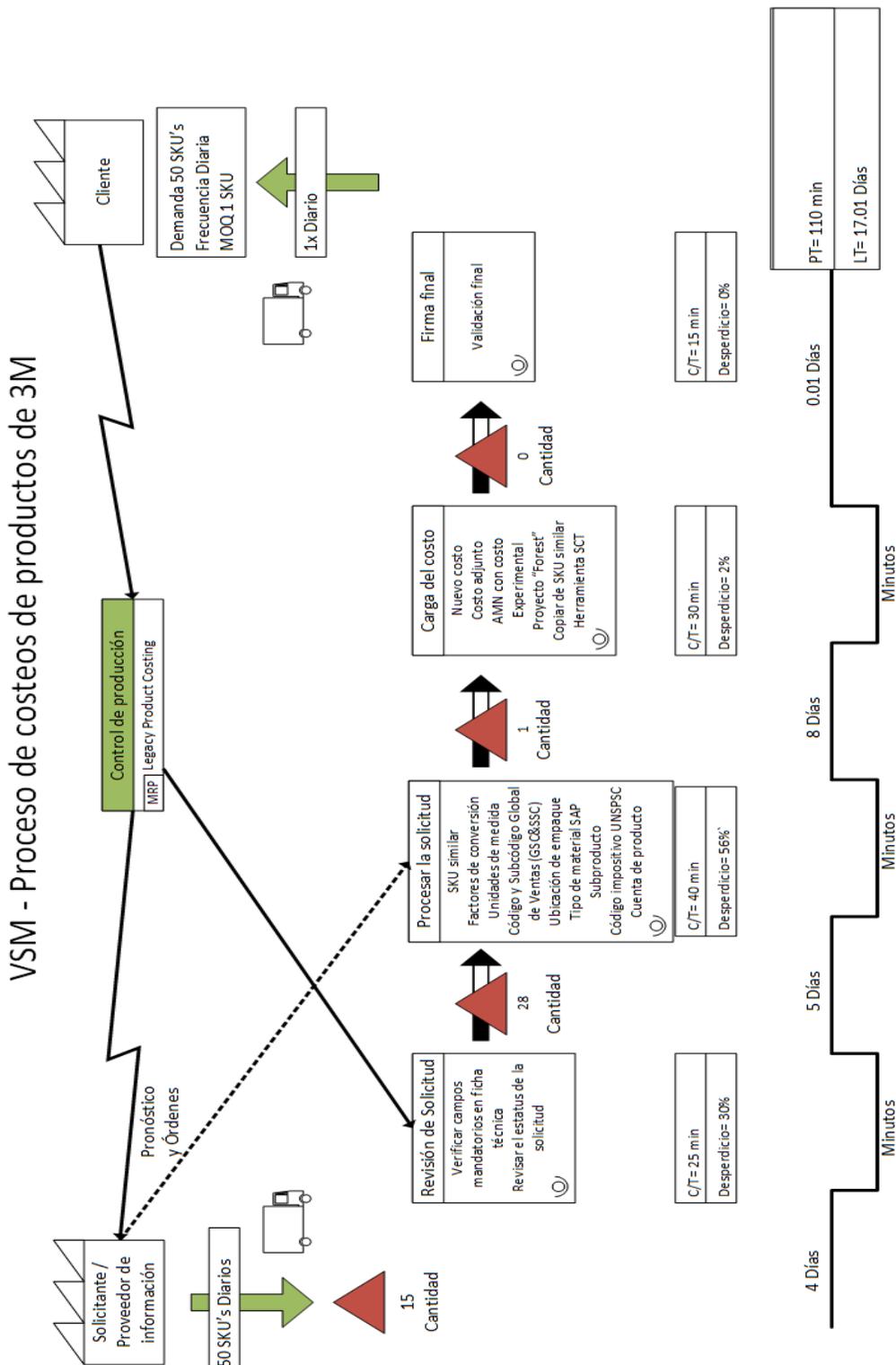
SIMBOLOGÍA



Fuente: (Rother & Shook, 2003)

Figura 4. Value Stream Mapping – Estado Actual – Antes de la Propuesta de

Mejora



Fuente: Elaboración Propia con asesoría del Ingeniero de Procesos Carlos

Mayorga

Este VSM muestra claramente el estado actual del proceso con un desperdicio total del 88%, este porcentaje se obtiene, tal y como lo muestra la Figura 3, de la acumulación del desperdicio en cada paso del proceso, además de inventarios estancados entre cada etapa, tiempos elevados para proveer la información faltante (de los 4 a los 8 días, en promedio) y un tiempo total de 17 días y 110 minutos por cada solicitud de costeo.

Por el contrario, este VSM refleja el estado deseado del proceso de costeos, donde el proceso fluye de manera Lean, sin desperdicios, sin solicitudes de costeo atascadas en la cadena y con un tiempo de proceso de 7 minutos por solicitud, esto lográndose a partir de la propuesta de mejora del grupo investigador.

5.3 Identificar las principales causas y efectos que provocan el aumento del indicador de tiempo de ciclo del proceso de costeo de productos de 3M por sobre la meta de 24 horas.

5.3.1 Identificación de las causas.

A continuación, se mencionan las causas que actualmente han provocado que el indicador de tiempo de ciclo se vea afectado (incremente sobre la meta de 24 horas) en el proceso de costeo de productos. Cabe destacar que la determinación de las mismas surge posterior al análisis y realización del mapeo de proceso y Value Stream Mapping. Además, el proceso de observación y consulta a los ejecutores del proceso de costeos fueron métodos valiosos para la determinación de las causas.

- *Accounting Category* (en español, Categoría contable de producto): todo producto que requiera costeo debe tener definida la categoría contable correcta, que debe ser proveída por el departamento de Mercadeo de la compañía. Las categorías contables son:
 - Producto Terminado Manufacturado (FGM, por sus siglas en inglés).

- Producto Terminado Adquirido (FGP, por sus siglas en inglés).
 - Materia Prima (RM, por sus siglas en inglés).
 - Producto Semiterminado Manufacturado (SFGM).
 - Producto Semi-Terminado Adquirido entre Compañías de 3M (ISFGP).
 - Producto Terminado Adquirido entre Compañías de 3M (IFGP).
- *Units of Measure* –UOM (en español, Unidades de Medida): el equipo de manufactura de 3M debe definir previo al costeo las unidades de medida correctas (unidad para inventariar, para costear y para facturación) para cada producto.
 - *Conversion Factors* (en español, Factores de conversión): una vez establecidas las UOM del producto en costeo, también los ingenieros de manufactura deben proveer los factores de conversión física de los materiales en cuestión.
 - *GS ID not found* (en español, Existencia del SKU en sistema): Esta causa, se da cuando el SKU no se encuentra aún creado en los sistemas Legacy de la empresa, por lo tanto, no es posible ingresar la información requerida para el costeo del producto. El responsable de la creación del SKU previo al proceso de costeo es el equipo de coordinación de sistemas Legacy.

- *Global Sales Code & Sales Subcode* (en español, *Código Global de Ventas y Subcódigo de Ventas*): la compañía 3M define una lista de combinaciones válidas de código global y subcódigo de ventas como requisito. Para proceder con el costeo del producto es necesario que el departamento de mercadeo previamente indique una de estas combinaciones válidas, de lo contrario el costeo no será realizado.
- *Material Type* (en español, *Tipo de Material*): este parámetro, también definido por el departamento de manufactura, al igual que en el caso anterior, debe contar con una combinación válida predefinida, que sea congruente con la categoría contable. Las opciones posibles son:
 - FERT: Utilizado para productos terminados.
 - HALB: Utilizado para productos intermedios.
 - HAWA: Utilizado para productos adquiridos.
 - ROH: Utilizado para materias primas.
- *Main Account* (en español, *Cuenta de Producto en Libro Mayor*): para que fluya el proceso de costeo, el departamento de Mercadeo debe definir la Cuenta de Producto en Libro Mayor, en la cual se registrarán todos los impactos financieros del mismo.
- *Packout Location* (en español, *Ubicación de Empaque*): Cada producto debe tener una ubicación en la que será producido y

empacado, sin esta, el proceso de costeo no puede continuar. Este parámetro debe ser indicado por el departamento de cadena de suministros.

- *Similar to Stock # (SKU similar)*: Este elemento proporcionado por el departamento de mercadeo, es utilizado como referencia comparativa para completar la mayor parte de campos requeridos para la creación de un nuevo número de parte.
- *Static Cost* (en español, Costo Estático de Producto): el departamento de manufactura debe establecer, tomando en cuenta todos los elementos utilizados para producción (tiempo de mano de obra, tiempo máquina, costo de cada componente del producto final, ya sea materia prima o intermedios y datos históricos) cuál será el costo estático, para efectos de análisis financiero contable, que se le asignará a cada producto. Sin él, el proceso de costeo no podrá ser realizado.

Dado que todos los parámetros anteriores son datos obligatorios para la realización exitosa del costeo de un producto de la compañía 3M, la falta de alguno de ellos o la determinación errónea de los mismos-por parte del departamento responsable- deriva en el truncamiento del proceso de costeo, que no podrá ser completado y, por tanto, el indicador de tiempo de ciclo se verá afectado en detrimento de la eficiencia del flujo de trabajo. Por ello, las anteriores causas identificadas se conocen como “*Pending reasons*” (razones que impiden la conclusión del costeo).

5.3.2 Análisis de Pareto.

Seguidamente, en la Tabla 1 se evalúa, mediante un Pareto, cuáles son las razones de mayor peso por las que el indicador de tiempo de ciclo del proceso de costeos sobrepasa la meta de 24 horas, esto con el objetivo de, tomar acciones sobre ellas como prioridad, para lograr reestablecer el indicador a su curso normal, dentro de margen permitido por las metas corporativas.

Tabla 1. Pareto de razones por las cuales una solicitud queda pendiente

Pending Reasons	Qty	%	Pareto	ABC
Static Cost	195	41.40%	41.40%	A
Packout Location	91	19.32%	60.72%	A
Conversion Factor	65	13.80%	74.52%	A
Units of Measure	25	5.31%	79.83%	A
Similar to Stock #	24	5.10%	84.93%	B
Material Type	17	3.61%	88.54%	B
Main Account	14	2.97%	91.51%	B
GS ID not Found	15	3.18%	94.69%	B
Accounting Category	12	2.55%	97.24%	C
GSC & SSC	13	2.76%	100.00%	C
Totales	471	100%		

Fuente: Elaboración Propia

Tal y como lo muestra la figura anterior, en el periodo de enero a julio de 2016, el equipo de costeo de productos recibió 471 solicitudes de costeo que no pudieron ser completadas por distintas razones. Dentro de las razones principales, determinadas por el análisis de Pareto, que representan un 80% de la totalidad, se encuentran:

- Static Cost
- Packout Location
- Units of Measure
- Conversion Factors

Con respecto a estas razones, ya se tienen identificados, cuál es su función, quiénes son los responsables de completar la información y la manera en que afecta el flujo del proceso de costeo. Por lo tanto, se analizarán opciones de mejora continua, o formas de agilizar la consecución de estos datos.

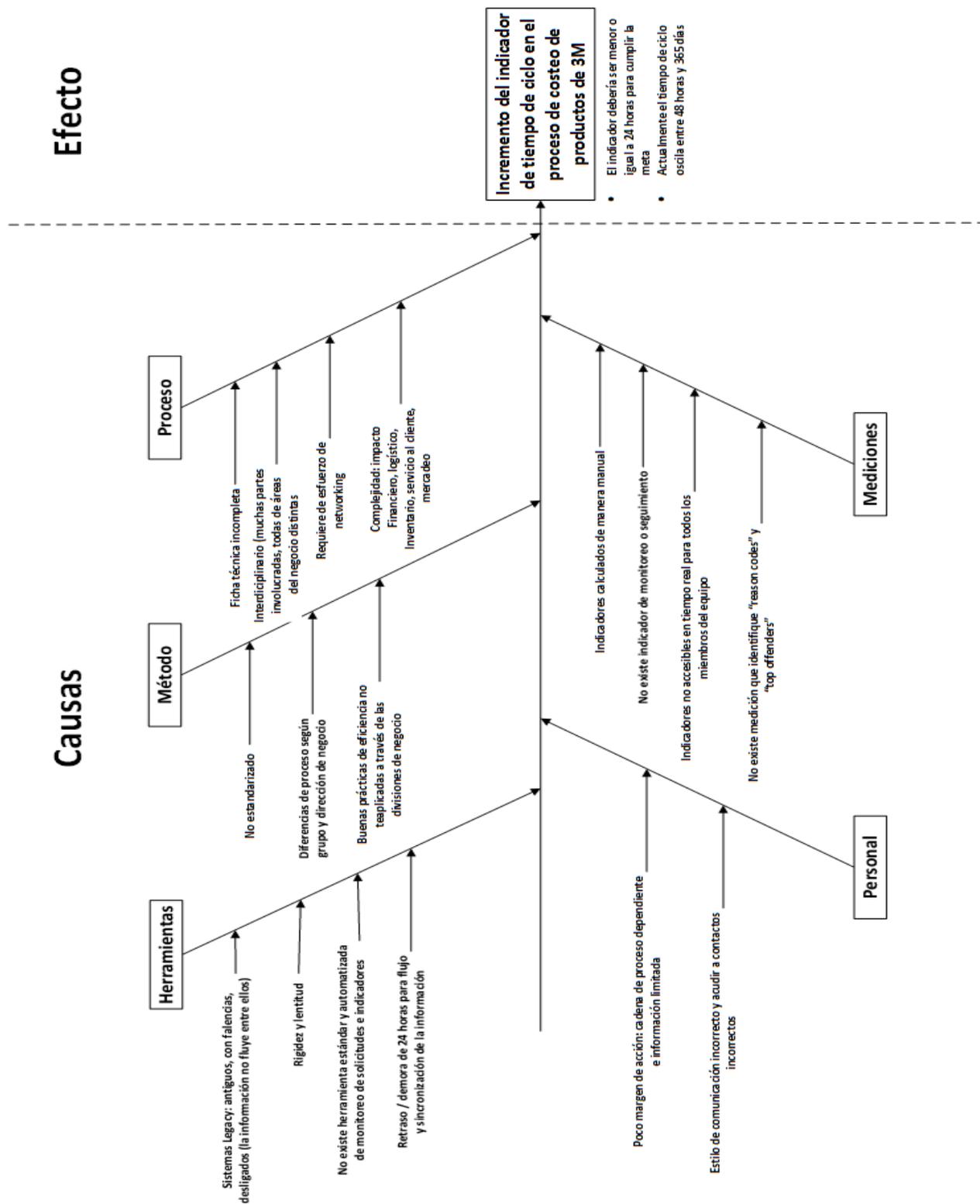
5.3.3 Análisis y diagrama de Ishikawa.

En este apartado de la investigación, se diseña un diagrama de Ishikawa (Figura 5) con el fin de identificar de manera clara las causas que están provocando el efecto en estudio: el incremento del indicador del tiempo de ciclo en el proceso de costeos de 3M.

El análisis de causa y efecto se realizó clasificando las causas en categorías según su naturaleza, a saber: herramientas, método, proceso, personal y mediciones.

El diagrama de causa y efecto permite al grupo investigador tomar planes de acción estratégicos, dirigidos a la minimización del impacto de las causas en la eficiencia del proceso.

Figura 6. Diagrama de Ishikawa sobre las causas el incremento del indicador del tiempo de ciclo en el proceso de costos de 3M



Fuente: Elaboración propia

5.3.4 Determinación de los efectos.

El análisis de Ishikawa de la Figura 5 indica que el conjunto de las causas del problema en estudio deriva en un efecto principal: el incremento del indicador de tiempo de ciclo de costeo de productos por encima de la meta de 24 horas. El presente fragmento de la investigación pretende desglosar este efecto en los múltiples efectos asociados y describirlos de manera que el lector comprenda el impacto de los mismos como subpartes de un todo integral.

- Efectos en el área manufactura: el hecho de que el costeo de un producto demore más de 24 horas tiene un efecto sobre el área de manufactura, ya que las plantas productoras de 3M continúan sus esquemas de fabricación continua, independientemente de la existencia de un costo o no para el producto siendo manufacturado. Esto induce a dos consecuencias principales:
 - Acumulación de producción reportada sin costo: las bodegas y centros de distribución de las plantas manufactureras almacenan producto terminado que no puede -en algunas ocasiones- ser vendido, ya que no cuenta con un costo asignado, de manera que impide calcular el margen de ganancia y el precio de venta, dificultando así la venta al cliente final.
 - Correcciones contables de reportes de producción: ingresar a los sistemas de manufactura reportes de producción de ítems sin costo asignado, se traduce en

reportar producciones por las cuales 3M como compañía no incurre en costos, lo cual es falso en todo ambiente de producción. Los reportes de producción toman datos históricos para definir el costo estimado o esperado de producir un determinado producto, sin embargo, cuando se ingresa el reporte de producción sin costo los sistemas traducen este impacto como un beneficio financiero (el cual se ilustra debajo para facilitar su comprensión).

Cuadro 2. Ejemplo de impacto contable por reporte de producción

SKU	Descripción	Producción reportada	Costo	Costo Esperado de Producción	Costo Incurrido
70-0069-8470-5	3M SandBlaster Pro Long Lasting	10,378 EA	\$2.6436/EA	\$27,397.92	\$0
				Beneficio financiero:	\$27,397.92

Fuente: Elaboración propia

La consecuencia principal de este reporte erróneo es que implica correcciones por parte de los ingenieros de manufactura y personal de cadena de abastecimientos, este re-trabajo, por lo tanto, supone un costo mayor en mano de obra.

- Efectos en el área de cadena de abastecimiento: cuando la ausencia de costo resulta ser una barrera para la venta del producto terminado, los almacenes se abarrotan de mercancía, lo cual dificulta no sólo la gestión de inventarios en cuanto al espacio físico, sino que deriva en un impacto monetario. Los inventarios sin costo rotan menos

que los productos debidamente costeados, corriendo así el riesgo de convertirse en inventario muerto y caer en obsolescencia, lo cual supone un aumento en los costos de la cadena de abastecimiento.

- Efectos en reportes de pérdidas y ganancias: debido a que el reporte de producción sin costo es un problema recurrente, el departamento de finanzas se ve en necesidad de dedicar y contratar recurso humano especializado para resolver estos problemas. Cabe resaltar la importancia financiera crucial de reportar el costo correcto de la producción, ya que de ello depende el precio de las acciones de 3M en los mercados internacionales. Además, reportar pérdidas o ganancias financieras inexactas puede implicar inconvenientes legales por asuntos de cargas impositivas.

- Retrabajo: el re trabajo y sobre-procesamiento es una consecuencia a lo largo de todas las áreas funcionales involucradas o afectadas (directa o indirectamente) en el proceso de costeo. El tiempo dedicado a dar seguimiento y corrección de errores en costeos es indicador clave de desperdicio. Inclusive, se requiere trabajar horas extraordinarias con pagos incrementales en áreas como finanzas, contabilidad, manufactura, cadena de suministros, costeos, Tiempo de seguimiento, *master data*, manufactura, servicio al cliente, logística y distribución.

- Efectos en el área de mercadeo: si el proceso de costeo no se realiza a tiempo (24 horas) resulta ser un impacto para el área de

mercadeo e iniciativas, los gestores de proyectos de introducción de nuevos productos al mercado ven su labor entrabada por falta de costos.

- Efectos sobre las ventas: el retraso de costeos en cascada (cuando no se asignan los costos de los productos semiterminados, intermedios o materias primas que forman parte de un producto final) afecta las ventas, ya que las mismas presentan precios menores a los reales.

- Efectos en servicio al cliente: la calidad del servicio al cliente se ve afectado por el detrimento del indicador de tiempo de ciclo, dado que no puede atenderse las necesidades del cliente con la eficiencia y eficacia deseada, lo cual puede traducirse en quejas, devoluciones, entregas tardías, no entrega, cobros y facturaciones erróneas, entre otros.

- Efectos sobre el costo del Recurso Humano: el recurso humano se ve afectado en todas las áreas anteriores (manufactura, mercadeo, cadenas de suministros, finanzas, contabilidad, administración de datos maestros) dado que para todos implica retribución. Para la empresa, esto se traduce en mayores costos por mano de obra.

En conclusión, todos estos efectos mencionados anteriormente no son consecuencias aisladas, sino parte de un todo holístico mayor: la eficiencia logística de 3M. Los sistemas logísticos son, por naturaleza, ciclos de información abiertos que

dependen de la óptima operación interdisciplinaria por medio de todas las áreas involucradas y el proceso de costeos no es la excepción. El costo incorrecto o a destiempo termina por afectar las otras seis máximas de la logística global, ya que pueden incidir directamente en el aseguramiento de la disponibilidad de los productos en la cantidad, condición, tiempo, cliente y producto correctos.

Figura 7. Seis máximas de la logística global.



Fuente: Elaboración propia

5.3.5 Regresión lineal.

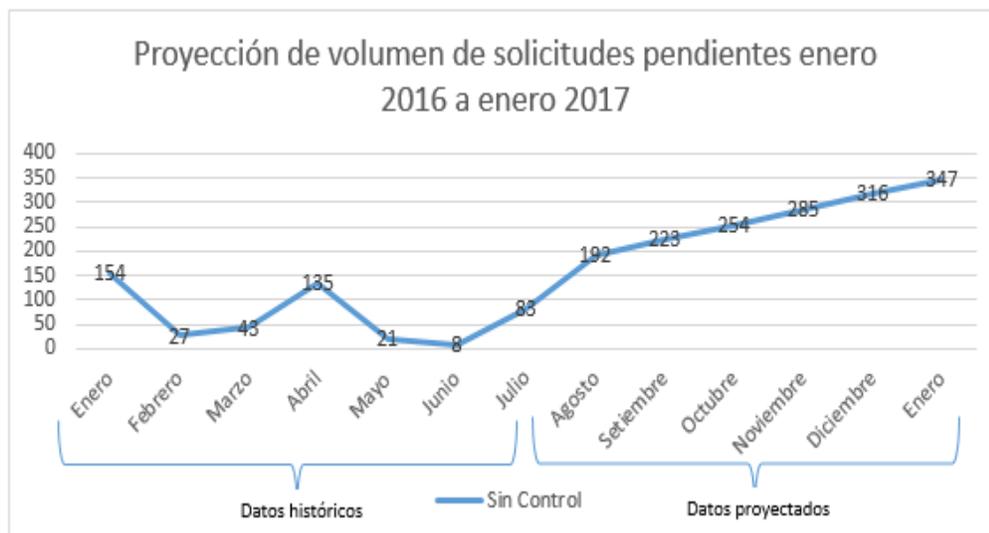
En este apartado se dará uso del método estadístico de regresión lineal simple, que según Vargas (1995) es una herramienta, que toma en cuenta una variable dependiente (cantidad de solicitudes recibidas mensualmente) la cual es impredecible, aleatoria y fuera de control de la investigación y una variable independiente (datos históricos), que es fortuita, está bajo el control directo del proyecto de investigación.

Ante la incapacidad del equipo de costeo de predecir la variable dependiente (flujo de entrada de solicitudes) es que se decide utilizar en método de regresión lineal simple para realizar proyecciones, mediante la relación de las variables y demostrar en qué medida cambia la variable dependiente cuando la

variable independiente es modificada, es decir, la regresión lineal permitirá reconocer y estimar cuántas solicitudes quedarán pendientes en los meses posteriores, basado en datos históricos.

Tal y como se mencionó anteriormente, el equipo de costeo de productos no tiene control sobre la totalidad de solicitudes recibidas mensualmente y, además, no posee la capacidad de dar seguimiento a la cantidad que quedan pendientes sin resolver. Por ello, mediante el método de regresión lineal desarrollado en este apartado, se hace posible determinar la tendencia de cantidad de las solicitudes que quedarían pendientes, para el periodo total del estudio. A partir de agosto de 2016, inicia cálculo del estimado mensual, basándose en datos históricos de enero a julio de 2016 para determinar y predecir un patrón de comportamiento a partir de la realidad observada en los meses anteriores. Estos datos y tendencias arrojados por la regresión lineal, serán insumo clave para el análisis de la información y la propuesta de mejora del indicador de tiempo de ciclo para alcanzar la meta de 24 horas por solicitud de costeo.

Figura 8. Volumen de solicitudes pendientes.



Fuente: Elaboración propia

En la Figura 7 se pueden observar dos variables, dependiente (Datos proyectados) e independiente (Datos históricos), resultando en la tendencia de solicitudes que podrían quedar pendientes mensualmente, esto debido a la falta de control que existe en el equipo. La regresión lineal evidencia un comportamiento del flujo de solicitudes que tiende al alza, considerablemente. Por ello, el grupo investigador deduce la necesidad de una herramienta de seguimiento, para mantener documentados todos los incidentes que recibe el departamento, propuesta que se desarrolla más adelante en el apartado de aplicación de mejoras.

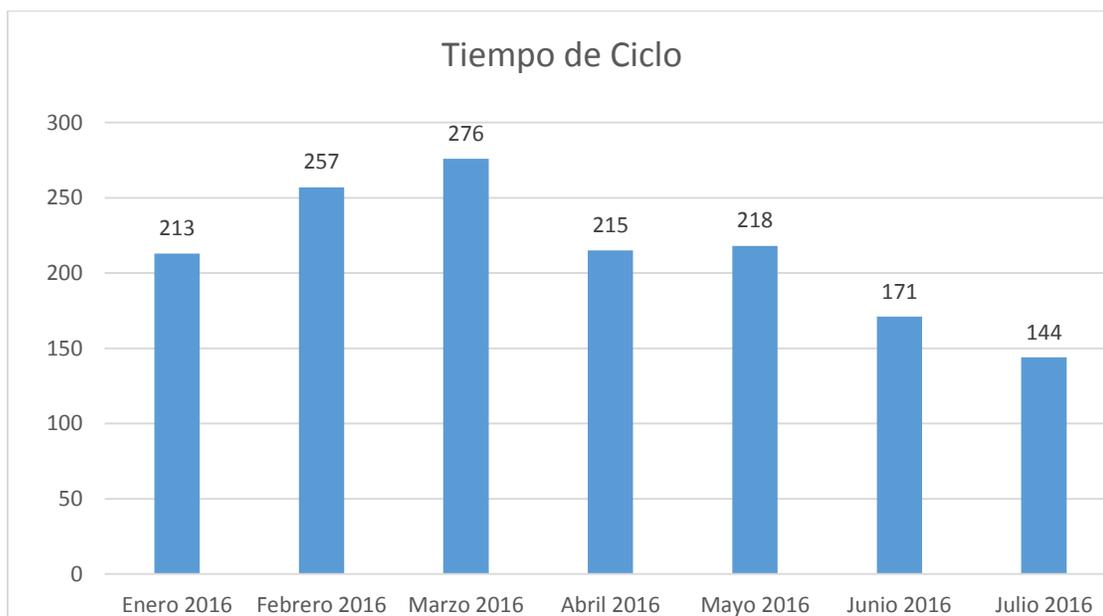
Cabe destacar que la regresión lineal, al ser una proyección, los resultados no son exactos, ya que existen diferentes factores, como que el volumen recibido en el último semestre del año varíe con respecto al inicial, pudiendo variar los resultados.

No obstante, el instrumento proporciona una visión general o un acercamiento de cómo se puede desarrollar, en condiciones regulares, el flujo solicitudes recibidas para proceso de costeo.

5.3.6 Análisis de comportamiento de indicadores (Tiempo de Ciclo, solicitudes completadas, recurso humano requerido, solicitudes pendientes de completar, reporte de producción)

El equipo de costeo de productos, como se explicó anteriormente, basa su trabajo en diferentes indicadores para lograr establecer el nivel en que el trabajo desarrollado está dando el resultado esperado, a continuación, se hará referencia a los indicadores más importantes y la forma en que se han desarrollado:

Figura 9. Comportamiento del indicador de Tiempo de ciclo

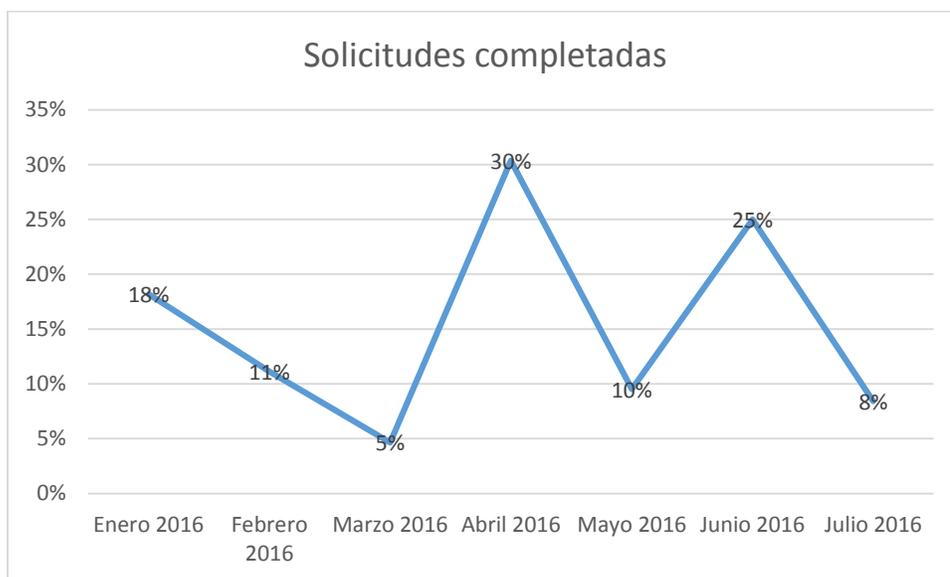


Fuente: Elaboración propia

El indicador en la Figura 8, el principal en la investigación, en un escenario ideal, no debería de superar 24 horas.

Se destaca de la figura anterior, cómo el tiempo de ciclo para los meses de enero a julio de 2016 se encontraba elevado, podían llegar a pasar 276 días antes que se logrará completar una solicitud. Las razones por las que una solicitud queda pendiente afectan, en gran medida, a este indicador y las cuatro razones que se analizaron en el Pareto, son las que tienen mayor impacto sobre esta métrica.

Figura 10 Comportamiento del indicador de Solicitudes completadas (Completion Rate)

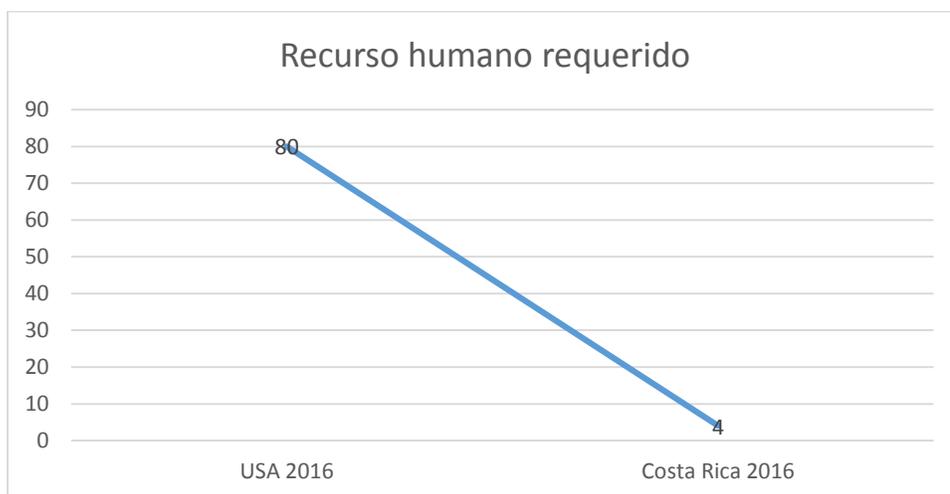


Fuente: Elaboración propia

Esta métrica tiene como meta, lograr como mínimo un 80% de solicitudes completadas mensualmente. Siguiendo la misma línea de la figura tras anterior, el

porcentaje mayor de conclusión fue de 30%, estando muy por debajo de la meta posible, evidentemente, el hecho de no contar con toda la información en la ficha técnica desencadena que no logren terminarse una gran cantidad de solicitudes.

Figura 11. Comportamiento del indicador de recurso humano requerido



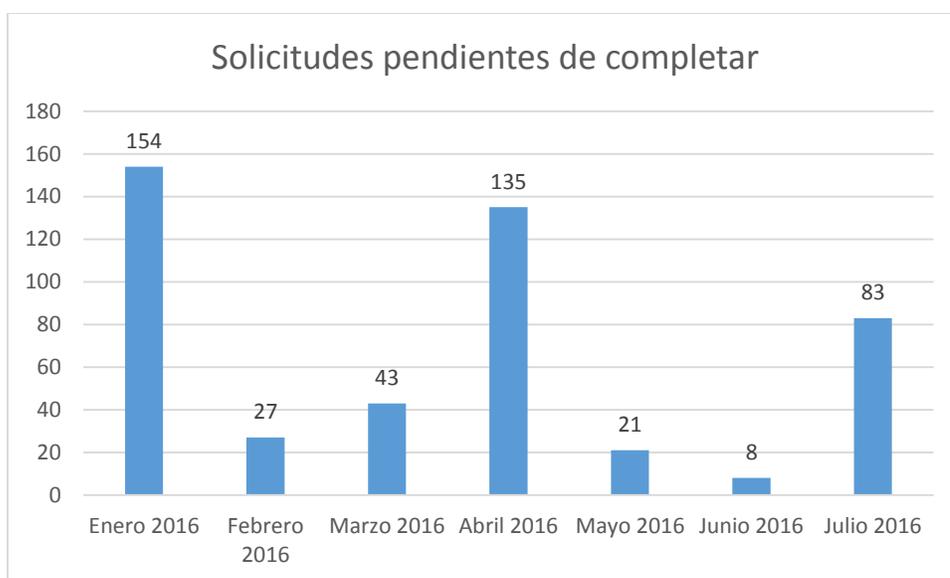
Fuente: Elaboración propia

Inicialmente, cuando el proceso de costeo de productos se encontraba en Estados Unidos, eran necesarias 80 personas para poder llevarlo a cabo. Este proceso fue sometido a un análisis financiero, de recurso humano, servicio al cliente y de desempeño para comprobar que esta cantidad de personas eran el número indicado para seguir realizándolo. Posteriormente se tomó la decisión de mover el proceso para Costa Rica, comenzando con cuatro personas.

La curva de aprendizaje y la carga de trabajo provocaron que estas 4 personas acumularán en sobremanera el volumen recibido, lo que causaba que no se lograrán completar muchas solicitudes diariamente.

Esto también causaba que los indicadores que se mostraron anteriormente incrementarán de manera negativa sus números.

Figura 12. Comportamiento del indicador de solicitudes pendientes de completar



Fuente: Elaboración propia

Cada miembro del equipo de costeo de productos contaba con una forma de llevar el seguimiento de las solicitudes pendientes de completar, por eso la figura anterior muestra altos y bajos en los números, ya que si uno de estos miembros completaba una solicitud pendiente que otro miembro también tenía en seguimiento, aunque se completara, no había forma en que ambas personas tuvieran la misma información, lo que descontrolaba la métrica.

Finalmente, en cada métrica mostrada, logran verse números por encima de los esperados, por ello, es necesario un método o herramienta para lograr llevar un seguimiento consolidado, para así entre todo el equipo trabajar en conjunto y que se logre el objetivo de regresar las métricas al estado ideal.

5.4 Examinar el estado actual de las herramientas para el monitoreo del indicador de tiempo de ciclo del costeo de productos de la empresa 3M.

En este capítulo se hará referencia a la forma en que se da seguimiento a las solicitudes, de qué manera se procesaron y cómo se monitoreó el indicador de tiempo de ciclo. De igual manera, se hará análisis sobre qué aspectos del proceso pueden formar parte de un plan que desencadene una mejora considerable en todos los indicadores clave. Adicionalmente, se examina el efecto y las consecuencias de las razones por las que una solicitud se encuentra pendiente, esto para poder adicionar ideas en que se éstas se puedan reducir y lograr hacer más eficiente el proceso.

Las herramientas que posee el equipo actualmente no necesariamente son poco útiles, lo que se quiere es buscar la forma en que puedan ser actualizadas o reemplazadas por otras que ayuden a dar mejores resultados, a como el equipo va creciendo, sus herramientas también deben hacerlo. El hecho de poder visualizar de mejor manera, tanto el trabajo del equipo, como los resultados obtenidos, es un factor clave para poder medir el rendimiento día a día. El poder exponer los indicadores de un proceso, no solo da un panorama acerca de cómo se han desarrollado las labores hasta la fecha, sino que también brinda una

perspectiva sobre la cual poder basarse para seguir mejorando el proceso para el futuro.

5.4.1 Revisión del estado actual de las herramientas de monitoreo: identificación de oportunidades de mejora

Como ya se mencionó en el capítulo anterior, el equipo de costeo de productos no cuenta con una herramienta de control y de seguimiento, es decir, que, no tiene una forma estándar de documentar las solicitudes completadas y pendientes. Cada miembro del equipo decide la manera en que registra su trabajo diario, inclusive, existe la posibilidad de que no se registren algunas solicitudes.

También puede suceder que la solicitud no tenga información necesaria para poder registrarla, esto debido a que los ingenieros o los encargados de la división, no están al tanto de que deben completar datos necesarios para el equipo de costeo de productos.

Concluyendo, cada miembro del equipo contaba con un formato distinto de incluir datos de seguimiento de solicitudes, de ahí, se parte que no hay forma de saber cuáles se completaron y cuáles quedaron pendientes. Por otro lado, las métricas no reflejan datos correctos, no se contaba con un orden para la recolección de datos, ni se tiene forma de consolidar la información, dado a la forma diferenciada en el registro de cada miembro del equipo.

Todo esto, en conjunto, representa que las métricas no están actualizadas, lo cual repercute en el equipo, de forma que no están trabajando de manera conjunta, ni están

obteniendo resultados reales de los indicadores, por ello, se ve la necesidad de contar con una herramienta que recopile todo el trabajo procesado por cada persona.

Por otra parte, como se explicó anteriormente, para cada SKU el costo estático debe ser proveído por el ingeniero, es importante mencionar que, sin este costo, no es posible finalizar la firma de la ficha técnica del material por el equipo de PC.

Nuevamente, haciendo referencia a la Tabla 1, el diagrama de Pareto indica que la razón primordial por la que una solicitud recibida por el equipo de PC queda pendiente es por falta de costo estático. Aunque este paso del proceso no sea directamente responsabilidad del equipo de costeo de productos, sino del ingeniero a cargo de cada material, si es necesario que cada persona a cargo de la creación del material en el sistema de inventarios, se asegure de solicitar el costo al ingeniero, desafortunadamente, en muchas ocasiones, no se recibe respuesta, lo cual resulta en una afectación directa en el indicador de tiempo de ciclo, ya que esté pendiente evita que una gran parte de las solicitudes queden completadas a tiempo.

Por otra parte, como ya se explicó anteriormente, la ficha técnica es la referencia principal para completar un material dentro de los sistemas Legacy, es por ello que es importante que cuando haga falta información, se notifique a los interesados, vía correo, el tipo de información pendiente. Del lado del equipo de PC, este paso es implementado en todas las solicitudes; no obstante, porque el proceso de costeo de productos lleva un corto periodo en Costa Rica desde su transición, los solicitantes o las otras partes interesadas, en muchas ocasiones, no se encuentran al tanto de específicamente qué información es necesaria para que el material pueda ser ingresado en los sistemas de inventarios.

Otra de las razones, y aquí es donde el factor del desconocimiento del proceso de costeo del equipo de Costa Rica por parte de los solicitantes toma parte, por las que una solicitud se queda pendiente es porque no se ingresa en la ficha técnica la ubicación de empaque del material, razón por la cual es necesario notificar a las partes que esta información no se encuentra en la ficha técnica, y que deben proveerla. Igualmente, el tiempo de espera para que el solicitante notifique cuál es la ubicación de empaque de un material, afecta directamente al indicador de tiempo de ciclo. En ocasiones, puede suceder que el solicitante, no tenga conocimiento acerca de la información que falte, por lo que el tiempo de espera para firmar la ficha técnica se alargue aún más, ya que debe investigarse más a fondo, el contacto dentro de la empresa que pueda ayudar a dar la información correcta para completar el material.

Por último, cada material cuenta con sus respectivas medidas de largor y anchor, así como las unidades necesarias para su posterior costeo, también, la empresa cuenta con unidades para facturar un material y unidades para inventariar. Para un mismo material, cada una de esas unidades puede ser diferente, las mismas son definidas por el solicitante y el ingeniero que las produce, por ejemplo:

- Paquete: Unidad para facturación
- Paquete: Unidad para costeo
- Yards Cuadradas: Unidad para inventariar

Por otra parte, dentro del proceso de costeo de productos, todas estas unidades están directamente relacionadas, por lo que es necesario utilizar factores de conversión, ya sea que, tomando el ejemplo anterior, se necesite convertir la unidad para inventariar a la unidad de facturación, sería convertir de yardas cuadradas a un paquete, para ello

se toman las dimensiones del material, teniendo en cuenta que las mismas también pueden ser dadas en otro tipo de medida (pies, metros, yardas, pulgadas, etc.) y se procede a calcular la conversión.

Esta información debe ser suministrada por el ingeniero a cargo del material, la misma debe ser confirmada por el personal del equipo de costeo de productos, ya que puede estar errónea en algunos casos, también suele suceder que no concuerden las unidades de medida, esto debido a que el ingeniero combine unidades de longitud con unidades de masa. Todos estos cálculos deben ser realizados manualmente por cada persona que esté completando un material, para poder confirmar que las unidades y las conversiones están correctas. En caso de que no estén correctas o exista alguna duda con respecto al cálculo de las conversiones, también es necesario que se envíe a los interesados una notificación, solicitando se confirme cuál fue la ecuación utilizada para calcular la conversión, o explicando el cálculo utilizado por la persona del equipo de PC, haciendo notar una diferencia entre la suministrada por el ingeniero y la suya.

Igual que en los casos anteriores de la ubicación de empaque y el costo estático, la acción de solicitar la confirmación de esta información expone un lapso mayor en el cual la solicitud no va a poder ser completada.

Tal como se puede observar, en todos los casos existe un problema, el cual necesita ser atacado, para poder obtener mejores resultados, que se vean reflejados en una mejora del indicador de tiempo de ciclo. Se exponen en esta investigación para lograr descubrir, mejoras de las herramientas existentes o proposición de nuevas herramientas que ayuden a llevar un mayor control, tanto sobre la documentación de las solicitudes recibidas, como de las razones por las que una solicitud no se completa.

5.4.2 Análisis PDCA

La presente investigación hace uso del ciclo PDCA (Plan, Do, Check, Act) como parte importantísima del trabajo de campo. Esta herramienta es comúnmente utilizada en proyectos Green Belt dado que permite dar seguimiento conciso y claro al avance de las tareas de mejora continua; muy en línea con la esencia LMS, como pilar de la ejecución magra y eficiente de proyectos.

En el desarrollo del estudio, el equipo utilizó el también conocido como Círculo de Deming como motor de monitoreo de los planes de acción ante oportunidades de mejora.

Cabe destacar, que el ciclo PDCA es una herramienta viva, en constante cambio, por su naturaleza como método de control. Por lo cual, el objetivo de este apartado es, fundamentalmente, mostrar cómo se usa y qué beneficios se derivan de su utilización en este proceso de mejora del indicador de tiempo de ciclo en el costeo de productos de 3M. No se pretende mostrar un PDCA formulado, dado que no reflejaría la realidad del proyecto, puesto que no existe tal cosa como un PDCA estático, este sería una imagen aislada de un momento determinado del proyecto y estatus, mas no una ilustración exacta del mismo en tiempo real. Además, el grupo investigador pretende, más bien, dar a conocer el uso del ciclo de Deming y su utilidad de una manera más holística, de forma que la exposición de este instrumento de seguimiento sirva de referencia como elemento clave en una investigación de corte LMS.

En cuanto al criterio de funcionamiento de la herramienta, el ciclo PDCA funge basado en 4 etapas cíclicas, según sus siglas:

- Planificar: en esta fase el grupo investigador se dedica a identificar focos susceptibles de mejora y se plantean objetivos y metas por alcanzar. Para ello, se desarrollan *focus group*, lluvia de ideas, discusiones grupales, benchmarking, entre otros. El propósito central es escuchar las opiniones de los involucrados en el proceso que quiere mejorar se y buscar soluciones a los problemas actuales.

- Hacer: esta etapa consiste en llevar las ideas de la fase de planificación a la realidad, concretarlas. Se realizan los cambios requeridos para la implementación de la mejora propuesta, se hacen análisis de viabilidad y factibilidad, se consigue el personal que será responsable de la ejecución operativa de los planes de mejora y se concreta toda acción o tarea necesaria para materializar los planes de mejora.

- Verificar: una vez implantada la mejora, la fase de control abarca desde el desarrollo y puesta práctica de pruebas piloto, hasta la medición de indicadores de rendimiento. El objetivo medular de esta sección del PDCA es, como su nombre lo indica, verificar y comprobar que los planes de mejora cumplen las expectativas establecidas en las fases previas, se alinean con los objetivos del equipo y proceso y, un aspecto crucial: agregan valor y eficiencia a los stakeholders y la compañía. En caso de que esta revisión denote que las mejoras no cumplen las expectativas iniciales, el grupo investigador es responsable de realizar los ajustes pertinentes para alcanzar los objetivos esperados.

- Actuar: esta última fase del ciclo de mejora continua de Deming es crucial para todo proyecto LMS, como el actual, ya que en ella se estudia los

resultados y datos reales realizando análisis comparativos que arrojen los beneficios asociados al funcionamiento de las actividades antes y después de haber sido implantada la mejora. Esto da pie a la posterior toma de decisiones estratégicas, ya que la información anterior será definitiva para argumentar si las mejoras se adoptan permanentemente, se reformulan o se descartan. Dado el atributo cíclico de esta herramienta, el ciclo vuelve a iniciar desde la fase de planeación en búsqueda de nuevas ideas; un reflejo vivo de LMS y la mejora continua.

En resumen, la herramienta PDCA resulta vital ya que describe sistemáticamente el ciclo de mejora continua, permitiendo un monitoreo constante de los planes de acción, de forma eficiente y eliminando riesgos potenciales en el camino. La revisión periódica y cíclica a la que el PDCA somete los planes de mejora de procesos hace de la herramienta un baluarte de las operaciones magras sin desperdicio, a lo cual aspira el grupo investigador con el proceso de costeos de 3M. Debajo se adjunta, con fines ilustrativos, el formato utilizado por el equipo de trabajo para implementar este modelo a lo largo de todo el proyecto.

Figura 13. Diagrama PDCA.

Top 3 Issues	
1 Issue Description:	Initial Date:
	Planned Complete Date:
	Actual Complete:
	
	Assigned to:
2 Issue Description:	Initial Date:
	Planned Complete Date:
	Actual Complete:
	
	Assigned to:
3 Issue Description:	Initial Date:
	Planned Complete Date:
	Actual Complete:
	
	Assigned to:

Fuente: 3M LMS Tools

5.4.3 Aplicación de mejoras a las herramientas actuales

Una vez claro el estado de las herramientas actuales, es de suma importancia sugerir y aplicar posibles mejoras que resulten en un beneficio financiero para 3M, es por esto por lo que el equipo de investigación ha puesto en marcha una propuesta para las distintas herramientas que utiliza actualmente el equipo de PC para la ejecución de sus funciones diarias.

Luego de un análisis del proceso se han distinguido formas de realizar modificaciones a las herramientas sin incurrir en mayor gasto, asimismo se han diseñado formatos en Excel que permiten facilitar el desempeño de las funciones diarias del equipo de PC. A continuación, se mencionan y explican.

En primera instancia, como quedo en evidencia, resulta necesario para el equipo de PC contar con una forma de poder controlar y monitorear las solicitudes de costeo que se reciben, de manera que, se pueda tener una base de datos precisa y a la mano para no solo dar seguimiento a las solicitudes pendientes, sino además para extraer la data necesaria que permita obtener indicadores de servicio.

Luego de examinar el proceso en cómo se reciben las solicitudes de costeo y entender el flujo de los pasos a concretar para atender a los solicitantes, el equipo de estudiantes encargado de la investigación crea una herramienta en Excel configurada como una macro (función informática para automatizar procesamiento de datos) que contiene la información necesaria, para un seguimiento efectivo de las solicitudes recibidas.

El rol fundamental de una herramienta estandarizada es poder consolidar todos los datos uniformemente y lograr obtener reportes en menor tiempo. Además, que podrá consultarse el *estatus* de cada solicitud. Este, resulta el principal aporte del grupo de investigación como mejora de las herramientas antes utilizadas por el equipo de PC.

Cabe destacar que cada integrante contará con su propia herramienta, la macro tiene como función automatizada consolidar todas las solicitudes en un archivo máster que permitirá extraer una métrica diaria para todo el equipo. Dicha métrica deberá ir en función de la meta deseada por la empresa 3M para la ejecución del proceso.

El equipo de investigación analiza y extrae cuales son los aspectos que van a permitir identificar cada solicitud y poder entender el comportamiento del proceso para el cálculo indicadores. Como se ha mencionado anteriormente, la métrica para medir el nivel de servicio está dada en días, por lo que el equipo de investigación concluye que es de suma importancia incluir dentro de la herramienta fechas en donde suceden o se ejecutan acciones o modificaciones a la solicitud, además del número de SKU y la razón en caso de quedar pendiente. Las fechas que se identificaron como indispensables para el cálculo de indicadores son las siguientes:

- Fecha de recepción
- Fecha de procesamiento
- Fecha de firma final

Se ha creado un manual del proceso para esta herramienta, en el apartado 4.1.1 se describe la herramienta en detalle y se instruye en su utilización.

En segunda instancia, como mencionado anteriormente, una de las principales razones por la cual no se completa una solicitud es por la falta del costo estático; sin embargo, ante el análisis del proceso ejecutado por el equipo de investigación, se denotó que el proceso de costeo realmente consta de dos partes.

Estas dos etapas del proceso están claramente divididas por los mismos sistemas y su sincronización, es decir, las 24 horas anteriormente recaladas que se deben esperar para poder hacer la carga del costo. El proceso en sí está formado primeramente por el ingreso de la información general del SKU al Sistema de Inventarios y secundariamente por la asignación del costo, no obstante, la firma final se encuentra asociada únicamente a esta segunda etapa, y por esto puede que una solicitud quede pendiente por meses, inclusive cuando realmente la continuación del proceso no depende del equipo de PC, sino del ingeniero de manufactura y cuando este facilite el costo estático.

Por lo anteriormente mencionado, es que se propone agregar una segunda firma final, que permita separar estas dos etapas y dejar pendiente la solicitud, pero del lado del ingeniero, la primera firma se ingresa al crear el material en los distintos sistemas y una vez que se cuente con el costo estático se procede a colocar una segunda firma que indique la finalización del proceso.

La segunda firma permitirá separar el proceso y tener cifras reales del tiempo que una solicitud tarda realmente en manos del equipo de PC sin contar los días que la solicitud queda pendiente por razones independientes a las funciones del equipo. Resguardará además el indicador de solicitudes completadas y permitirá una mayor visualización del proceso y el grado de intervención del equipo de PC.

En tercera instancia, el desconocimiento de la ubicación de empaque del material resulta una de las principales razones por las cuales una solicitud queda pendiente de completar. Hondando en la causa raíz de este faltante, se descubre que hay una desconexión entre ingenieros de manufactura y el equipo de PC. El ingeniero tiene asignado a su nombre distintas ubicaciones de empaque, pero el equipo de PC no cuenta con un sistema de consulta que permita encontrar esta ubicación de empaque sin tener que contactar al ingeniero de manufactura o depender de este para recibir la información.

El equipo de investigación diseñó una matriz de consulta en Excel, que contiene los nombres de todos los ingenieros y los nombres de las ubicaciones de empaque asociadas a cada uno de ellos. Esto permitirá que los miembros del equipo de PC puedan consultar esta matriz y obtener el código de la ubicación y, por tanto, puedan completar la solicitud sin depender de otras partes para obtener la información.

En cuarta y última instancia, en análisis de las razones pendientes ha dejado claro que las unidades de conversión resultan en un retraso importante en el proceso, y por esto es por lo que se ha puesto prioridad a buscar una forma de agilizar e independizar al equipo de PC del ingeniero de la manufactura quien es el tenedor de esta información y suele no estar en disposición inmediata para abarcar dudas que puedan presentarse.

Consultar conversiones de una unidad a otra, es un proceso que en este momento el equipo de PC realiza manualmente sin estandarización y las consecuencias de un mal cálculo resultan en pérdidas de sumas monetarias considerables para la empresa 3M. El diseño de una calculadora que contenga las distintas conversiones de medias que pueda requerir el negocio es una forma de abordar esta problemática del proceso.

El equipo de investigación diseñó una calculadora en Excel que cuenta con las conversiones de unidades de medida más comúnmente utilizadas por el equipo de PC. Cada miembro cuenta con esta calculadora y podrá hacer uso de ella cada vez que requiera consultar el factor de conversión ingresado por el ingresado por el ingeniero de manufactura en la ficha técnica del material. De manera que, el quipo gana independencia en el proceso y podrá completar más solicitudes sin tener que consultar a terceros.

Cabe destacar que las propuestas de mejora ejecutas por parte del equipo de investigación del presente trabajo, están basadas en un análisis guiado por la metodología LMS, donde las herramientas para identificar desconexiones y desperdicios del proceso han sido claves para distinguir las problemáticas y ejecutar planes de acción que resulten en una mejora continua del proceso de costeo de productos y, asimismo, en una percepción financiera positiva para la empresa 3M, por medio del ahorro de recursos como lo son horas hombre y servicio al cliente.

5.4.4 Elaboración de manual de utilización de la herramienta

El presente manual pretende brindar al lector una guía sobre la utilización de la Herramienta de Seguimiento del equipo de Product Costing. Primeramente, se explica sobre el trasfondo e importancia de la creación y utilización de dicha herramienta para la empresa 3M, segundo se describe el contenido de la herramienta y se definen los campos y términos fundamentales para el entendimiento de su funcionalidad, y tercero se explica finalmente como se agrega la información a la herramienta.

1. ¿De dónde surge la necesidad de crear una herramienta de seguimiento?

El equipo de Product Costing, en adelante PC, no cuenta con un sistema que le permita visualizar de manera estandarizada y ordenada, todas las solicitudes que se reciben por día, ni cuantas de estas solicitudes se completan o quedan pendientes por completar. Este hecho genera desconexiones importantes en el proceso, primero, porque al no contar con esta visualización el seguimiento para completar cada solicitud es tedioso y extenso, además de que no existe una forma eficiente que facilite la generación y aplicación de indicadores para medir el nivel de servicio que da el equipo de PC para con los solicitantes.

Por esto, resulta necesario crear una base de datos que contenga toda la información y rubros para ganar control sobre el proceso en temas de seguimiento y servicio. Y, de este modo, agilice el proceso de captación de indicadores clave para medir el nivel de servicio como lo es el tiempo de ciclo.

2. ¿En qué consiste la herramienta de seguimiento?

La herramienta de seguimiento es una base de datos de Excel específica por cada miembro del equipo, esto quiere decir que cada integrante cuenta con su herramienta de seguimiento donde completa los rubros de la base de datos. A su vez, se creó una macro en Excel que se encarga de consolidar todas las herramientas individuales en una sola conocida la herramienta máster.

Cada archivo por integrante contiene en sus columnas las fechas de creación, recepción y procesamiento de las solicitudes de costeo en un orden lógico. A continuación, se explica que implica cada una de las fechas anteriormente mencionados:

- **Fecha de creación:** Las fichas técnicas de cada material se crean con el fin de dar a los interesados la información requerida para incluir o dar mantenimiento a un material en los distintos sistemas que gestionan el inventario de 3M. Esta ficha técnica se origina y se le asigna la fecha de ese mismo día, para llevar el control y poder garantizar que el material este creado en los distintos sistemas para su manufactura y venta en el mercado. Incluir esta fecha permite tener un inicio del proceso de incluir un material en los sistemas.

- **Fecha de recepción:** El proceso de costeo de un material es solo un subproceso dentro del procedimiento de creación de un material, y dentro de este último, están involucradas diferentes partes del negocio que se encargan de agregar datos, para finalmente contar con un material ingresado por completo a los sistemas. Es por esto por lo que dentro de la ficha técnica se han incluido niveles de intervención, cada parte involucrada tiene un nivel asignado que permite el flujo continuo de la creación del material. Los niveles van del uno al seis y el proceso de costeo asume el nivel cinco. Una vez alcanzado el nivel 5 se recibe una notificación al correo general del equipo de PC que permita extraer la llamada fecha de recepción.

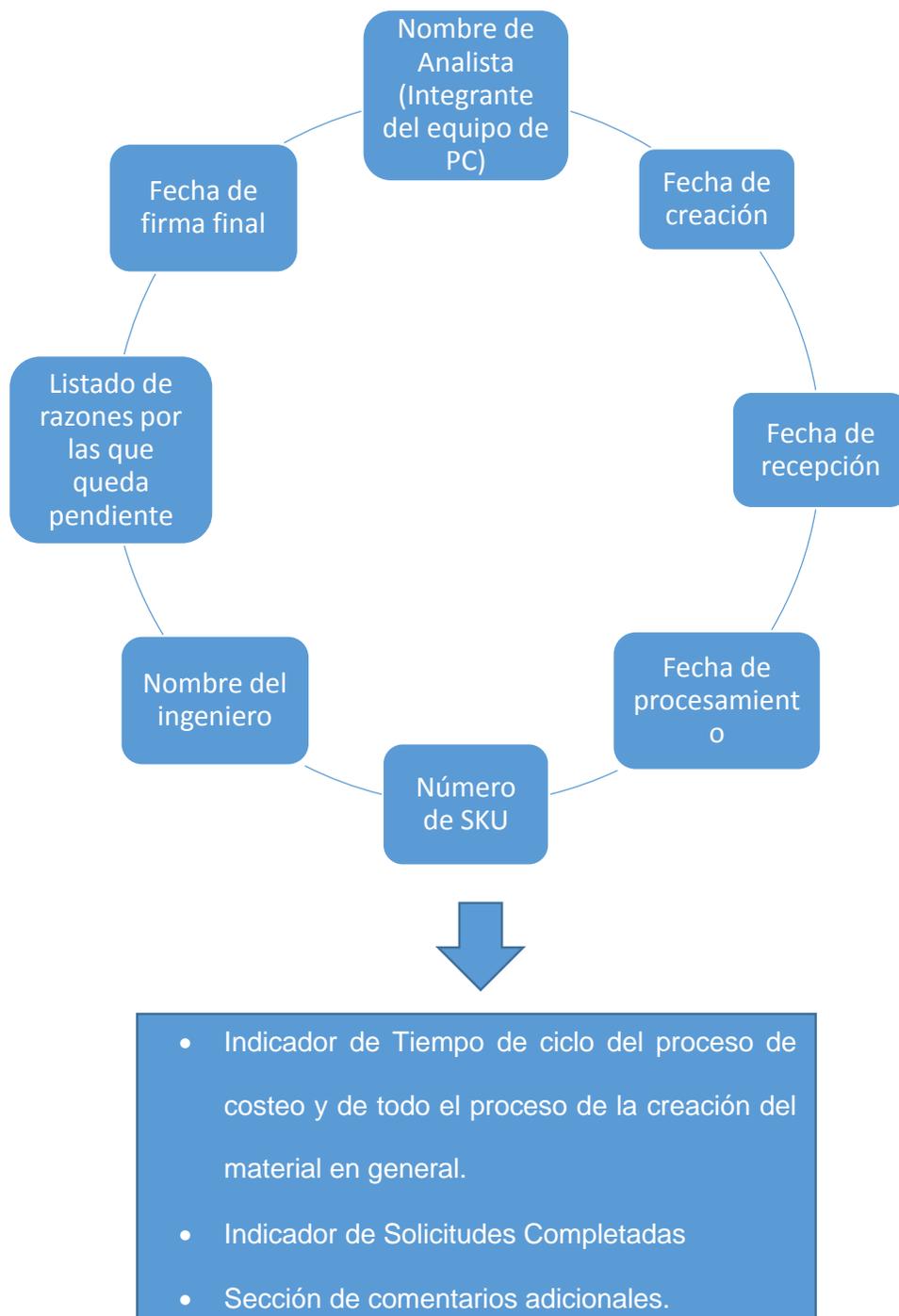
- **Fecha de procesamiento:** El equipo de PC recibe continuamente durante el día solicitudes de costeo y distintas consultas por parte de los solicitantes. El número de correos puede ascender hasta 150 por día y por ende puede que el equipo atienda la solicitud el mismo día o no, todo dependerá del volumen que se reciba. Por esto, es necesario incluir la fecha de procesamiento, porque puede ser distinta de la fecha de recepción.

- **Fecha de firma final:** Se trata de la fecha en que se firma la ficha técnica del material en el nivel 5 y se da por concluido el proceso de costeo. Esta fecha normalmente está asociada a la asignación del costo estático.

A su vez se consideró fundamental agregar el número de SKU, el nombre del ingeniero responsable de proveer el costo estático y un listado de razones por las cuales una solicitud puede quedar pendiente, esto para contar con los datos necesarios para dar un seguimiento efectivo y enfocado cuando una solicitud queda incompleta.

Resumiendo, la herramienta contiene los siguientes rubros en un orden lógico que facilitan el seguimiento, estandarización de la documentación y extracción de indicadores del nivel de servicio. Seguidamente, se muestra mediante un diagrama el contenido de la herramienta y la información que se extrae de la misma.

Figura 14. Diagrama del proceso



Fuente: Elaboración propia

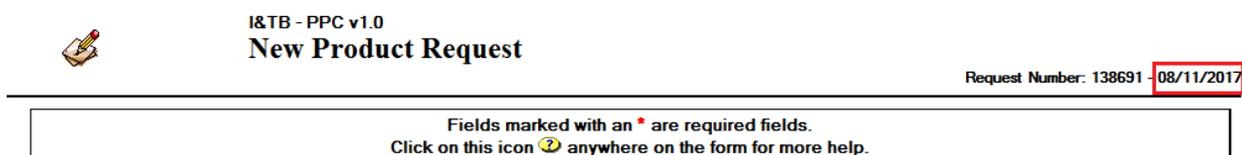
3. Uso de la herramienta.

A continuación, se detallan los pasos para el uso de la Herramienta de Seguimiento de solicitudes del equipo de Product Costing, la primera parte (A) contiene los campos que deben ser completados por el usuario y la segunda (B) las fórmulas que contiene el archivo que permiten la obtención de indicadores.

A. Debe crearse una herramienta para el usuario, y este deberá completar cada columna conforme vaya atendiendo cada solicitud, la herramienta cuenta con las siguientes columnas:

- **Analista:** Se coloca el nombre del usuario al que le pertenece la herramienta.
- **Fecha de creación:** Se extrae de la esquina superior derecha de la ficha técnica del material.

Figura 15. Ficha técnica del material



The screenshot shows a Lotus Notes form titled "New Product Request" with the version "I&TB - PPC v1.0". On the right side, the "Request Number" is "138691" and the date is "08/11/2017", with the date field highlighted by a red box. Below the title bar, there is a message box that reads: "Fields marked with an * are required fields. Click on this icon [help icon] anywhere on the form for more help."

Fuente: Lotus Notes 3M

- **Fecha de recepción de la solicitud:** Se extrae de fecha del correo que contiene la solicitud.

Figura 16. Correo de solicitud



Fuente: Outlook 2016

- **Fecha de procesamiento:** Se coloca la fecha del día en que se atiende la solicitud.
- **Función:** El equipo se encarga de crear un SKU en el sistema, a lo que se le llama PPC, asimismo se carga de subir los costos a cada material y por último atiende consultas de diferentes temas que puedan tener los solicitantes. Por lo que existe una columna que especifica la función que ejecutó el analista y este deberá añadirla conforme aplique en cada caso. Las funciones se definen concretamente entre PPC, Nuevo Costo y Consulta.
- **Grupo de negocio:** Según al grupo de negocio al que pertenezca la solicitud recibida así deberá especificarse en la herramienta, entre ellos: Consumo Masivo (CBG), Industrial (IBG), Seguridad y Soluciones Comerciales (SSBG), Cuidado de la Salud (HCBG) y Electricidad y Energía (EEBG).
- **División de negocio:** Cada grupo de negocio, a su vez, contiene divisiones por tipo de producto. Este detalle puede extraerse de la ficha técnica del producto. A continuación, se detallan algunas opciones:

- AB - Abrasivos IBG
- AC – Separación y purificación IBG
- AD – Adhesivos y Cintas IBG
- AT – Automovilística IBG
- AF – Industria de Minerales IBG
- BJ – Papelería y Suplementos de Oficina CBG
- BK – Automovilista post'venta IBG
- BL – Salud de Consumidor CBG
- CB – Transporte Comercial Aeroespacial IBG
- CH – Energía Renovable EEBG
- DA – Exhibidores EEBG
- DF – Seguridad Alimenticia HCBG
- DG – Prevención de Infección HCBG
- EB – Soluciones crónicas y críticas HCBG
- EF – Soluciones Orales HCBG
- EN – Seguridad Vial SGBG
- FL – Cinematografía y Cadena de Abastecimiento EEBG
- HG – Mercados de Comunicación Division
- KT – Soluciones Comerciales SGBG
- NA – Construcción y Hogar CBG
- NB – Cuidado del Hogar CBG
- WE - Farmaceútica HCBG

- **Número de SKU:** Esta información se obtiene de la ficha técnica del material.
- **Ingeniero:** Se coloca el nombre de la persona con el título de Ingeniero de Manufactura, esta información se extrae de la ficha técnica del material.
- **Razones por las que queda pendiente la solicitud:** En caso de que no pueda completarse una solicitud, deberá indicarse la razón por la cual queda incompleta, entre las razones están:
 - Factores de Conversión
 - Código Global y de Ventas
 - Otro
 - Ubicación de Empaque
 - Tipo de Material SAP
 - SKU Similar
 - Costo Estático
- **Primera firma:** Se coloca la fecha del día en que se firma la solicitud.
- **Segunda firma:** Se coloca la fecha del día en que se firma por segunda vez.
- **Comentarios:** Se coloca un comentario final que enfatice sobre la función que se realizó para la solicitud y bien alguna observación que facilite el seguimiento si queda pendiente.

B. La herramienta contiene, además, fórmulas que calculan los indicadores clave para medir el nivel de servicio para cada solicitud,

subrayadas en amarillo en la *figura #17*. Las formulas calculan el tiempo en días que se tardan desde el momento en que se recibe la solicitud y se completa por parte de equipo de PC, a esto es lo que se le llama Tiempo de Ciclo y también se incluye el tiempo completo de principio a fin de toda la creación de un material en los distintos sistemas, a este último se le conoce como Tiempo de Ciclo Completo. Por último, incluye el cálculo de Indicador de solicitudes completadas, por solicitud, indicador de suma importancia para medir el nivel de servicio del equipo.

5.5 La propuesta de Mejora

En este apartado, el equipo investigador compila y destaca, las mejoras aplicadas al proceso de costeos de 3M y herramientas desarrolladas para optimizar el rendimiento de los indicadores como el tiempo de ciclo. Cabe destacar, una vez más, que todas las mejoras a continuación mencionadas, fueron desarrolladas e implementadas a partir de los hallazgos y desperdicios identificados en el proceso como oportunidades de mejora y esto fue posible gracias a la aplicación exhaustiva de la metodología *Lean Manufacturing Systems*.

El hecho de destacar la propuesta de forma consolidada en un solo apartado de la investigación, responde a la necesidad de que esta pueda ser comprendida con mayor facilidad, que las herramientas puedan ser identificados como un todo y no como elementos aislados y, además, dedicar una sección al entregable más importante de la investigación: la propuesta de mejora.

Ahora bien, ya habiendo explicado en qué consiste este apartado, a continuación se enlistan y explican las 8 mejoras desarrolladas e implementadas por el grupo investigador:

1. Herramientas de monitoreo

La herramienta de monitoreo es una base de datos de Excel específica por cada miembro del equipo, esto quiere decir que cada integrante cuenta con su herramienta de seguimiento donde completa los rubros de la base de datos. A su vez, se creó una macro en Excel que se encarga de consolidar todas las herramientas individuales en una sola conocida la herramienta máster. Permite arrojar datos estadísticos para la mejora del servicio al cliente interno, además de facilitar el seguimiento requerido para completar solicitudes pendientes.

2. Calculadora de conversiones

Consiste en una calculadora de conversiones de medida necesaria para el costeo y manufactura de los productos 3M. Es una herramienta en Excel que calcula automáticamente conversiones entre diferentes medidas, por ejemplo, de yardas a metros. Al contar con esta información, los analistas pueden completar los datos en los sistemas respectivos sin tener que consultar al ingeniero y dejar la solicitud pendiente por conversiones de medida.

3. Archivo Master de la planta de manufactura

Consiste en un archivo máster que contiene todas las plantas de manufactura distribuidas por la categoría de producto que producen. Esta herramienta funciona como un sistema de consulta que independiza al equipo de Costeo de Productos de los ingenieros de manufactura para obtener esta

información, quienes anteriormente podían demorar hasta tres meses en proporcionar este dato.

4. Control de calidad

El grupo de investigadores desarrolló una guía con los parámetros estándar que deben seguirse para que la información cargada en los sistemas de inventario sea precisa según la ficha del material y la solicitud de costeo. Esto permite identificar oportunidades de mejora que prevengan futuros errores y por tanto retrabajo.

5. PPC Status Validator

Este subproyecto fue una creación del presente proyecto que ideó un motor de búsqueda que facilitara el seguimiento y visualización de las solicitudes pendientes, totalmente enfocada al cliente. El estatus de las solicitudes en trámite no estaba a disposición de los clientes, quienes se veían obligados a preguntar y generar largas cadenas de correos para averiguar datos de interés. Es así, que el equipo diseña un motor de búsqueda especializado y una base de datos, la cual ingresando el número de SKU arroja al cliente datos de valor como:

- Estatus: solicitud completa o incompleta.
- *Pending reason*: razón por la cual no se ha completado, en caso de que aplique. Arroja la información pendiente de proveerse para proseguir.
- Responsable: determina la persona responsable de proveer esa información pendiente.

- Último día de procesamiento: indica el último día que esa solicitud fue revisada.
- Grado de criticidad: dice si la solicitud de costeo es crítica, regular o bajo.

6. Priorización de seguimiento

Esta sub-tarea logró priorizar el seguimiento que se le da a las solicitudes de costeo a diario cuando estas, por falta de información o errores no pueden ser completadas en un espacio de tiempo ideal de 24 horas. Cuando esto sucede los analistas del equipo de costeos de 3M, se ven en necesidad de dar seguimiento individual de cada caso en aras de resolver los problemas que impiden que se concluya el costeo y conseguir la información mandatoria requerida. Estas labores de seguimiento se ejecutaban sin seguir ningún orden ni priorización, su único criterio de procesamiento era la hora de entrada de la solicitud, de forma que, podían quedar solicitudes críticas desatendidas –o atendidas tardíamente– mientras se daba seguimiento a solicitudes de costeo menos relevantes (el grado de importancia se define por urgencia, cliente, significancia monetaria y de manufactura). Es así, que como parte de este proyecto y bajo la metodología Lean, se decide priorizar el seguimiento de las solicitudes (esto sólo aplica para costeo de nuevos productos, mas no para actualización de costo de productos ya existentes).

- Se consiguió un dato crucial: la fecha prudencial o preliminar en que el área de manufactura de 3M necesita el costeo terminado para poder iniciar la preparación de las actividades de producción en planta, en inglés a esta fecha se le denomina

“Packout Standard due date”. Con este dato crucial, el equipo de costeos de 3M que, posteriormente, permitió a los analistas de costeo, priorizar cronológicamente y ejecutar el seguimiento de manera *Lean*, eficaz y eficiente, sin desperdicios.

7. Segunda firma

Parte de la mayor investigación de LMS, logró la implementación de una segunda firma. Antes de esto, el indicador de cycle time mostraba números sesgados, dado que este consideraba como tiempo de ciclo desde el día en que se recibía la solicitud de costeo del producto hasta el día del *“sign off”*, es decir, el día en que el analista de costeos firmaba como concluido el costeo. Esto era un indicador sesgado en el tanto tomaba en cuenta tiempos que no estaban dentro del umbral de control del equipo, ya que eran tareas bajo la responsabilidad de otros equipos como manufactura, compras, finanzas, mercadeo, entre otros.

8. Caducidad de inventario

En los casos donde sí existe un control respecto a los productos que no se encuentran costeados y se evita que salgan a la venta, conlleva a un escenario en el que el inventario se comienza a estancar y por lo tanto con el paso del tiempo corre el riesgo de caducar, por lo que generan un costo aún mayor para la empresa. Esto debido a que cuando los materiales no rotan dentro del inventario, es necesario tomar acción sobre ellos, ya que están generando costos de almacenaje e inclusive costo por no estar en venta. Por ello, una vez el proceso de costeo de productos empieza sus operaciones en Costa Rica, y se tomó el control de manera correcta de cómo manejar los procedimientos, esto tuvo una repercusión positiva sobre otros departamentos que toman acción respecto al

inventario caducado, es decir, que, al realizar el equipo de costeo un análisis más acertado y eficiente de asignación de costos para los productos, la cantidad de productos que quedan con un costo erróneo o con valor cero, disminuye, provocando una disminución en el retrabajo que debía hacer el equipo contable para ajustar el inventario en caducidad, así como que los productos podían ser despachados a tiempo para los clientes y no menos importante, los estados financieros de la empresa muestran cifras correctas, evitando dar información errónea, lo cual puede representar problemas éticos y legales para la empresa.

Todas las mejoras anteriormente mencionadas como propuesta de eliminación de desperdicios y de optimización, eficientizarían el proceso de costeos acercándolo más a alcanzar la meta de constituirse como proceso de manufactura esbelta. La cuantificación de los beneficios obtenidos a partir de las mismas se traducen en efectos de inventario, servicio al cliente, mejoras sobre el comportamiento de los indicadores de rendimiento, reducción en re-trabajo y sobre-procesamiento de las solicitudes de costeo y beneficios financieros resultantes son abordados en el siguiente capítulo, donde se resume el impacto financiero de la propuesta en cuestión.

5.6 Cuantificar los beneficios de la propuesta de mejora en el indicador de tiempo de ciclo del proceso de Product Costing de la empresa 3M

En este apartado de la investigación, el equipo tuvo como objetivo central cuantificar el impacto de la propuesta de mejora sobre cuatro áreas clave: el servicio al cliente, retrabajo, niveles de inventario y, el más importante, el impacto financiero global. El interés principal es demostrar que, efectivamente, este trabajo de investigación mejoró los indicadores de rendimiento del proceso de costos de 3M y derivó en beneficios significativos reales y traducibles en términos de tiempo y dinero, que son factores fundamentales cuando de medición de la eficiencia se trata, dentro de la metodología *Lean Manufacturing Systems*.

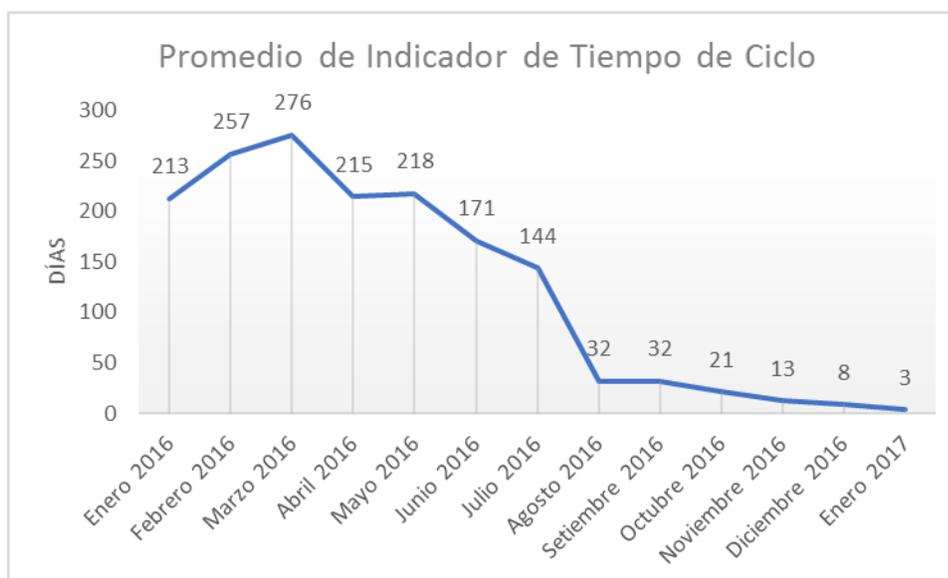
5.6.1 Análisis de impacto en servicio al cliente de la propuesta de mejora

El servicio al cliente es vital en toda compañía exitosa y 3M no es la excepción. 3M se distingue por ser una empresa líder en satisfacción de su amplia cartera de clientes de diversas áreas del mercado y por diseñar estrategias en función de cumplir las necesidades y expectativas de los mismos –tanto internos como externos- agregando valor y promoviendo relaciones comerciales sostenibles.

Según datos históricos, previo a la implementación de este proyecto, el equipo de costos reportaba en sus indicadores que el proceso de costo de un producto demoraba entre 1 y 365 días (lo cual constituye un escenario insostenible y contrario a las expectativas de eficiencia y servicio de los clientes y la compañía misma), no obstante, posterior a la aplicación de los planes de acción del equipo investigador, costear un

producto actualmente requiere entre 1 y 3 días (Figura 17). Lo cual significa una mejoría de un 99.18% en el tiempo de ciclo promedio. El rango actual de 1 a 3 días de duración por costeo sigue estando por encima de las 24 horas de meta de la compañía, sin embargo, constituye un avance extraordinario basado en la mejora continua—que se encuentra muy muy cerca del estado ideal- de la mano de una metodología líder mundialmente en la eficiencia máxima y la eliminación de desperdicios, como lo es *Lean Manufacturing Systems*.

Figura 17. Promedio de Indicador de Tiempo de Ciclo

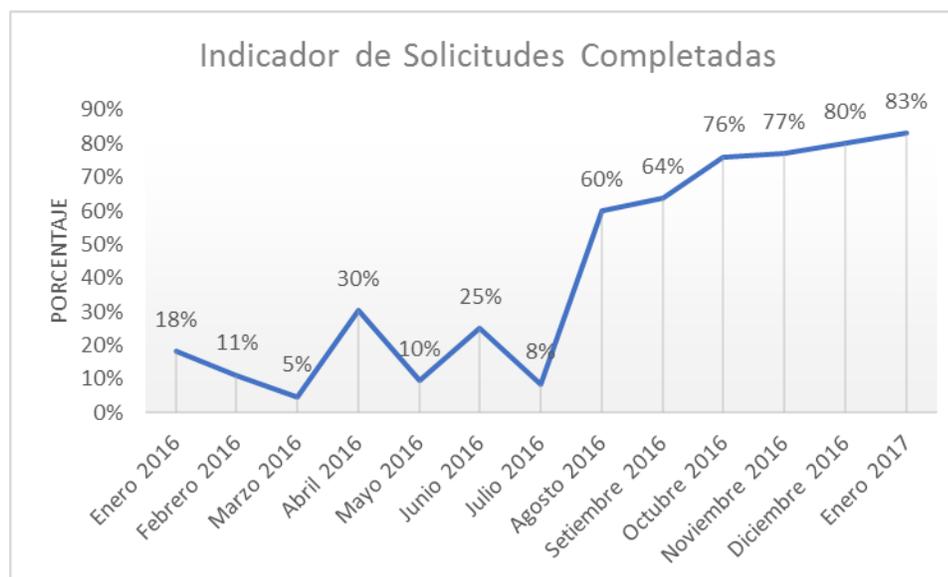


Fuente: Elaboración propia.

De igual manera, el indicador de solicitudes completadas (*Completion Rate*, en inglés) se vio afectado positivamente a partir de la implementación de las mejoras diseñadas por el equipo investigador. Tal y como demuestra la Figura 18 a continuación, antes del proyecto de mejora se completaban solo un 18% de las solicitudes de costeo

que recibía 3M en Costa Rica, porcentaje que evolucionó positivamente hasta alcanzar un 83% de costos completados del total recibidos cada 24 horas.

Figura 18. Indicador de Solicitudes Completadas.



Fuente: Elaboración propia.

Estos dos indicadores y su notable mejoría inciden directamente en la calidad y eficiencia del servicio al cliente de la compañía y ese el propósito medular de este apartado, responder a la interrogante: ¿Cómo se vio impactado el servicio al cliente de la compañía 3M, a partir de las mejoras implementadas en este trabajo de investigación? La respuesta es concreta, el servicio al cliente vio un ascenso marcado en su calidad en cuatro formas específicas, a saber:

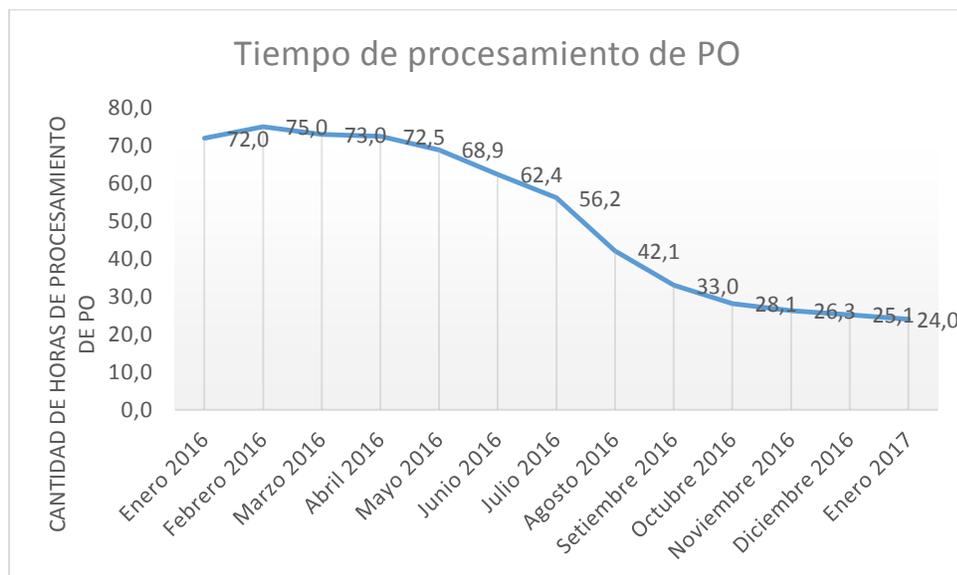
- a. Tiempo de procesamiento de órdenes de compra: antes de este proyecto, procesar una orden compra podía retrasarse por motivos de costeo, esto implica que clientes externos de gran importancia para 3M como Walmart y Target (dos de las cadenas de supermercados más grandes del mundo)

lidiaran con retrasos en las entregas de mercancía en sus bodegas y centros de distribución. La mejora en el proceso de costeos redujo los retrasos en el procesamiento de órdenes de compra. El proyecto logró que todo costo que esté interfiriendo en la entrega de una orden de compra sea identificado fácilmente con las nuevas herramientas *Tracking Tool* y se resuelva en no más de 24 horas de manera prioritaria siguiendo el procedimiento de un *Top 3 issue*, bajo la metodología Lean (*Apéndice 2*), asegurando así un tiempo de respuesta óptimo, suministro a tiempo y servicio al cliente de calidad que promueve una relación comercial estable y de mutuo beneficio.

Antes del proyecto, los productos no costeados que estaban interfiriendo en la entrega a tiempo de productos a los clientes, no recibían trato especial e identificarlo se volvía engorroso a falta de una herramienta estándar de seguimiento y monitoreo. Su identificación y procesamiento podía tardar hasta 72 horas, lo cual no iba en línea con el sentido de urgencia requerido en una empresa de primer mundo como 3M.

En conclusión, en términos logísticos la cadena de suministro de 3M vio una mejoría recalcable que se traduce en un incremento del 33% en el porcentaje de *Fill Rate* (en español, Tasa de relleno o Porcentaje de entregas) y 33% adicional en el *OTIF* (*On Time, In Full*; en español Porcentaje de Órdenes entregadas a tiempo y en forma y cantidad correcta).

Figura 19. Tiempo de Procesamiento de PO.



Fuente: Elaboración propia.

b. Facturación correcta: 3M mejoró el porcentaje de exactitud en su facturación (*Invoicing Accuracy*, en inglés). Antes de la implementación de estas mejoras en los costeos, 6 de cada 100 órdenes de compra se facturaban con el costo incorrecto (sin costo, o con costo no actualizado en el momento de la compra/venta), de manera que 3M incurría en la realización de cobros incorrectos –que podían ser más altos o más bajos- a sus clientes, lo cual se reflejaba en sus reportes de pérdidas y ganancias y en el retrabajo posterior para corregir esas facturaciones erróneas y compensar al cliente. Actualmente, haber mejorado el indicador de tiempo de ciclo en un 99.18% hace que solo 3 de cada 100 facturas presenten errores en sus costos. Y se espera que con futuros esfuerzos en mejora continua *Lean* se reduzca a menos de 1% de error en facturación en los próximos 3 años.

Figura 20. Facturación correcta



Fuente: Elaboración propia.

c. Lanzamiento de nuevos productos: 2 de cada 10 lanzamientos de nuevos productos enfrentaban retrasos para entrar al mercado antes del *Tracking Tool* diseñado este proyecto. Actualmente sólo 0,4 de 10 productos ven interferida su fecha de lanzamiento al mercado por razones de costeo.

Figura 21. Retraso en lanzamiento de nuevos productos.



Fuente: Elaboración propia.

d. SAMBC (Service as Measure By Customer): el equipo investigador de este proyecto, convencido de que el impacto en el servicio al cliente ha sido crucial, propone la implementación de un nuevo indicador de desempeño *Lean*: el SAMBC. Este indicador permitirá cuantificar con mayor precisión el servicio al cliente, utilizando como fuente de información la opinión más trascendental en el escenario logístico y de toda cadena de suministro eficiente: la opinión del cliente. La utilización del indicador se basa en una lista de los clientes más importantes a través de un Pareto, posteriormente se definen los criterios más importantes para estos clientes a nivel de servicio y basado en esto se compone el indicador, el cual pretende reunir la opinión que tienen los clientes del servicio de 3M.

El objetivo de utilizar este nuevo indicador es convertir la medición del servicio al cliente en un ciclo de información abierta, que reciba como entradas las opiniones diversas de cada cliente, reconociendo lo que resulta importante para cada uno de ellos. Esto es aprovechar la sinergia entre la metodología Lean y los conocimientos logísticos, dando paso a ideas modernas para la gestión de la cadena de suministro, que promuevan el desarrollo de planes estratégicos que deriven soluciones logísticas de primer mundo, tomando en cuenta que la logística no tiene una receta estándar para que una cadena funcione eficaz y eficientemente agregando valor, sino que, por el contrario, adopta la diversidad del mercado y se adapta a la diversidad ofreciendo soluciones especializadas para cada cliente y cada expectativa. Además, con el enfoque de ciclo de información abierta, 3M se permite crear un ambiente colaborativo y de confianza con sus clientes, que les permita tener el *input* (en español, flujo de entrada de información) de los mismos y modelar la cadena de suministro no sólo en el proceso de costeos, sino desde la planeación de la demanda (*forecasting*, en inglés), hasta la entrega final en punto de venta.

Es una propuesta absolutamente de vanguardia, en la que el equipo consigue añadir a los logros significativos de proyecto no sólo la mejoría notable en los números presentados anteriormente, sino también sembrar la cultura de mejora continua promoviendo nuevas ideas y un proyecto adicional: sí, un proyecto resultado de otro proyecto. Todo esto con la bandera *Lean* y en busca de la máxima eficiencia. Porque el equipo logró que 3M destine nuevos recursos a la investigación, benchmarking y desarrollo de un nuevo *Green Belt* que

implemente este nuevo indicador, redefiniendo el diálogo y la retroalimentación de los clientes a lo largo de la cadena y traduciéndolo a indicadores de monitoreables y susceptibles de planes de acción y de generación de estrategias conjuntas. Lo cual se vuelve una meta alcanzada adicional para esta tesis, puesto que el equipo promueve un nuevo proyecto ambicioso, con impactos financieros potenciales y en línea con la cultura de 3M: innovar para competir.

Por otra parte, en respuesta a la escala y alcance del proyecto principal que se ha desarrollado a lo largo de este escrito, el mismo requirió que se emprendieran varios sub-proyectos a menor escala, que fungieron como componentes de un todo global y medular: mejorar el indicador de tiempo de ciclo del proceso de costeos. De manera que, aunado a las mejorías mencionadas anteriormente, enseguida se detallan otros ahorros trascendentales traducidos a dólares y tiempo, que formaron parte de este proyecto e impactaron directa y positivamente el servicio al cliente.

- Sub-proyecto de Priorización de seguimiento: esta sub-tarea logró priorizar el seguimiento que se le da a las solicitudes de costeo a diario cuando estas, por falta de información u errores no pueden ser completadas en un espacio de tiempo idea de 24 horas. Cuando esto sucede los analistas del equipo de costeos de 3M, se ven en necesidad de dar seguimiento individual de cada caso en aras de resolver los problemas que impiden que se concluya el costeo y conseguir la información mandatoria requerida. Estas labores de seguimiento se ejecutaban sin seguir ningún orden ni

priorización, su único criterio de procesamiento era la hora de entrada de la solicitud, de forma que, podían quedar solicitudes críticas desatendidas –o atendidas tardíamente- mientras se daba seguimiento a solicitudes de costeo menos relevantes (el grado de importancia se define por urgencia, cliente, significancia monetaria y de manufactura). Es así, que como parte de este proyecto y bajo la metodología Lean, se decide priorizar el seguimiento de las solicitudes (esto sólo aplica para costeo de nuevos productos, mas no para actualización de costo de productos ya existentes).

¿Cómo se priorizó?

-Se consiguió un dato crucial: la fecha prudencial o preliminar en que el área de manufactura de 3M necesita el costeo terminado para poder iniciar la preparación de las actividades de producción en planta, en inglés a esta fecha se le denomina "*Packout Standard due date*". Conseguir este parámetro fue resultado de un arduo trabajo de *networking* multidisciplinario y visitas de campo a centros de producción entre especialistas de mercadeo, manufactura y costeos. Con este dato crucial, el equipo de costeos de 3M que, posteriormente, permitió a los analistas de costeos priorizar cronológicamente y ejecutar el seguimiento de manera *Lean*, eficaz y eficiente, sin desperdicios. Y así, por ejemplo, dar seguimiento óptimo y de calidad a las 5 solicitudes de costeo prioritarias al día, en vez de atender 20 de menor relevancia (con una fecha más amplia de margen de manejo). Esto impactó el servicio al cliente muy positivamente, como se demuestra a continuación:

▪ Subproyecto de Motor de Búsqueda automática: este subproyecto fue una tarea del presente proyecto que ideó la creación de un motor de búsqueda que facilitara el seguimiento ahora pensando en el cliente como beneficiado primordial. El equipo de costeos tiene la información y herramientas a su disposición para monitorear el estatus de un costeo, sin embargo, estas herramientas e información no están a disposición de los clientes, que se ven obligados a preguntar y generar largas cadenas de correos para averiguar datos de interés. Es así, que el equipo diseña un motor de búsqueda especializado y una base de datos, la cual ingresando el número de SKU arroja al cliente datos de valor como:

- Estatus: solicitud completa o incompleta.
- *Pending reason*: razón por la cual no se ha completado, en caso de que aplique. Arroja la información pendiente de proveerse para proseguir.
- Responsable: determina la persona responsable de proveer esa información pendiente.
- Último día de procesamiento: indica el último día que esa solicitud fue revisada.
- Grado de criticidad: dice si la solicitud de costeo es crítica, regular o bajo.

Este motor de búsqueda se denominó “*PPC status validator*”, el cual generó mejoras cuantificables, las cuales se demuestran en la Tabla 2.

- Subproyecto de Segunda Firma: este subproyecto parte de la investigación mayor de LMS logró la implementación de una segunda firma. Antes de esto, el indicador de cycle time mostraba números sesgados, dado que este consideraba como tiempo de ciclo desde el día en que se recibía la solicitud de costeo del producto hasta el día del “*sign off*”, es decir, el día en que el analista de costeos firmaba como concluido el costeo. esto era un indicador sesgado en el tanto tomaba en cuenta tiempos que no estaban dentro del umbral de control del equipo, ya que eran tareas bajo la responsabilidad de otros equipos como manufactura, compras, finanzas, mercadeo, entre otros. Partiendo de este punto, el equipo de costeos de 3M estaba reportando métricas muchas veces deficientes, o por debajo de las metas corporativas, como si fueran su responsabilidad. Ante ello, se ideó la implementación de la segunda firma (en inglés, “*Second sign off*”) la cual implicó la adaptación de los sistemas de costeos de manera que estos fueran capaces de cuantificar el tiempo de ciclo considerando únicamente el tiempo de procesamiento de las solicitudes en el lapso en el que el equipo era responsable. Esto se hizo posible con la segunda firma, que permitió que el equipo firmara como concluidas las solicitudes una vez completadas las tareas bajo su responsabilidad

–sin tener que esperar por tareas de otros responsables-y que el tiempo que transcurría después de ellas (tiempo invertido por otros equipos en otras tareas parte del costeo) no afectara injustamente el tiempo de ciclo y los responsables subsiguientes pudieran firmar la solicitud una vez que ellos terminaran sus tareas, por aparte.

El total cuantificado de recursos ahorrados anuales por la aplicación de subproyectos de mejora al Proceso de Costeo de Productos de la empresa 3M sobre el servicio al cliente mencionado anteriormente, se resume en la Tabla #2:

Tabla 2. Cuantificación de recursos ahorrados anuales por la aplicación de subproyectos de mejora sobre el servicio al cliente, de enero 2016 a enero 2017

Nombre del sub-proyecto	Recursos anuales invertidos antes del subproyecto de mejora		Recursos anuales invertidos después del subproyecto de mejora		Ahorro en horas percibido por sub-proyecto de mejora	Ahorro en dólares percibido por sub-proyecto de mejora
	Tiempo en horas	Monto en dólares	Tiempo en horas	Monto en dólares		
PPC Status Validator	489.6	\$ 16,476.92	163.2	\$ 10,984.62	326.4	\$ 5,492.31
Segunda Firma	291.5	\$ 5,587.08	38.87	\$ 728.75	252.6	\$ 4,868.33
Priorización de Seguimiento	697.5	\$ 422,524.04	348.75	\$ 352,103.37	348.8	\$ 70,420.67
Ahorro total por aplicación de sub-proyectos de mejora					927.8	\$ 80,771.31

Nota: Los valores son calculados tomando como base el valor en USD de un EJC (Equivalente a Jornada Completa). Se obtiene de dividir las horas de trabajo de varios empleados entre la cantidad de una jornada laboral completa) estándar de la empresa 3M y el tiempo en horas invertido antes y después del subproyecto de mejora.

Fuente: Elaboración propia.

Fuente: Elaboración propia.

5.6.2 Análisis del impacto de la propuesta de mejora sobre el retrabajo.

Esta sección de la investigación pretende elaborar un análisis del impacto, producto de la aplicación de mejoras al proceso sobre el retrabajo, uno de los principales detonantes de desperdicio de recursos dentro del Proceso de Costeo de Productos.

Como se ha mencionado anteriormente en la investigación, el desperdicio como una muda dentro del concepto y aplicación de LMS, es precisamente el sobreuso de recursos como tiempo y capital humano en la ejecución de los pasos que componen el proceso. La pregunta es, ¿por qué se genera o resultaba necesario un retrabajo dentro del proceso? A continuación, se describen las principales causas y consecuencias que conllevan a un retrabajo por parte de equipo de Product Costing.

- Solicitudes incompletas: Cuando una solicitud de costeo no contiene toda la información necesaria, debe enviarse un comunicado al solicitante y esperar respuesta. Una vez se cuente con los datos, se deberá trabajar por segunda ocasión en la misma solicitud, ocasionando un retrabajo para el equipo.
- Legado de trabajo: El proceso de Product Costing fue transicionado desde Estados Unidos, y cuando se recibió en Costa Rica, existían aproximadamente 800 solicitudes incompletas que se completaron durante el año 2017. El tiempo invertido en estas solicitudes antiguas, es tiempo y mano de obra que pudo haberse invertido en atender solicitudes nuevas y dejar menor cantidad sin completar.
- Ausencia de gestión de calidad (corrección de errores): No existía un método para revisar las solicitudes completadas, y se han detectado casos donde la

información no se cargó adecuadamente en los sistemas y deben corregirse posteriormente causando un retrabajo para el equipo.

El equipo de investigación partió de las anteriores circunstancias para desarrollar una serie de subproyectos basados en la metodología LMS, que permitan solucionar y amortiguar el desperdicio de recursos causado por el retrabajo. Seguidamente, se describen los subproyectos realizados y se cuantifica el impacto financiero de cada uno para beneficio de la empresa 3M.

- **Nuevas herramientas para seguimiento:** Se desarrolló una herramienta de Excel que consolida los datos de las solicitudes trabajadas por cada analista en un solo archivo y permite arrojar datos estadísticos para la mejora del servicio al cliente interno, además de facilitar el seguimiento requerido para completar solicitudes pendientes.
- **Herramientas de trabajo para asegurar solicitud recibida – solicitud completa:** Anteriormente, no existía un análisis de las razones por las cuales una solicitud queda pendiente por completar. Los investigadores realizaron un análisis de las cifras relacionadas con las razones de solicitudes incompletas y desarrollaron subproyectos para atacar estas razones y asegurar que un mayor número de las solicitudes recibidas queden completas desde el primer contacto con el equipo de Product Costing.

Precisamente, se crearon dos herramientas, la primera consiste en un archivo máster que contiene todas las plantas de manufactura distribuidas por la categoría de producto que producen. Esta herramienta funciona como un sistema

de consulta que independiza al equipo de Product Costing de los ingenieros de manufactura para obtener esta información, quienes anteriormente podían demorar hasta tres meses en proporcionar esta información. La segunda herramienta consiste en una calculadora de conversiones de medida que permite a cada analista deducir cada conversión y poder completar los datos en los sistemas respectivos sin tener que consultar al ingeniero y dejar la solicitud pendiente por conversiones de medida.

- **Herramienta para la gestión de calidad:** El grupo de investigadores desarrolló una guía con los parámetros estándar que deben seguirse para que la información cargada en los sistemas de inventario sea precisa según la ficha del material y la solicitud de costeo. Esto permite identificar oportunidades de mejora que prevengan futuros errores y por tanto retrabajo.

Una vez descritas y aplicadas las propuestas de mejora por parte de los investigadores, de la tabla #3 a continuación, se cuantifica el impacto financiero traducido en ahorro en la utilización de recursos, nuevos tiempos de trabajo por subproyecto:

Tabla 3 Cuantificación de recursos ahorrados anuales por la aplicación de subproyectos de mejora, de enero 2016 a enero 2017

Nombre del sub-proyecto	Recursos anuales invertidos antes del subproyecto de mejora		Recursos anuales invertidos después del subproyecto de mejora		Ahorro en horas percibido por sub-proyecto de mejora	Ahorro en dólares percibido por sub-proyecto de mejora
	Tiempo en horas	Monto en dólares	Tiempo en horas	Monto en dólares		
Nueva herramienta de seguimiento: Master Tracking Tool	756	\$ 14,344.62	84	\$ 1,421.54	672.00	\$ 12,923.08
Archivo Master de Plantas de Manufactura	214	\$ 5,487.18	42.8	\$ 2,194.87	171.20	\$ 3,292.31
Calculadora de conversiones de unidades de medida	336	\$ 6,404.96	33.22	\$ 640.50	302.78	\$ 5,764.47
Guía para la medición de calidad de solicitudes completadas	150	\$ 2,855.77	15	\$ 259.62	135.00	\$ 2,596.15
Ahorro total por aplicación de sub-proyectos de mejora						\$ 24,576.00

Nota: Los valores son calculados tomando como base el valor en USD de un EJC (Equivalente a Jornada Completa- Se obtiene de dividir las horas de trabajo de varios empleados entre la cantidad de una jornada laboral completa) estándar de la empresa 3M y el tiempo en horas invertido antes y después del subproyecto de mejora.

Fuente: Elaboración propia.

Para cada sub-proyecto se tomaron los tiempos antes y después de la utilización (mediante el soporte brindado por el Ingeniero de Proceso, el cual cronometró la ejecución del proceso por parte de cada Analista) de las herramientas de mejora, la diferencia entre ambos escenarios resulta en el beneficio o ahorro de recursos obtenidos en cada caso. El valor de cada hora se deriva de un valor calculado por 3M que corresponde al monto en dólares que la empresa paga a un colaborador del perfil (Analista) de los miembros del equipo de Product Costing en promedio anualmente.

Las herramientas de mejora permitieron ahorrar en materia de retrabajo un total de \$24 576, 00 que son equivalentes a las horas de trabajo que ya no debe invertir 3M para lograr atender todas las solicitudes de costeo. El equipo de investigación logró implementar mejoras que permiten un uso eficiente de los recursos.

5.6.3 Análisis de impacto en inventario de la propuesta de mejora:

Una empresa que, para su funcionamiento, las ventas sean su objetivo número, el inventario tiene que ser uno de los factores que más atención debe tener. Por ello, es importante que la totalidad del inventario tenga su debido costo cargado, esto para que, a nivel contable, la información sea fidedigna. El hecho de que existan desajustes por falta de costo o errores de costeo puede generar se den pérdidas considerables y afecte directamente las finanzas de la empresa. Para tratar de que estos problemas se den, el equipo tomó las siguientes consideraciones:

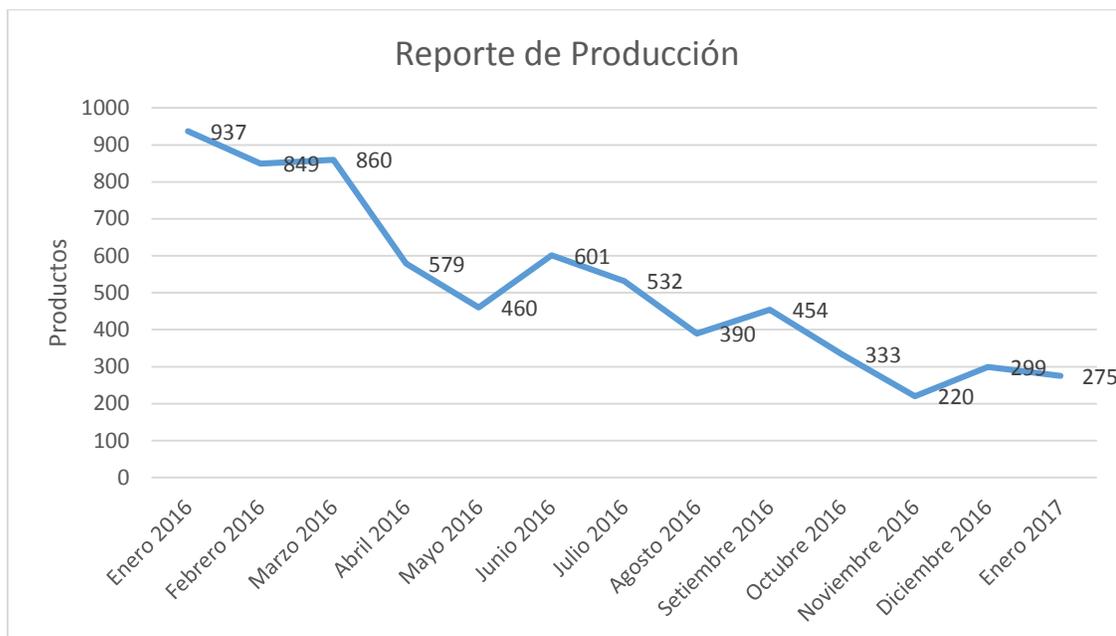
- Reporte de producción:

Para 3M, este tema es de vital atención, por lo que desde que se inició el proceso de transición de costeo de productos a Costa Rica, se tomó en consideración un reporte que incluyera todos los productos que se encuentran ya

en inventario pero que aún no se encuentran costeados y están representando un desbalance en los estados financieros de la empresa. Este reporte pretende dar seguimiento de estos productos que no están costeados, de manera que se envíe a las personas encargadas de proporcionarlos, no solo estén enterados de que se encuentra pendiente la asignación de costos, sino que también se les informa que deben de enviarlo o hacer la aclaración acerca de si el producto va a ser excluido del inventario, por lo tanto, no requeriría costo.

Anteriormente, no existía forma de controlar esta traba en el proceso, por lo que la cantidad de inventario activo que no se estaba costeadado a nivel de plantas en Estados Unidos, estaba alcanzando niveles alarmantes, por la falta de control, cerca de 1000 productos no tenían costo, ya que un producto sin costo no debería salir a la venta, provocando que el reporte de ganancias para la empresa se encontrará distorsionado, ya que se estaba vendiendo al cliente final materiales que aún no tenían costos, que para dar un ejemplo, un producto que al cliente se le vende en US\$1, y que tenga un costo de \$0,5, por lo cual se deba reportar como ganancia \$0,5, al no estar costeadado, la totalidad del precio del producto era considerado como ganancia, lo cual como se mencionó anteriormente estaba causando errores en los estados financieros de la empresa 3M.

Figura 22. Reporte de Producción.



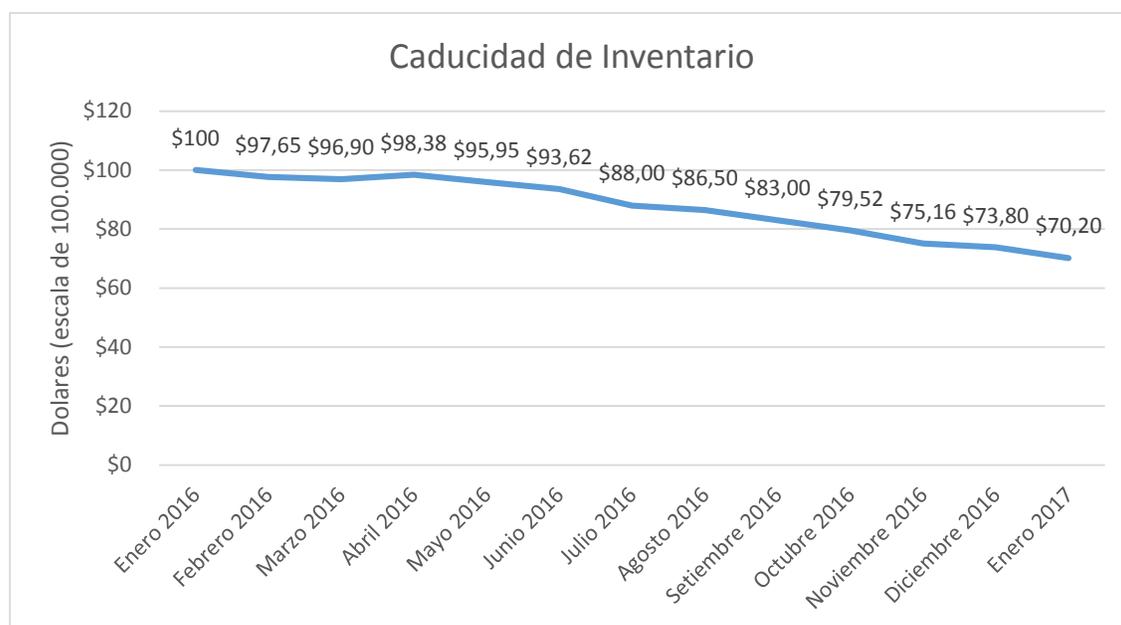
Fuente: Elaboración propia

- Caducidad de Inventario

En los casos donde sí existe un control respecto a los productos que no se encuentra costeados y se evita que salga a la venta, conlleva a un escenario en el que el inventario se comienza a estancar y por lo tanto con el paso del tiempo corre el riesgo de caducar, por lo que generan un costo aún mayor para la empresa. Esto debido a que cuando los materiales no rotan dentro del inventario, es necesario tomar acción sobre ellos, ya que están generando costos de almacenaje e inclusive costo por no estar en venta. Por ello, una vez el proceso de costeo de productos empieza sus operaciones en Costa Rica, y se tomó el control de manera correcta de cómo manejar los procedimientos, esto tuvo una repercusión positiva sobre otros departamentos que toman acción respecto al

inventario caducado, es decir, que, al realizar el equipo de costeo un análisis más acertado y eficiente de asignación de costos para los productos, la cantidad de productos que quedan con un costo erróneo o con valor cero, disminuye, provocando una disminución en el retrabajo que debía hacer el equipo contable para ajustar el inventario en caducidad, así como que los productos podían ser despachados a tiempo para los clientes y no menos importante, los estados financieros de la empresa muestran cifras correctas, evitando dar información errónea, lo cual puede representar problemas éticos y legales para la empresa.

Figura 23. Caducidad de Inventario



Fuente: Elaboración propia.

Por una simple acción desarrollada de manera correcta, eficaz y eficiente, que es asegurarse de que los materiales tengan el costo correcto, se genera una reacción en cadena que finalmente representa una disminución en los gastos por ajustar inventario que caducó por errores en costeo.

- Precisión del valor contable de los inventarios:

El presente proyecto impacto positivamente el valor contable de los inventarios para 3M en todas sus áreas de negocio. Esto se deriva de que el proceso de costeo, cuando fue traído a Costa Rica y a partir de las mejoras y nuevas herramientas de la metodología LMS, implementadas por el equipo investigador, incrementaron la exactitud en los reportes contables de la compañía.

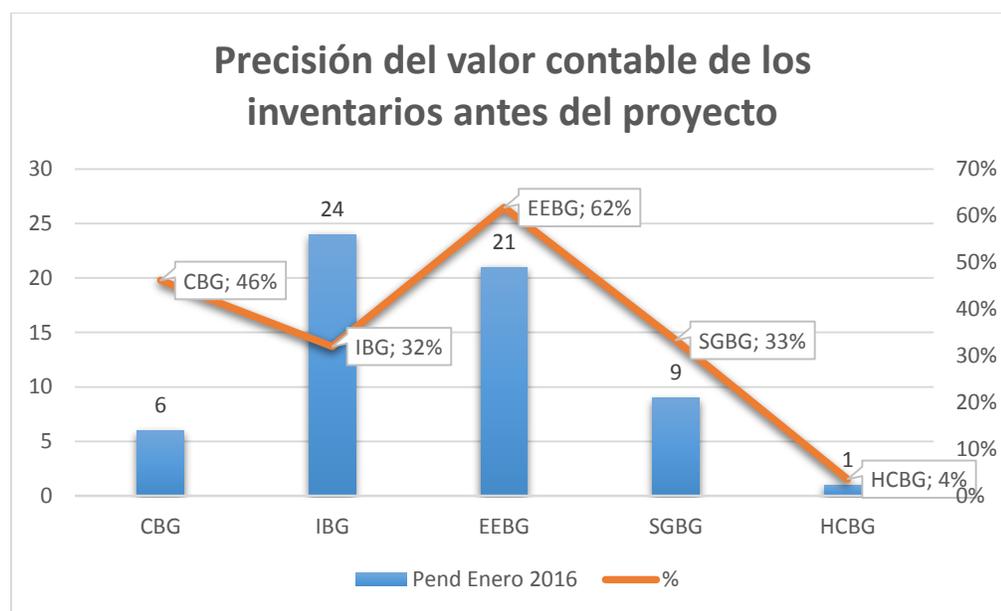
La medición de los inventarios, en toda compañía global, es un proceso delicado y de suma relevancia, debido al impacto que este tiene sobre el reporte de pérdidas y ganancias de la empresa y sobre todo por su relación con la ética, confiabilidad y la forma fidedigna en que sea presentado en los mercados internacionales.

Dado que el proceso de costeo de la compañía afecta otros departamentos, la acción eficiente y eficaz del equipo de costeo, resultó en mejoras reflejadas en procesos dentro de la misma cadena de valor. En este caso, el proceso contable de inventarios.

Para medir la precisión del valor contable, cada fin de mes se realiza una revisión del margen de error que pueda presentarse en la asignación de costo de los productos, con esto el departamento contable trabaja en conjunto con el equipo de costeo de productos para minimizar estos errores y realizar las correcciones debidas en los costos.

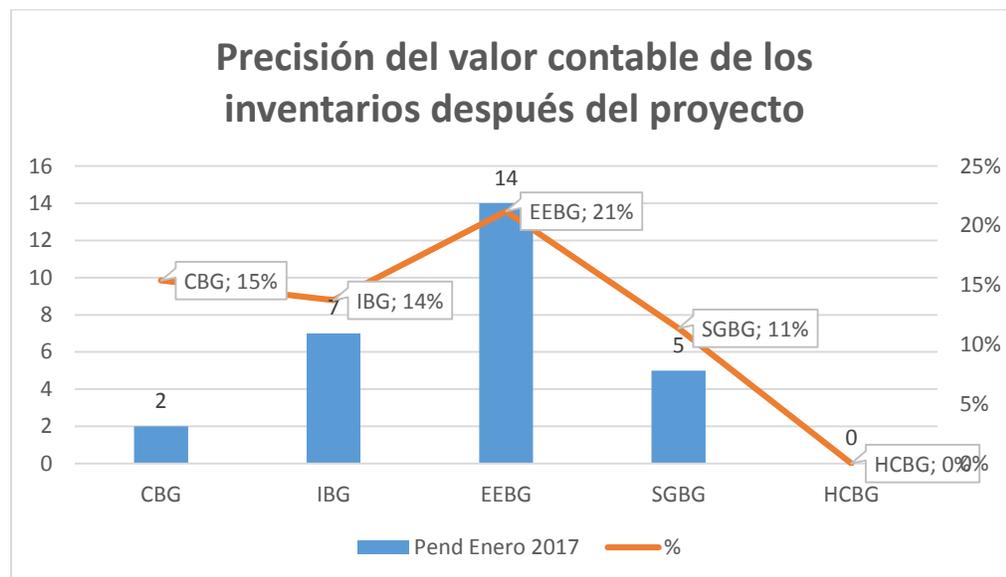
A continuación, se muestra este proceso separado por grupo de negocio, con respecto a los casos, que quedaban sin atender por falta de seguimiento, antes y después de que el equipo de costos tomara acción sobre los costos, notándose la disminución en la cantidad de casos pendientes.

Figura 24. Precisión del valor contable de los inventarios antes del proyecto.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 25. Precisión del valor contable de los inventarios después del proyecto.



Fuente: Elaboración propia

Es necesario aclarar que, a nivel de impacto financiero, este punto no debe considerarse, ya que no puede representarse con valores absolutos, debido a que cada caso, al ajustar el costo, puede representar pérdida o ganancia dentro de los estados financieros de la empresa. Por lo tanto, como se mostró anteriormente, logró disminuirse la cantidad de casos revisados por cada división.

5.6.4 Análisis de Impacto Financiero de la propuesta de mejora.

En conclusión, el objetivo central de la Tabla #4 a continuación es resumir de manera clara, precisa y, sobre todo, cuantificable en términos de dinero y tiempo (ambos recursos clave en la medición de la eficiencia) los beneficios obtenidos a partir de la implementación del presente proyecto de investigación con el uso de la metodología LMS.

Tabla 4. Cuantificación de recursos ahorrados anuales por la aplicación de subproyectos de, de enero 2016 a enero 2017

Nombre del sub-proyecto	Recursos anuales invertidos antes del subproyecto de mejora		Recursos anuales invertidos después del subproyecto de mejora		Ahorro en horas percibido por sub-proyecto de mejora	Ahorro en dólares percibido por sub-proyecto de mejora
	Tiempo en horas	Monto en dólares	Tiempo en horas	Monto en dólares		
Nueva herramienta de seguimiento: Master Tracking Tool	756	\$ 14,344.62	84	\$ 1,421.54	672.00	\$ 12,923.08
Archivo Master de Plantas de Manufactura	214	\$ 5,487.18	42.8	\$ 2,194.87	171.20	\$ 3,292.31
Calculadora de conversiones de unidades de medida	336	\$ 6,404.96	33.22	\$ 640.50	302.78	\$ 5,764.47
Guía para la medición de calidad de solicitudes completadas	150	\$ 2,855.77	15	\$ 259.62	135.00	\$ 2,596.15
PPC Status Validator	489.6	\$ 16,476.92	163.2	\$ 10,984.62	326.4	\$ 5,492.31
Priorización de Seguimiento	697.5	\$ 422,524.04	348.75	\$ 352,103.37	348.75	\$ 70,420.67
Reporte de producción	192	\$ 3,222.69	48	\$ 799.62	144	\$ 2,423.07
PPC Status Validator	489.6	\$16,476.92	163.2	\$10,984.62	326.4	\$ 5,492.31
Segunda Firma	291.5	\$5,587.08	\$38.87	\$728.75	252.6	\$ 4,858.33
Priorización de Seguimiento	697.5	\$422,524.04	348.75	\$352,103.37	348.8	\$ 70,420.67
Caducidad de inventario	NA	\$ 100,000.00	NA	\$ 70,200.00	NA	\$ 29,800.00
Ahorro total por aplicación de sub-proyectos de mejora					3027.93	\$ 183,683.36

Nota: Los valores son calculados tomando como base el valor en USD de un EJC (Equivalente a Jornada Completa)- Se obtiene de dividir las horas de trabajo de varios empleados entre la cantidad de una jornada laboral completa) estándar de la empresa 3M y el tiempo en horas invertido antes y después del subproyecto de mejora.

Fuente: Elaboración propia.

Asimismo, se concluye como exitosamente cumplido el objetivo central de este proyecto de analizar del proceso de costeo de productos de la empresa 3M para el mejoramiento del indicador de tiempo de ciclo, con una mejoría alcanzada de dicha métrica, lo cual se demuestra a continuación:

Cuadro 3. Indicador de Tiempo de Ciclo del proceso de costeos

Indicador de Tiempo de Ciclo del proceso de costeos	
Antes del proyecto	Después del proyecto
8,760 (Hasta 365 días)	24 horas (1 día)
Porcentaje de mejoría	99.70%
Mejoría en tiempo	8,736 horas

Fuente: Elaboración propia

VI. CONCLUSIONES

- Se concluye como exitosamente cumplido el objetivo central de este proyecto de analizar el proceso de costeo de productos de la empresa 3M para el mejoramiento del indicador de tiempo de ciclo, con una mejoría alcanzada de dicha métrica, de un 99,7%, pasando de 365 días en un inicio a 1 días por procesamiento de solicitudes de costeo, después de la implementación de la mejora
- El indicador de tiempo de ciclo es el principal conductor y eje central de la medición de desempeño del proceso de costeo de productos, por lo tanto, funcionó como punto de referencia medular para la determinación e implementación de la presente propuesta de mejora.
- La gestión de procesos mediante indicadores clave de desempeño hace posible comprender dentro de la dinámica de negocios y la logística global, que la eficiencia operacional y el monitoreo del rendimiento son imperativos en el escenario corporativo y competitivo actual dentro de la cultura de mejora continua y búsqueda de la eficiencia máxima. Esto permitió mejorar otros indicadores como el retrabajo, servicio al cliente, inventario estancado en la cadena de suministros y las demoras en el proceso por falta de información (de 8 a 0 días para completar una solicitud), para un total de reducción del desperdicio de un 88%.
- Las principales causas de desperdicio en el proceso de costeo de productos de 3M son en orden de relevancia porcentual: falta de costo estático (41.4%), ubicación de empaque (19,2%), factores de conversión (13,8%) y falta de unidades de medida (5,31%), de manera que, siguiendo el principio de

Diagrama de Pareto, los anteriores constituyen las causas que provocan el 80% del desperdicio.

- Un proceso de manufactura esbelta requiere de herramientas de monitoreo y seguimiento, que cumplan con los siguientes atributos: estandarizadas y homogéneas, medibles, objetivas, automatizadas, exhaustivas y estrechamente ligadas a los indicadores de rendimiento.

- Se concluye que a partir de una inversión total de \$2 100 se obtuvieron los siguientes beneficios en tiempo ahorrado en demoras dentro del proceso que se refleja en su equivalente en dinero: servicio al cliente experimentó una mejoría de 927,8 horas equivalentes a \$80 771,31, el retrabajo se vio impactado con un descenso de 1280.98 horas que representa \$24 576. Los inventarios de la misma forma se vieron impactados de manera positiva, ahorrando \$29 800 anuales por caducidad, mejorando a su vez en un promedio de 12,2% la precisión de su valor contable, además la producción reportada sin costo se redujo en un 29%. Para un beneficio total del proyecto de 3 027,93 horas de ahorro en proceso, traducidas en dinero el \$183 683,36.

VII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda que, para evitar que una solicitud de costeo se quede sin completar, afectando los indicadores de rendimiento, se implemente un formulario de verificación, dirigida hacia los solicitantes, para identificar previamente información mandatoria faltante para procesar la solicitud.
- Si bien, el equipo de investigación realizó esfuerzos para lograr automatizar procesos que anteriormente eran manuales, como las calculadoras de conversiones y el tracking tool, aún existen oportunidades para mejorar otros subprocesos relacionados con el costeo de productos, como la carga del costo estático, mediante creación de macros, SQL, *Power Querrys* y *Dashboards* automatizados para obtener métricas diarias. Esta recomendación sería dirigida al ingeniero de procesos del equipo.
- Se recomienda al equipo de costeo de productos, la implementación de un nuevo indicador de desempeño: el SAMBC (*Service as Measure by Costumer*). Este indicador, permitiría cuantificar con mayor precisión el servicio al cliente, utilizando como fuente de información la opinión más trascendental en el escenario logístico y de toda cadena de suministro eficiente: la opinión del cliente.
- Se propone destinar mayores recursos al entrenamiento y actualización de proyectos *Green Belt* de todo el equipo de costeos en el manejo de la metodología LMS, de manera que el 100% cuente con la capacidad de liderar e implementar proyectos de mejora continua de categoría LSS *Green Belt*.

VIII. REFERENCIAS

3M Company (2016). 3M LMS Journey started. Disponible desde: http://3msource.mmm.com/wps/portal/3M/en_US/3M-Source

3M (2016). Historia de 3M. Disponible en: http://solutions.3m.com/wps/portal/3M/es_CR/about-3M/information/more-info/history/

3M (2016). Quienes somos. http://solutions.3m.com/wps/portal/3M/es_CR/about-3M/information/about/us/

50Minutos.es. (2016). El principio de Pareto: Optimice su negocio con la regla del 80/20. 50Minutos.es.

Aguilar, P. R. (2002) Aguilar, P. R. (2002). Manufactura Delgada (Lean) y Seis Sigma en empresas mexicanas: experiencias y reflexiones. Revista de Contaduría y Administración, 51-69.

Alastair-M. (sf). Calculating Process Efficiency in Transactional Projects. Artículo electrónico. Disponible desde: <https://www.isixsigma.com/tools-templates/capability-indices-process-capability/calculating-process-efficiency-transactional-projects/>

Arnheiter, E. D., & Maleyeff, J. (2005). The integration of Lean Management and Six Sigma. The TQM magazine, 17(1), 5-18.

Arrieta Posada, J. G., Botero Herrera, V. E., Martínez, R., & Jimena, M. (2010). Benchmarking sobre Manufactura Esbelta (Lean Manufacturing) en el sector de la confección en la ciudad de Medellín, Colombia. Journal of Economics, Finance and Administrative Science, 15(28), 141-170.

Bianchiotti, F. (2014). <http://sistemas.unla.edu.ar>. Obtenido de <http://sistemas.unla.edu.ar>: <http://sistemas.unla.edu.ar/sistemas/redisla/ReLAIS/relais-v2-n2-99-106.pdf>

Bosch Rexroth (sf). About Bosch Rexroth. Disponible desde: <https://www.boschrexroth.com/en/us/company/about-bosch-rexroth/index>

Cambridge University Press. (2011). Cambridge Business English Dictionary. En C. U. Press, Cambridge Business English Dictionary (pág. 843). Cambridge: Cambridge University Press.

Carreras, M. R., & García, J. L. S. (2010). Lean Manufacturing. La evidencia de una necesidad. Ediciones Díaz de Santos.

Correa, F. G. (2007). Manufactura Esbelta (Lean Manufacturing). Principales Herramientas. Revista Raites, 1(2), 85-112.

Cyger, M. (2015). iSixSigma. Obtenido de iSixSigma: <https://www.isixsigma.com/about-isixsigma/>

Diccionario de la Real Academia Española (s.f.) *Desperdicio*. Disponible en <http://dle.rae.es/?id=DKnTevV>

Diccionario de la Real Academia Española (s.f.) *Proceso*. Disponible en <http://dle.rae.es/?id=UFbxsxz>

Emiliani, M. L. (2006). Origins of lean management in America: The role of Connecticut businesses. Journal of management History, 12(2), 167-184.

Feld, W. M. (2000). Lean manufacturing: tools, techniques, and how to use them. CRC Press.

Fukui, R., Honda, Y., Inoue, H., Kaneko, N., Miyauchi, I., Soriano, S., & Yagi, Y. (2003). Manual de administración de la calidad total y círculos de control de calidad. Volumen I.

Garay, J. A. D., Cicedo, P. F., & Cadavid, L. R. Aplicación de herramientas de pensamiento sistémico para el aprendizaje de Lean Manufacturing Applying systems thinking to Lean Manufacturing learning. Guía de implementación HI7 para sistemas de notificación obligatoria en salud pública en Colombia 3.

García, E. B. (2007). Marketing Relacional.: Cree Un Plan de Incentivos Eficaz. En E. B. García, Marketing Relacional.: Cree Un Plan de Incentivos Eficaz (pág. 41). Netbiblo.

García, M., Quispe, C. & Ráez, L. (2014). Mejora continua de la calidad en los procesos. Industrial Data, 6(1), 089-094.

González, M. I. (2010). Los públicos en las relaciones públicas. En M. I. González, Los públicos en las relaciones públicas (pág. 57). Catalunya: Editorial UOC.

Guzmán, A. (2015). ¿Qué es el Black Belt de Six Sigma? EHow. Disponible desde: http://www.ehowenespanol.com/black-belt-six-sigma-sobre_491606/

Ishikawa, K. (1997). ¿Qué es el control total de calidad?: La modalidad japonesa. Editorial Norma.

Jimeno, J. (2013). Ciclo PDCA (Planificar, Hacer, Verificar y Actuar): El círculo de Deming de mejora continua. PDCA Home. Disponible desde: <http://www.pdcahome.com/5202/ciclo-pdca/>

Junta de Comunidades de Castilla – La Mancha. (2017). Auxiliar Técnico Educativo. Madrid: Editorial CEP S.L.

K. Muraliharan. (2015). Six Sigma for Organizational Excellence: A Statistical Approach. Springer. Pag. 559-560.

Kume, H., Vasco, E., & Kume, H. (1992). Herramientas estadísticas básicas para el mejoramiento de la calidad. Editorial Norma.

Liker, J. K. (1997). Becoming lean: Inside stories of US manufacturers. CRC Press.

Linton, I. (2016) The importance of continuous improvement for business and commercialization. Demand Media & Houston Voice. Disponible desde: <http://pyme.lavoztx.com/la-importancia-de-la-mejora-continua-en-la->

Lowenthal, J. N. (2003). Guía para la aplicación de un proyecto Seis Sigma. FC Editorial.

Mayorga, C. (2017) Entrevista: “Oportunidades de mejora en el proceso de costeos de 3M Costa Rica”. Entrevistador: Kelly González Garcés.

MIT. (2001). <http://www.training.com.br>. Obtenido de <http://www.training.com.br>: http://www.training.com.br/download/sap4_basic.pdf

Otto Valle y Otto Rivera. (20 de octubre del 2008). Organización de Estados Iberoamericanos . Obtenido de Organización de Estados Iberoamericanos :
file:///C:/Users/A6KV3ZZ/Downloads/mONITOREOEINDICADORES.pdf

Padilla, L. (2010). Lean manufacturing manufactura esbelta/ágil. Revista Electrónica Ingeniería Primero ISSN, 2076, 3166.

Peter L. King, J. S. (2015). Value Stream Mapping for the Process Industries: Creating a Roadmap for Lean Transformation. En J. S. Peter L. King, Value Stream Mapping for the Process Industries: Creating a Roadmap for Lean Transformation (pág. 13). Florida: CRC Press.

Riera, R. B. (5 de setiembre de 2011). Término: INDICADORES. Obtenido de <http://diccionario.pradpi.org>:
http://diccionario.pradpi.org/inicio/index.php/terminos_pub/to_pdf/80

Roberto Hernández Sampieri (1991). Metodología de la Investigación. Primera edición. McGraw-Hill Interamericana De México. Documento electrónico. Disponible desde: <http://www.dgsc.go.cr/dgsc/documentos/cecaedes/metodologia-de-la-investigacion.pdf>

Rother, M., & Shook, J. (2003). LEARNING TO SEE. Massachusetts, EEUU: Lean Enterprise Institute.

Sastre, M. A. (2009). Diccionario de Dirección de Empresas y Marketing. En M. A. Castillo, Diccionario de Dirección de Empresas y Marketing (pág. 232). ECOBOOK.

Suárez-Barraza, M. F., & Ramis-Pujol, J. (2008). Aplicación y Evolución de la Mejora Continua de Procesos en la Administración Pública. Globalización, Competitividad y Gobernabilidad de Georgetown/Universia, 2(1).

Tague, N. (2005). Quality Toolbox. Segunda Edición. ASQ Quality Press. Págs.200-249.

Tejero, J. J. (2007). Innovación y mejora de procesos logísticos: Análisis, diagnóstico e implantación de sistemas logísticos. En S. P. Julio Juan Anaya Tejero, & J. Anaya Tejero, Innovación y mejora de procesos logísticos: Análisis, diagnóstico e implantación de sistemas logísticos (pág. 107). ESIC Editorial.

Terrés-Speziale, A. M. (2007). SIX SIGMA. Determinación de metas analíticas. *Rev Mex Patol Clin*, 54(1), 28-39.

Toyota (2016). The origin of the Toyota Production System. Disponible en: http://www.toyota-global.com/company/vision_philosophy/toyota_production_system/origin_of_the_toyota_production_system.html

Valadez, A. R. J. (2005). ISO 9000: 2000: estrategias para implantar la norma de calidad para la mejora continua. Editorial Limusa.

Vargas, A. (1995). Estadística Descriptiva e Inferencial. Universidad de Castilla-La Mancha.

Wheat, B., Mills, C., & Carnell, M. (2004). *Seis sigma: una parábola sobre el camino*

IX. APENDICES

Apéndice 1.

Cuestionario aplicado a Carlos Mayorga, Ingeniero Analista de Procesos de 3M Costa Rica, especialista en el proceso de costeos.

1. ¿Qué es el completion rate?

El *Completion Rate* (en español, tasa de finalización o porcentaje de completitud) señala se define como un indicador clave de rendimiento, que indica el porcentaje de solicitudes de costeo que fueron completadas, sobre el total recibido en 24 horas.

2. ¿Qué es el cycle time?

El cycle time es el tiempo transcurrido desde que el costeo de un producto es solicitado, hasta el momento en que es completado.

3. ¿En qué consiste el proceso de costeo de productos de 3M?

El proceso de costeos es ejecutado en la compañía 3M para asignar un costo monetario de producción producto fabricado y comercializado por la empresa, se realiza en conjunto con el área de manufactura de cada división de negocio. El mismo abarca desde que se recibe una solicitud de costeo, el SKU es creado en un sistema *Legacy* llamado *GGSM* y finalmente es firmada la solicitud, de manera que pueden ser vendidos en el mercado, facturados y adquieren el atributo de transaccionabilidad.

Apéndice 2

Cuestionario aplicado a Al Erickson, financiero especialista de costeo de productos de 3M.

1. ¿Qué es el costo estático?

Se define como el costo estático de un producto o material manufacturado por la empresa 3M. Es un valor nominal expresado en la moneda oficial de la empresa, el dólar americano sobre el cual se calcula el margen de utilidad a obtener en cada venta de determinado artículo. Por razones de confidencialidad no puede revelarse la manera de calcular el costo, sin embargo, este se compone de elementos fijo y variables y es calculado únicamente por el ingeniero especialista de producto y de área de negocio.

2. ¿Cómo se expresa el costo estático?

Además, según Nguyen (2017), ingeniero especialista de producto de 3M, el costo estático se calcula y expresa de manera unitaria, es decir, sin importar si el producto se vende en paquetes, kits o unidades múltiples, el costo se expresa en la unidad más pequeña posible de fabricar para 3M.

**Apéndice 3 CARTA DE AUTORIZACIÓN PARA USO Y MANEJO DE LOS
TRABAJOS FINALES DE GRADUACION
UNIVERSIDAD TÉCNICA NACIONAL
(Trabajo Colectivo)**

Alajuela, 7 febrero de 2019

Señores

Vicerrectoría de Investigación

Sistema integrado de Bibliotecas y Recursos Digitales

Estimados señores:

Nombre de Sustentadores	Cédula
Kelly González Gacés	115510850
Oscar Murillo Oviedo	114200208
Raquel Sánchez López	402160967

Nosotros en calidad de autores del proyecto final de graduación titulado:

Análisis del proceso de costeo de productos de la empresa 3M para el mejoramiento del indicador de tiempo de ciclo, utilizando la metodología Lean Manufacturing Systems (LMS) en el período enero 2016 a enero 2017

El cual se presenta bajo la modalidad de Tesis de Graduación, presentado en la fecha 23 de enero de 2019, autorizamos a la Universidad Técnica Nacional, sede Central, para que nuestro trabajo pueda ser manejado de la siguiente manera:

Autorizamos	SI	NO
Conservación de ejemplares para préstamo y consulta física en biblioteca	X	
Inclusión en el catálogo digital del SIBIREDI (Cita catalográfica)	X	
Comunicación y divulgación a través del Repositorio Institucional	X	
Resumen (Describe en forma breve el contenido del documento)	X	
Consulta electrónica con texto protegido	X	
Descarga electrónica del documento en texto completo protegido	X	
Inclusión en bases de datos y sitios web que se encuentren en convenio con la Universidad Técnica Nacional contando con las mismas condiciones y limitaciones aquí establecidas	X	

Por otra parte, declaramos que el trabajo que aquí presentamos es de plena autoría, es un esfuerzo realizado de forma conjunta, académica e intelectual con plenos elementos de originalidad y creatividad. Garantizamos que no contiene citas, ni transcripciones de forma indebida que puedan devenir en plagio, pues se ha utilizado la normativa vigente de la American Psychological Association (APA). Las citas y transcripciones utilizadas se realizan en el marco de respeto a las obras de terceros. La responsabilidad directa en el diseño y presentación son competencia exclusiva, por tanto, eximimos de toda responsabilidad a la Universidad Técnica Nacional.

Conscientes de que las autorizaciones no reprimen nuestros derechos patrimoniales como autores del trabajo. Confiamos en que la Universidad Técnica Nacional respete y haga respetar nuestros derechos de propiedad intelectual.

Nombre de Sustentadores	Cédula	Firma
Kelly González Gacés	115510850	
Oscar Murillo Oviedo	114200208	
Raquel Sánchez López	402160967	