

**DISEÑO DE METODOLOGÍA SIXSIGMA TRANSACCIONAL EN UNA EMPRESA DE
DESARROLLO DE SOFTWARE EN MÉXICO**

JOSE ALEJANDRO ROMERO ROJAS

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS SECCIONAL TUNJA

DIVISIÓN DE ARQUITECTURA E INGENIERÍAS

FACULTAD DE INGENIERIA INDUSTRIAL

TUNJA

2022 - 1

**DISEÑO DE METODOLOGÍA SIXSIGMA TRANSACCIONAL EN UNA EMPRESA DE
DESARROLLO DE SOFTWARE EN MÉXICO**

JOSE ALEJANDRO ROMERO ROJAS

**PROYECTO DE PASANTIA INTERNACIONAL PARA OPTAR AL TÍTULO DE
INGENIERO INDUSTRIAL**

TUTOR:

**ING. DANIEL MUÑOZ ROJAS CON MASTER EN DIRECCIÓN DE OPERACIONES Y
CALIDAD**

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS SECCIONAL TUNJA

DIVISIÓN DE ARQUITECTURA E INGENIERIAS

FACULTAD DE INGENIERIA INDUTRIAL

TUNJA

2022 - 1

Agradecimientos

A mi asesor el Ing. Daniel Muñoz Rojas, por su tiempo, colaboración y guía en el desarrollo de mi pasantía, a la Universidad Santo Tomás por ser mi alma mater, a Farid Bielma quien fue mi jefe en la pasantía y me permitió ser parte de su empresa, a Julián Mejía y Valentina Castañeda que han sido mis dos pilares, a Nicolás Carreño quien me ayudo con varios conceptos en la realización de la pasantía, a mi madre y a mi padre por brindarme la oportunidad de hacer esto posible, a Max quien ha sido mi motivación para hacer todo lo que me proponga, a Diana León que fue mi apoyo incondicional desde el inicio de la carrera y que sin ella nada de esto sería posible, a mi padrastro que me crio y fue la persona que me ayudo a construir mi camino hasta donde la vida se lo permitió y aunque hoy no este acá acompañándome espero que con cada paso que doy lo esté haciendo orgulloso.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN.....	8
ABSTRACT	9
1. INTRODUCCIÓN	10
2. JUSTIFICACIÓN.....	11
3. OBJETIVOS.....	12
3.1 OBJETIVOS GENERAL	12
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	12
4. DELIMITACION DEL TEMA O ALCANCE	13
5. PROBLEMA ORGANIZACIONAL DETECTADO	14
6. MARCO REFERENCIAL	18
6.1 MARCO TEÓRICO	18
7. DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD ECONÓMICA DE LA EMPRESA	28
8. CONTEXTO DEL SECTOR ECONÓMICO DE LA EMPRESA.....	30
9. RESULTADOS Y DISCUSIONES	32
9.1 DEFINIR	32
9.2 MEDIR	34
9.3 ANALIZAR.....	40
9.4 INNOVAR.....	50
9.4.1 TIEMPOS SUPLEMENTARIOS	¡Error! Marcador no definido.
9.4.2 FORMATO IEEE 830.....	53
9.4.3 CÁLCULO DE PRODUCTIVIDAD PARA LOS DESARROLLADORES	56
9.4.4 CAMBIOS EN EL CONTRATO.....	59
9.5 ESTANDARIZAR.....	61
10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	62

11.	REFERENCIAS	64
12.	ANEXOS.....	68

LISTA DE TABLAS

Tabla 130

Tabla 231

Tabla 333

Tabla 437

Tabla 543

Tabla 644

Tabla 745

Tabla 846

Tabla 958

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1	14
Ilustración 2	16
Ilustración 3	19
Ilustración 4	20
Ilustración 5	21
Ilustración 6	25
Ilustración 7	34
Ilustración 8	35
Ilustración 9	36
Ilustración 10	38
Ilustración 11	39
Ilustración 12	41
Ilustración 13	42
Ilustración 14	43
Ilustración 15	46
Ilustración 16	47
Ilustración 17	50
Ilustración 18	¡Error! Marcador no definido.
Ilustración 19	¡Error! Marcador no definido.
Ilustración 20	¡Error! Marcador no definido.
Ilustración 21	53
Ilustración 22	54

RESUMEN

La empresa dedicada a la automatización mediante software en México presenta desfases en los tiempos de entrega de sus proyectos, generados por causas relacionadas con los clientes y con la propia empresa; esto a su vez provoca sobre costos debido a que la empresa designa de manera extra recursos como desarrolladores para los requerimientos adicionales o contratar directamente otros desarrolladores para corregir las tareas mal planificadas por la empresa, generando un descontento en los clientes, por esta razón la empresa se ve en la necesidad de implementar la metodología Six Sigma transaccional, siendo está enfocada a servicios, trabajando con datos cualitativos, debido a que muchas veces estos proyectos que brinda la empresa son servicios personalizados para cada cliente, impidiendo poder llevar un registro, como si podría llevarse en procesos de producción. Utilizando la metodología DMAIE, se identificará las causas que generan estos sobre costos con herramientas ingenieriles con la finalidad de tomar acción en la fase de innovación donde se implementan distintas soluciones para minimizar los desfases de tiempo, ayudándole a la empresa a maximizar sus ganancias haciendo que gaste menos en corregir o añadir requerimientos solicitados por el cliente. Debido a la limitante de la pasantía la metodología solo se implementó parcialmente hasta la fase de innovación, brindándole a la empresa las herramientas para pasar a la siguiente fase y última que sería estandarizar, donde las aplicará y llevara un control de ellas para determinar si se logra minimizar los desfases de tiempo.

Palabras clave: Software, Lean Six Sigma, transaccional, DMAIE.

ABSTRACT

The company dedicated to automation through software in Mexico presents discrepancies in the delivery times of its projects, generated by causes related to customers and the company itself; this in turn causes cost overruns because the company assigns extra resources such as developers for additional requirements or directly hires other developers to correct the tasks poorly planned by the company, generating dissatisfaction among customers. For this reason The company sees the need to implement the transactional Six Sigma methodology, being focused on services, working with qualitative data, because many times these projects that the company provides are services that are personalized for each client, preventing being able to keep a record as if it could be carried in production processes. Using the DMAIE methodology, it will be possible to identify the causes that generate these over costs with engineering tools in order to take action in the innovation phase where different solutions are implemented to minimize time lags, helping the company to maximize its profits by doing spend less on correcting or adding requirements requested by the client. Due to the limitation of the internship, the methodology was only partially implemented until the innovation phase, providing the company with the tools to move on to the next and last phase, which would be to standardize, where it will apply them and keep track of them to determine if manages to minimize time lags.

Key words: Software, Lean Six Sigma, Transactional, DMAIE

1. INTRODUCCIÓN

El desarrollo de software es un proceso creativo, donde un programador o desarrollador implementa soluciones traduciendo la idea de un producto o servicio y sus funcionalidades a una arquitectura lógica y finalmente de esto a un lenguaje de programación que posteriormente una computadora es capaz de interpretar, esto puesto en palabras suena fácil, pero antes era un proceso que requería de años de estudio y largas horas para tareas simples mediante software. Gracias a esto han surgido empresas que se dedican a brindar este servicio, pudiendo observar un alza en demanda de desarrolladores en los últimos 5 años, incluso durante 2020, que representó el año de la pandemia que generaba una incertidumbre en el mundo entero, pero que siguió brindando oportunidades laborales a los programadores (Coy, 2020)

La metodología Six sigma transaccional se enfoca en 3 orientaciones las cuales son servicios, soporte y administración. Ayudado de la metodología DMAIE, que cuenta con 5 fases que son definir, medir, analizar, innovar y estandarizar; las cuales permiten minimizar los defectos encontrados en los procesos para llevar a cabo el servicio. (Carmen Temblador, 2011) En la empresa de México dedicada a brindar el servicio de soluciones mediante software está presentando un incumplimiento en los tiempos de entrega en sus proyectos, debido a causas que involucran a los clientes y la misma empresa; generando un descontento por parte de los clientes por los retrasos y sobre costos para la empresa para cumplirle a los clientes, es por eso que la empresa recurre a un ingeniero industrial que tenga conocimientos en filosofía lean y Six Sigma para reducir los desfases de tiempo. Para esto implementa parcialmente la metodología Six Sigma transaccional, utilizando la herramienta DMAIE (Definir, Medir, Analizar, Innovar y Estandarizar), que permitirá definir las causas de los desfases de tiempo, los efectos que estas ocasionan y hallar soluciones que ayuden a minimizar este problema.

A través de este trabajo, se logró implementar parcialmente la metodología Six Sigma transaccional en una empresa de desarrollo de software de México, usando la metodología DMAIE. Por limitantes de tiempo, quedaron pendientes las dos últimas fases de innovar y estandarizar. Sin embargo, este diseño presentó resultados positivos para la compañía, logrando identificar de donde provenían las causas de los desfases y tomando acciones frente a ello.

2. JUSTIFICACIÓN

La empresa optó por implementar la metodología Six Sigma transaccional que se enfoca en servicios; para esto se realizó una investigación del estado de arte para identificar que herramientas y técnicas serían las mejores para implementar. A partir de esto se decide utilizar la metodología DMAIE (Definir, Medir, Analizar, Innovar, Estandarizar), también analizando y basándose el primer acercamiento de la empresa comparando las causas encontradas, se buscará identificar otras causas que generen desfases de tiempo y ocupar herramientas ingenieriles y estadísticas que se adecuen al modelo de negocios haciendo énfasis en el área de desarrollo; para después tomar acción frente a las causas encontradas que más generan desfases de tiempo. Ayudando a minimizar este problema, logrando que la empresa disminuya sus sobrecostos consiguiendo que una buena planificación para los proyectos de la empresa, desde una toma más completa de los requerimientos del cliente satisfaciendo la necesidad que presenta, reduciendo las ocasiones en las que el cliente llegue a pedir cosas adicionales o correcciones, los que a su vez minimizara el contratar desarrolladores para corregir o agregar requerimientos al software, permitiéndoles dedicarse a otros proyectos ayudándoles a la empresa a incrementar sus ganancias.

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVOS GENERAL

- Diseñar una metodología Six Sigma transaccional en una empresa de desarrollo de software de México para la minimización de desfases de tiempo ocasionados por parte de los clientes y por parte de la propia empresa.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar las causas de desfases en los tiempos de entrega en los proyectos de la empresa de desarrollo de software que le generan sobre costos.
- Establecer técnicas y herramientas ingenieriles que ayuden a minimizar los desfases de tiempo en la entrega de proyectos por parte de la empresa de desarrollo de software.
- Planificar los pasos a seguir en la fase de estandarización para que la empresa de desarrollo de software pueda continuar con el diseño de la metodología Six Sigma transaccional.

4. DELIMITACION DEL TEMA O ALCANCE

La pasantía realizada en la empresa desarrolladora de software en México empezó el 04 de enero y terminó el 27 de mayo del 2022; debido a que estos procesos de mejora interna toman tanto tiempo, pudiendo llegar a tomar hasta un año. El objetivo principal de la pasantía será implementar la metodología DMAIE hasta la fase de Innovación, dejando un plan de guía para la empresa en la fase de estandarización siendo esta la última etapa en donde la empresa se centrará en realizar la implementación de las herramientas y metodologías que se encuentran en la fase de innovación, haciendo una capacitación para sus empleados y control de los procesos con el fin de analizar si hay alguna mejoría en ellos y una minimización de los desfases de tiempo en la entrega de proyectos que les genera sobrecostos.

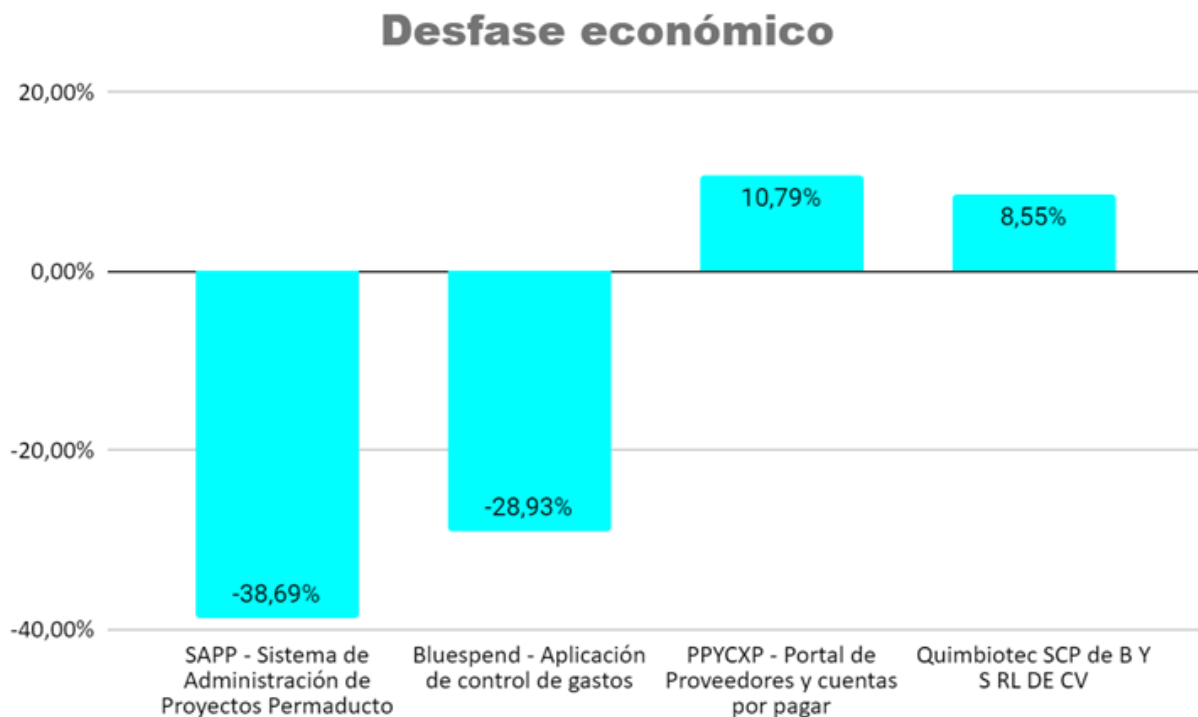
5. PROBLEMA ORGANIZACIONAL DETECTADO

El problema de desfases de tiempo en los proyectos de desarrollo de software de la empresa se ha generado a raíz de 2 variables, los clientes y la misma empresa, para una mejor visualización de esta información revisar la ilustración 10. En el apartado de los clientes se encuentran algunas causas como: retrabajo porque el producto no cumple con las expectativas del cliente o el cliente no expresa bien el alcance que quiere con la solución de software y conforme pasa el tiempo solicita agregar requerimientos adicionales fuera de lo estipulado. En el caso de la empresa se presenta retrabajos por una tarea mal planeada o mal redactada, también hay casos que en apartado de desarrollo Backend hay retrasos, ocasionando que los desarrolladores Frontend no puedan comenzar su trabajo. Generando que se aumenten los tiempos estimados inicialmente en los proyectos y se tengan que utilizar recursos para solventar esos problemas ocasionando que la empresa tenga sobrecostos.

Las causas anteriormente mencionadas y otras se evidenciaron en los informes de proyectos del anexo 5, los cuales son SAPP, Bluespend, PPYCXP y Quimbiotec. Estos proyectos fueron los que generaron mayores problemas para la empresa en los 2 últimos años, se analizaron utilizando variables de tiempo y costo estimado, tiempo y costo real, desfase económico; desfase temporal y las causas que generaron retrasos en estos proyectos.

Ilustración 1

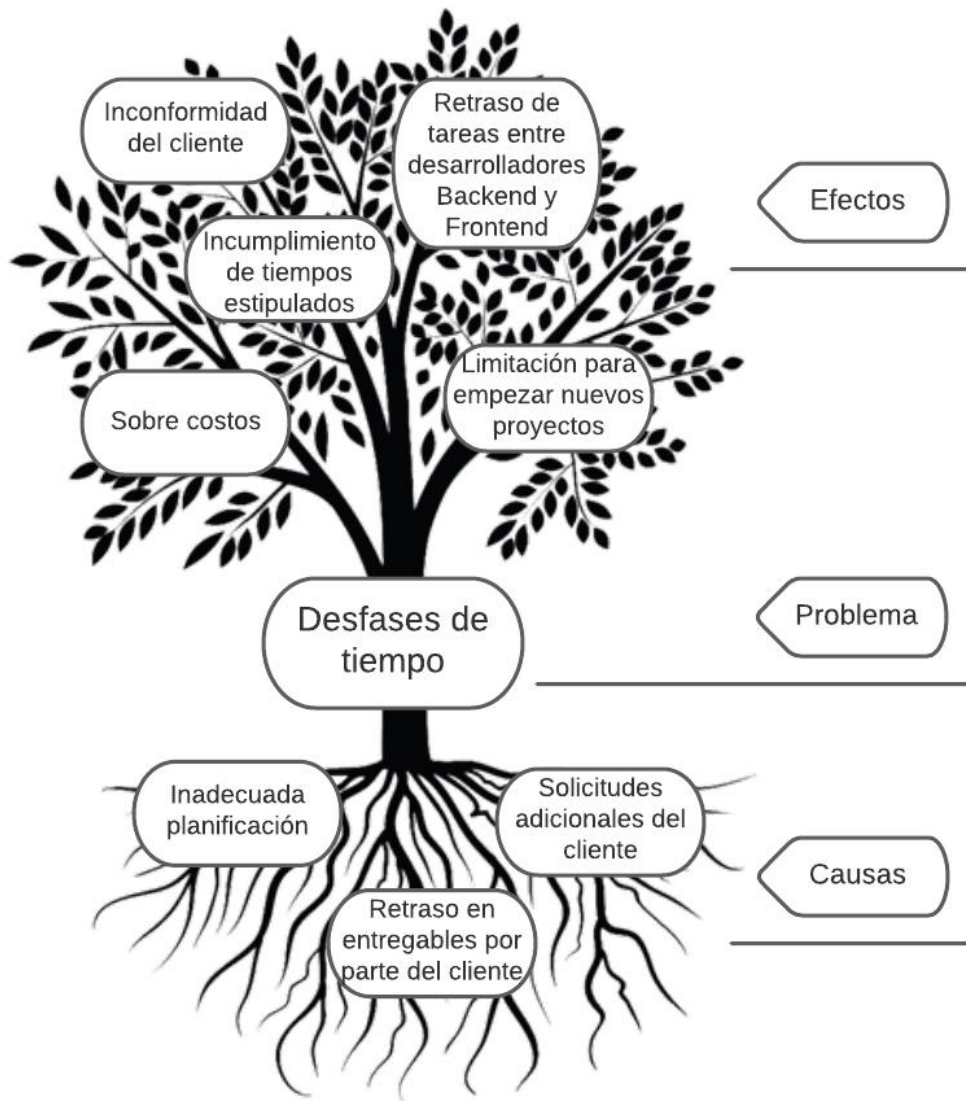
Desfase económico de 4 proyectos de la empresa (Automatización, 2020)



En la gráfica de desfase económico se muestra en el eje Y el porcentaje de ganancia o pérdida que los proyectos le generan a la empresa en comparación con la ganancia estimada y la ganancia real, y el eje X muestra cada uno de los proyectos llevados a cabo por la empresa; en base a esto se evidencia que en 2 de los 4 proyectos le provocaron un sobre costo en relación con lo estimado a el gasto real, los cuales son SAPP que le representa una pérdida de -38.69% y Bluespend que representa un -28.93% de perdida, mientras que los otros dos proyectos de PPYCXP y Quimbiotec fueron dos ganancias muy pequeñas en relación con las perdidas, siendo esto una alarma para la empresa, generando una necesidad de indagar y tomar acción frente a estos sobre costos que se están presentando.

Ilustración 2

Árbol de problemas



En este árbol de problemas se parte del problema central que son los desfases de tiempo en las entregas de proyectos debido a las causas de una inadecuada planificación por parte de la empresa a la hora de tomar los requerimientos del proyecto, como también están los retrasos en entregables por parte del cliente que son por lo general demos de cómo está quedando el software solicitado para que lo revise y brinde una retroalimentación junto con su visto bueno, y por último las

solicitudes adicionales por parte del cliente que hace a lo largo del proyecto y que ocasionan que el proyecto se alargue dependiendo de la complejidad de la adición; esto en primera medida podría ser algo permisible por la empresa, ya que se podría cobrar un monto adicional al cliente, pero no siempre sale rentable porque podría estar impidiéndole a la empresa comenzar con nuevos proyectos, es decir, el costo de oportunidad. Estas causas generan sobre costos porque hay que contratar por más tiempo a los desarrolladores o contratar otros o provocando retrasos entre los desarrolladores Backend y Frontend, ya que hay tareas que los Frontend no pueden iniciar sin que el trabajo de los desarrolladores Backend haya concluido, generando así un incumplimiento con los tiempos estipulados y generando descontento por parte de los clientes.

En el anexo 5. se puede apreciar en los 4 proyectos en los diagramas de Gantt como por diversas actividades se va desfasando el proyecto por las razones anteriormente mencionadas. Todas estas causas que generan desfases de tiempo en la terminación del proyecto se evidencian en las tablas de la parte inferior del diagrama de Gantt que representan también los sobre costos para la empresa porque hay que pagar tiempo extra a los desarrolladores para que puedan terminar las tareas que se han quedado rezagadas, así como las características que el cliente pidió fuera del alcance y ocasionaron retrasos.

6. MARCO REFERENCIAL

6.1 MARCO TEÓRICO

Hay mucha información acerca de Six Sigma, pero en su mayoría están centradas a producción, teniendo un enfoque simple conocido como DMAIC (Smith, 1993), que es una abreviatura de las cinco fases distintas del proceso: definir, medir, analizar, mejorar y controlar. Si bien esta metodología se ha utilizado en el proceso de fabricación, su uso es ampliamente aplicable a otros campos. (Parikh, 2021) En este caso se aplicará para una empresa de desarrollo de software, siendo esto un servicio que se le brinda a distintos clientes o empresas que deseen mejorar o automatizar sus procesos.

Lo que hace el Six sigma con enfoque transaccional es ocupar situaciones que no están tan definidas como los procesos operativos o productivos, esto debido a que estos procesos pueden cuantificarse en mayor medida, mientras que los servicios que son el área de enfoque del Six sigma transaccional, trabaja con información más cualitativa, pero esto no quiere decir que la información que se pueda definir en el enfoque transaccional no se pueda cuantificar para ser analizada con herramientas estadísticas, por el contrario, en este artículo se trabajó con información cualitativa para después cuantificarla, poder compararla con otra información ya obtenida por la empresa y de esta forma realizar un análisis para tomar decisión frente a los datos recolectado.

Estos proyectos transaccionales se clasifican en tres categorías: áreas de apoyo, servicios y procesos administrativos. El objetivo de este artículo es presentar un modelo de SS transaccional para procesos de servicio con el fin de proporcionar a los gerentes y tomadores de decisiones herramientas y recomendaciones sobre cómo realizar este tipo de proyectos de SS. Este modelo proporcionará una hoja de ruta para la implementación de SS utilizando el marco DMAIE. Se presenta un análisis de las fortalezas y debilidades encontradas en los proyectos de SS transaccionales junto con posibles vías de investigación futuras en este campo de trabajo. (Carmen Temblador, 2011)

Están son algunas de las herramientas que se pueden implementar en Six Sigma, utilizando la metodología DMAIC, lo único que se debe hacer es cambiar el enfoque en producción que tiene, utilizando herramientas que se acomoden mejor a las necesidades del servicio que se quiere mejorar, aunque muchas de las herramientas que se utiliza en la metodología DMAIC, se pueden utilizar en DMAIE. (Carmen Temblador, 2011)

Ilustración 3

Herramientas de la metodología DMAIC (George, 2003)

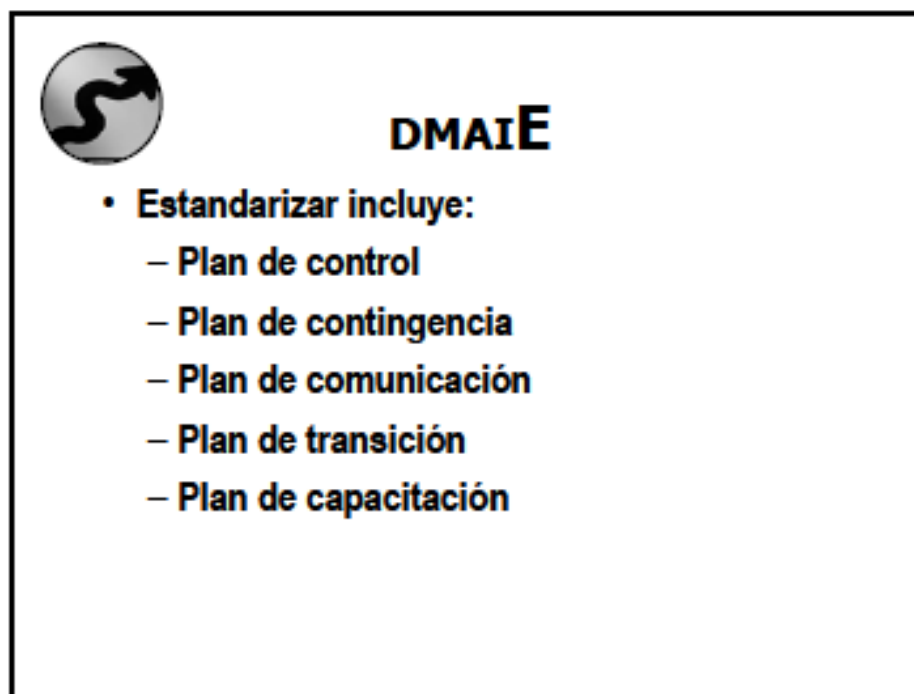
Define	Measure	Analyze	Improve	Control
• Project Selection Tools • PIP Management Process • Value Stream Map • Financial Analysis • Project Charter • Multi-Generational Plan • Stakeholder Analysis • Communication Plan • SIPOC Map • High-Level Process Map • Non-Value-Added Analysis • VOC and Kano Analysis • QFD • RACI and Quad Charts	• Operational Definitions • Data Collection Plan • Pareto Chart • Histogram • Box Plot • Statistical Sampling • Measurement System Analysis • Control Charts • Process Cycle Efficiency • Process Sizing • Process Capability, C_p & C_{pk}	• Pareto Charts • C&E Matrix • Fishbone Diagrams • Brainstorming • Detailed 'As-Is' Process Maps • Basic Statistical Tools • Constraint Identification • Time Trap Analysis • Non Value-Added Analysis • Hypothesis Testing • Confidence Intervals • FMEA • Simple & Multiple Regression • ANOVA • Queuing Theory • Analytical Batch Sizing	• Brainstorming • Benchmarking • TPM • 5S • Line Balancing • Process Flow Improvement • Replenishment Pull • Sales & Operations Planning • Setup Reduction • Generic Pull • Kaizen • Poka-Yoke • FMEA • Hypothesis Testing • Solution Selection Matrix • 'To-Be' Process Maps • Piloting and Simulation	• Control Charts • Standard Operating Procedures (SOP's) • Training Plan • Communication Plan • Implementation Plan • Visual Process Control • Mistake-Proofing • Process Control Plans • Project Commissioning • Project Replication • Plan-Do-Check-Act Cycle

Las 2 últimas fases que pasan a ser Innovar que permite hallar nuevas formas de lograr el objetivo implementando herramientas nuevas en los procesos o haciendo cambios a los que ya estén establecidos. (Silverstein, 2009) Y Estandarizar, esta fase valida las herramientas implementadas

en Innovación y posteriormente se pasan a implementar en las empresas para analizar los beneficios.

Ilustración 4

Entregables de la fase Estandarizar (Carmen Temblador, 2011)



SIX SIGMA

La metodología Six Sigma fue creada como mejora de procesos en 1986 en la empresa de motorola en Estados Unidos por el ingeniero Bill Smith. (Smith, 1993) Esta metodología se enfoca en la minimización de defectos, aumentando de esta forma la calidad. Six Sigma implementa herramientas estadísticas y matemáticas proyectadas por medio del ciclo DMAIC, siendo este ciclo perfeccionado por el ingeniero Joseph M. Juran (Juran, 1986), también encontramos como soportes

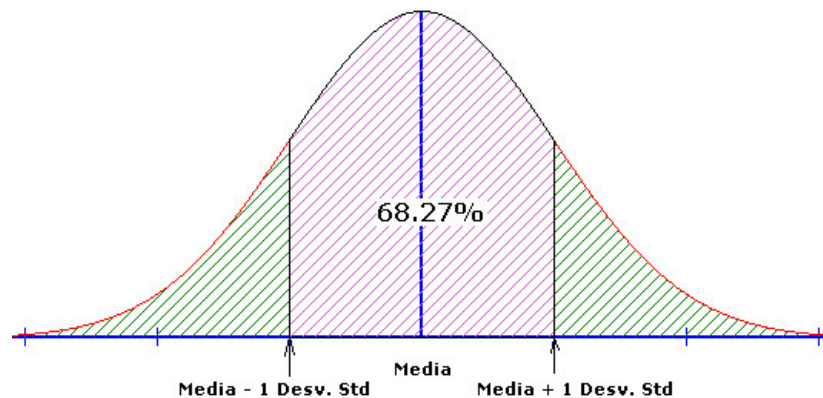
de la metodología Six Sigma a Plan-Do-Check-Act (PDCA) del estadístico William Edwards Deming. (Deming, 1991) Esta herramientas ayudan a identificar las causas que generan desperdicios dentro de los procesos de las empresas y ayudan a minimizarlos para aumentar la calidad de sus procesos reduciendo los desperdicios.

¿Por qué es Six Sigma?

Sigma es como se denomina a la desviación estándar, que viene siendo el índice de dispersión y la incertidumbre de una medición en relación a la media de los datos de un proceso. El desvío estándar es el promedio de los cuadrados de la distancia entre la media y los valores, e indica cuan variable es un proceso. Un Sigma es la distancia que hay desde la media hasta el punto de inflexión. Como se muestra a continuación: (Iracheta, 2017)

Ilustración 5

Gráfico de desviación estándar (Iracheta, 2017)



Cada una de las sigmas de un proceso se calculan dividiendo la distancia de la sigma por la distancia entre la media y los límites de especificación (superior o inferior, la menor es el sigma del proceso), como se indica en el gráfico. (Iracheta, 2017)

En un proceso Six Sigma, que vendría siendo la desviación estándar número 6, este proceso contaría con un 3.4 DPMO (defectos por millón de oportunidades), mientras que en un sigma

sería de aproximadamente 690.000 DPMO, dando a entender que los procesos Six Sigma son de alta calidad teniendo un rendimiento del 99.99966%, mientras que el otro de 1 sigma tendría un rendimiento solo del 30.9%. (Juan Fredy Montañez Muñoz, 2006) (Lefcovich, 2009)

SIX SIGMA TRANSACCIONAL

Six Sigma es una metodología bien estructurada para mejorar los procesos al reducir la variación y los costos. El enfoque Six Sigma operacional es conocido y utilizado en el sector manufacturero. Sin embargo, los proyectos de Six Sigma transaccionales se están convirtiendo en algo muy conocido y utilizado tanto en la industria manufacturera como en la relacionada con los servicios, siendo este el enfoque principal (Antony, 2002). Los proyectos transaccionales utilizan el marco DMAIE (Definir, Medir, Analizar, Innovar, Estandarizar) (Goel, 2005) Un problema común con los proyectos transaccionales es que el problema y el sistema de medición del proceso no están tan estructurados como un proyecto operativo, lo que dificulta su cuantificación y mejora. Esto es provocado por el hecho de que los proyectos transaccionales generan información no numérica en la mayoría de los casos. La mayor parte de la información es cualitativa y por tanto no se pueden aplicar directamente las herramientas o metodologías habituales, una de las razones de esto se debe a que, por lo general algunos servicios son personalizados para los clientes. (Carmen Temblador, 2011)

METODOLOGÍA DMAIC

Es un acrónimo para la metodología que más comúnmente utiliza Six Sigma. “Aproximadamente, el 95 % de todos los proyectos siguen la metodología DMAIC.” (William Bentley, 2015) El acrónimo son las primeras letras de las etapas de un proyecto de mejora del rendimiento de Six Sigma: definir (definir), medir (medir), analizar (analizar), mejorar (mejorar) y controlar (controlar). Esta metodología fue desarrollada para proporcionar una forma organizada de resolver problemas. (William Bentley, 2015)

La etapa definir es aquella en la que comenzamos cada proyecto. Es útil pensar en las salidas de cada etapa para saber qué hace la etapa. En ésta establecemos la meta del proyecto. La siguiente etapa es la de medir. En la salida de esta etapa debemos entender muy bien cómo se está comportando el proceso en este momento. Con entender nos referimos a una descripción cuantitativa, en la cual se incluirán promedios de las variables del proceso, desviaciones estándar, el comportamiento a lo largo del tiempo, así como histogramas. Además, sabremos si el proceso es estable o no. (William Bentley, 2015)

La tercera etapa, analizar. La estrategia global de Six Sigma para la solución de problemas es definir un problema cuidadosamente, encontrar las causas de origen para el problema y después atacar las causas de origen. El propósito de la etapa analizar, es identificar correctamente cuáles son dichas causas y probarlas con datos. (William Bentley, 2015)

En la etapa de mejora descubrimos cuál es la mejor solución, al final de esta etapa, se instaura el mejoramiento del proceso y éste opera de acuerdo con nuestros objetivos. Algunos programas de Six Sigma dividen esta etapa en dos, donde la etapa de mejoramiento implica encontrar la solución y en la de implementación se lleva a cabo. Lo anterior ocurre debido a que se necesitan distintas habilidades para resolver problemas (mejorar) y para construir (implementar), por tanto, parece una división lógica. (William Bentley, 2015)

Y por último la etapa de control, en esta etapa se definen los métodos y mediciones para implementar y sustentar la mejora. Se capacita en el desarrollo de competencias al personal de operación y se define el proceso de monitoreo de las variables en el tiempo. (Ochoa, 2011)

METODOLOGÍA DMAIE

La metodología Six Sigma usualmente emplea la herramienta DMAIC (Definir, Medir, Analizar, Mejorar, Controlar) para desarrollar proyectos de mejora en la fabricación y manufactura donde las métricas están claramente definidas. Sin embargo, se utiliza un enfoque transaccional para proyectos donde el sistema de medición o las métricas no están tan bien definidos. La herramienta DMAIE (Definir, Medir, Analizar, Innovar y Estandarizar), se utiliza para proyectos transaccionales. Una característica diferenciadora entre proyectos operativos y transaccionales se

encuentra en el tipo de información que manejan. Los proyectos operativos tienen una orientación más cuantitativa (uso profuso de herramientas estadísticas), mientras que los proyectos transaccionales tienen una orientación más cualitativa (menor uso de herramientas estadísticas y más gestión de la información). (Carmen Temblador, 2011)

La gestión de la información significa operaciones con ideas (como generar, aclarar, estructurar, almacenar, etc.), y se utilizan sobre información cualitativa para comprender un problema. Los patrones/estructuras se identifican a partir de tales ideas y el conocimiento se crea a través de la discusión, lo que abre un conjunto completo de herramientas alternativas para abordar los proyectos de mejora de Six Sigma. (Carmen Temblador, 2011)

- Definición: Se mencionan los antecedentes, se define el problema y se declara el objetivo de la investigación, así como la justificación, la hipótesis y las generalidades de la investigación. También se determinan un acercamiento Seis Sigma para las necesidades de los clientes y para retroalimentación cumpliendo siempre con los objetivos y metas del negocio. (GÓMEZ, 2010)
- Medición: Se determina cómo medir el proceso de servicios y su desempeño, realizando una revisión bibliográfica, identificando los procesos internos claves que tienen un efecto en la calidad del servicio e identificando los defectos en dichos procesos. (GÓMEZ, 2010)
- Análisis: Se usan herramientas para determinar la fuente de defectos que son probables a ocurrir, complementando con una revisión detallada de las herramientas existentes que han sido desarrolladas por otras personas o grupos, junto con ello entender porque los defectos ocurren e identificar las variables claves que contribuyen directamente a estos procesos, confirmando que las variables clave y los efectos en la calidad de los servicios que afectan al cliente, son en realidad los más importantes y desarrollar un sistema para medir y monitorear las desviaciones en estas variables. (GÓMEZ, 2010)
- Innovación: Se hacen cambios al proceso de tal forma que se pueda mantener dentro de rangos aceptables en todo momento, pensar en otras formas que pueden ayudar a mejorar

el proceso aún más, con ello aplicando técnicas de innovación para mejorar el sistema de entrega del servicio e identificar formas para remover los defectos de estos procesos. (GÓMEZ, 2010)

- Estandarización: Se aplican los conceptos y administra el proceso, capacitando a los empleados para la correcta ejecución de las actividades que tengan ellos dentro del proceso, revisando el proceso continuamente y de esta manera realizar una mejorar continua determinando que aspectos de los procesos se puedan perfeccionar. (GÓMEZ, 2010)

Ilustración 6

Diagrama DMAIE (Tijerina, 2012)

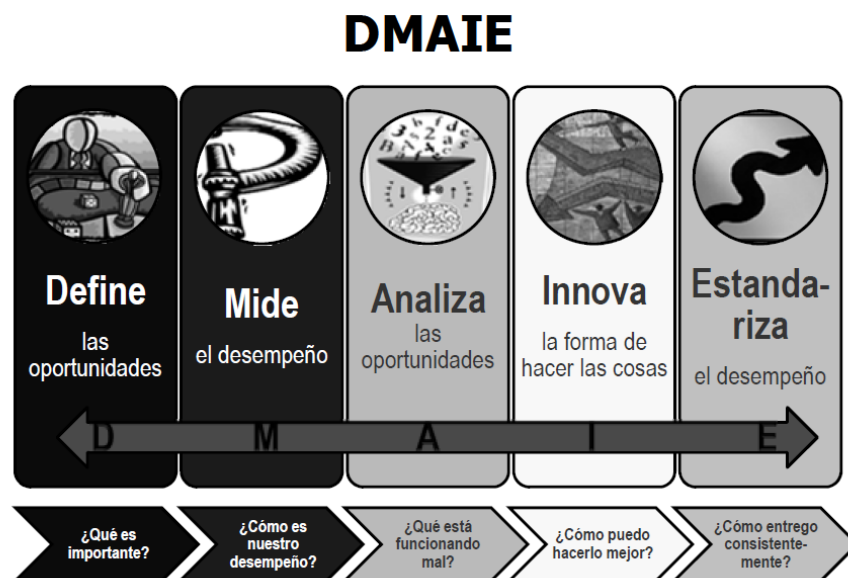


DIAGRAMA DE PARETO

Los diagramas de Pareto son una de las herramientas más comúnmente utilizadas entre las personas que se dedican a resolver problemas. (William Bentley, 2015) Un diagrama de Pareto es

simplemente un gráfico de barras ordenado de tal manera que la barra más grande esté a la izquierda y la más pequeña a la derecha. Cada barra es un conteo de con cuánta frecuencia se observó algo de modo que la altura de la barra es equivalente a la frecuencia relativa de casos. En realidad, un diagrama de Pareto simplemente es un histograma que ha sido ordenado. Se agrega algo a la gráfica de barras: una línea que agrega el total acumulado de todas las barras de las categorías hasta ese punto. La escala para las barras se muestra generalmente del lado izquierdo y la escala para la línea acumulativa se muestra del lado derecho. La línea acumulativa se utiliza para determinar rápidamente cuantas categorías tendría que eliminar para resolver determinando porcentaje de problemas. A La gente que le gusta la regla del 80-20, encontramos 80% en la escala acumulativa y veríamos las barras de la izquierda a derecha, y cuales son, y tendría que prestar atención para resolver ese porcentaje del problema. (Pareto, 1964)

LLUVIA DE IDEAS (BRAINSTORMING)

La herramienta de Brainstorming permite detectar oportunidades fundamentales de trabajo, ayudando a establecer metas y acciones junto con los compañeros para lograr un mejor desempeño del equipo. (Sánchez, 2012)

Para implementarla se recomiendan las siguientes herramientas:

- Un moderador
- De 4 a 12 participantes
- Espacio (salón)
- Hojas (recicladas)
- Mesa (bancas)
- Marcadores
- Pizarrón (rotafolio)
- Cinta adhesiva

Por cuestiones de teletrabajo hay herramientas que no se pueden utilizar o tienen que ser improvisadas con herramientas virtuales. También se plantean reglas la hora de realizar la Brainstorming que son: ninguna idea es mala y es importante motivar a la gente a participar. Una

vez planteado esto, el moderador expone el tema del problema o los problemas y pregunta a los participantes: ¿Cómo podríamos...? ¿De qué manera podríamos...? Solicitar un mínimo de 7 y un máximo de 10 ideas por participante. Mientras estas ideas son expuestas por los participantes, el moderador deberá ir redactando la idea principal y los enunciados completos. Para al final agrupar las ideas y se filtran para identificar cuáles son las ideas que pueden utilizarse para trabajarlas y poder implementarlas en los proyectos. (Sánchez, 2012)

BACKEND

Este término en programación hace referencia a la contraparte en el desarrollo de un sitio web o aplicación el cual sería Frontend, un desarrollador Backend es el encargado de trabajar del lado del servidor y el Frontend lo hace del lado del cliente; el Backend es quien se ocupa de gestionar toda la parte lógica que hay detrás respecto a los requerimientos solicitados por un cliente para la web o aplicación. (Granda, 2020)

FRONTEND

“Frontend es la parte de un programa o dispositivo a la que un usuario puede acceder directamente. Son todas las tecnologías de diseño y desarrollo web que corren en el navegador y que se encargan de la interactividad con los usuarios. Los desarrolladores Frontend son aquellos que crean los componentes visuales de un sitio web. Dan formato a las imágenes, la animación y la interactividad de un sitio web.” (Chapaval, 2018)

7. DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD ECONÓMICA DE LA EMPRESA

Es una compañía mexicana fabricante de Software y de soluciones de Automatización para sectores transversales como la agroindustria, logística, industrial, metalmecánica, energía, financiero y de servicios. (Automatización, 2020)

Actualmente, la empresa rige sus procesos operativos, administrativos y comerciales bajo la norma de calidad ISO 9001:2008, lo que les permite ofrecer a sus clientes servicios y soluciones tecnológicas diferenciadoras, funcionales y rentables, de forma segura y respetando al medio ambiente bajo una filosofía de Mejora Continua. Su misión como empresa es crear tecnología basada en estándares de calidad, que contribuya a la mejora de las empresas, optimizando sus recursos y procesos. (Automatización, 2020)

La empresa además de brindar soluciones a las empresas mediante software, tiene productos como:

- “Empresa” Financer

El Software de Contabilidad Electrónica con QuickBooks® (“Empresa” Financer) es una aplicación financiera dirigida a pequeñas, medianas y grandes empresas, cuyo objetivo es facilitar el proceso financiero y fiscal extendiendo las capacidades de Intuit QuickBooks® para cumplir con las leyes fiscales mexicanas. Intuit QuickBooks® es uno de los paquetes contables más populares a nivel mundial; por tal motivo, cada día más empresas latinoamericanas optan por migrarse a este software y dejar atrás los programas de contabilidad tradicionales. “Empresa” Financer aprovecha el potencial de Intuit QuickBooks® para cumplir con las leyes fiscales mexicanas convirtiéndose en una solución financiera completa para pequeñas, medianas y grandes empresas. (Automatización, 2020)

- Bluespend

El software de control de gastos de viaje y caja chica con nombre comercial: Bluespend, es una plataforma que agiliza los registros de los gastos (CFDI para México y recibos para gastos generales/extranjeros), realiza comprobaciones y/o devoluciones de reportes de gastos, genera informes detallados de gastos y automatiza la escritura de pólizas en diversos sistemas contables.

La plataforma aumenta la eficacia de los procesos de egresos de dinero iniciados por los empleados quienes solicitan reembolsos de gastos. Bluespend ayuda a las áreas gerenciales a tener bien analizado sus gastos de forma detallada y analítica, ello para entender y controlar cómo estos gastos impactan en el flujo de efectivo de la empresa. (Automatización, 2020)

Bluespend le brinda a los clientes tener las siguientes funciones:

a) Comprobaciones. Los usuarios pueden subir múltiples comprobaciones a la aplicación y conocer a detalle en que estatus del proceso va su comprobación, en caso que haya algún gasto que fue rechazado, los usuarios podrán ver el motivo y volver a subir el gasto. (Automatización, 2020)

b) Carga de CFDIs. Los usuarios podrán subir los CFDIs de gastos emitidos por el SAT en México a través de subir el XML o escanear el código QR del gasto. La aplicación valida que el folio fiscal (UUID) del CFDI no esté repetido, que el RFC (tax id) y código postal de la empresa esté correcto, que el CFDI esté vigente en el SAT y que el proveedor que haya emitido el CFDI de gasto no sea considerado tipo EFO (empresa enlistada en la lista negra del SAT por incumplir con la norma fiscal de México por simular facturas). (Automatización, 2020)

c) Carga de recibos. Los usuarios podrán subir una fotografía de los gastos no fiscales realizados en México o en el extranjero. (Automatización, 2020)

Al finalizar las comprobaciones de gasto, el Software permite escribir automáticamente los gastos en pólizas de los sistemas contables más populares del mercado como SAP, Dynamics, JD Edwards o QuickBooks, etc., asociando el nombre del empleado, la categoría de gasto y el proyecto en el que participa. (Automatización, 2020)

8. CONTEXTO DEL SECTOR ECONÓMICO DE LA EMPRESA

En los últimos años la industria de desarrollo de software en México ha venido en aumento, siendo tema de gran importancia, estas empresas que se dedican a brindar el servicio de soluciones por medio del desarrollo de software, han centrado sus recursos en crear propiedad intelectual. (solutions, 2021) Como ejemplo, uno de los 4 proyectos expuestos en este artículo es parte de los servicios que esta empresa de desarrollo de software brinda a sus distintos clientes con el fin de satisfacer las necesidades que pueden presentar en el apartado contabilidad, facilitando el proceso de llevar gastos de proyectos internos que lleve el cliente. (Automatización, 2020)

El número de empresas que se dedican al desarrollo de software no es del todo preciso, pero de acuerdo con estimaciones realizadas por ESANE consultores (ESANE, 2004), sobre el total de empleados y empresas de la Industria del Software en México, ronda cerca de las 1,500 empresas. (González, 2022)

El estudio revela que el 85.29% de las empresas del sector de la Industria Mexicana del Software son de tamaño micro (54.41%) y pequeño (30.88%), el 5.8% mediana, y tan sólo el 8.82% son de tamaño grande (con un número de empleados mayor a 100). (González, 2022)

Tabla 1

Tamaño de empresas de software en México (González, 2022)

Tamaño (Número de empleados)	Rango	Porcentaje
Micro	1 a 10	54.41
Pequeña	11 a 50	30.88
Mediana	51 a 100	5.88
Grande	+ de 101	8.82

También se encuentra el rango de ventas anuales que se encuentra en la tabla 2 de acuerdo con los datos obtenidos en la encuesta se determinó que la mediana del rango de ventas anuales de las empresas participantes se encuentra entre 3 y 6 millones de pesos mexicanos. (González, 2022)

Tabla 2

Estadísticos descriptivos de rango de ventas anuales. (González, 2022)

En miles de pesos mexicanos	Porcentaje
0 a 50	3.0
51 a 100	4.5
101 a 200	3.0
201 a 500	7.6
501 a 1000	12.1
1001 a 3000	19.7
3001 a 6000	7.6
6001 a 12000	16.7
12001 a 30000	9.1
30001 o más	16.7

9. RESULTADOS Y DISCUSIONES

9.1 DEFINIR

En la fase de definir el primer punto a trabajar fue un Paper que también se venía trabajando, para hacer una recopilación de distintos artículos que hablen de SixSigma transaccional, teniendo de esta manera una idea de lo que se puede y no implementar, ya que por lo general la herramienta SixSigma se enfoca en producción y la empresa de desarrollo de software se enfoca en brindar un servicio de soluciones mediante software, así que hay distintas herramientas que no se pueden aplicar a las problemáticas y necesidades que presenta la empresa de desarrollo de software. Este Paper se encuentra en el anexo 1.

Posterior a eso, se estipuló la carta de proyecto, donde se establece formalmente el objetivo del diseño de la metodología SixSigma transaccional, los involucrados en el proyecto, los tiempos en los que planea ejecutar las fases, entre otros. Junto con una revisión de un trabajo previamente realizado por la empresa respecto al primer acercamiento de SixSigma que se hizo, donde implementar la metodología DMAIC de una manera muy resumida, llegando hasta la fase de análisis incompleta, pero que serviría como base y una guía para poder comenzar con este proceso de mejora interna en la empresa. Este primer acercamiento se puede visualizar en el anexo 6. También se encuentra en este anexo diagramas relacionados con el orden de los proyectos y la jerarquía de la empresa de manera muy superficial.

Además de hacer una revisión de las posibles herramientas ingenieriles que se podrían utilizar en cada fase, debido a que la empresa se dedica a brindar un servicio, siendo algo personalizado para cada cliente, no se podían utilizar algunas herramientas, ya fuera por su enfoque a producción o porque no se acomodaban al contexto de la empresa y no serían de utilidad.

También se realizaron entrevistas a varios desarrolladores que sería en quienes más nos enfocaríamos y trabajadores del departamento de ventas, ya que ellos tratan en gran medida con los clientes a la hora de hacer el levantamiento de los requerimientos. El objetivo de estas entrevistas era para preguntarles por posibles causas de desfases de tiempo que encontraban en su área de trabajo que a su vez podía llegar a significar un sobre costo; aparte de las encontradas por la empresa, logrando identificar causas por parte del cliente y por parte de la empresa, las cuales

fueron presentadas al jefe de la empresa y se descartaron las causas que no eran propensas a que pasaran y las que si ocurrían de manera recurrente, basado en su experiencia, ya que él cumplía un rol de involucrarse en todos los departamentos y seria quien brindaría un panorama mejor enfocado de la problemática de los desfases de tiempo. Estas entrevistas se pueden visualizar en el anexo 7.

Tabla 3

Ejemplo del formato de entrevistas

Nombre	
Cargo dentro de la empresa	
Experiencia con el proceso	
Causas principales de los desfases de tiempo	
Empresa	Clientes
-	-
-	-
Ejemplo	
Sugerencia de mejora	

Nota. En el ítem de “ejemplo”, hace referencia a que el empleado entrevistado proporcione un ejemplo donde ocurra una de las causas que propone.

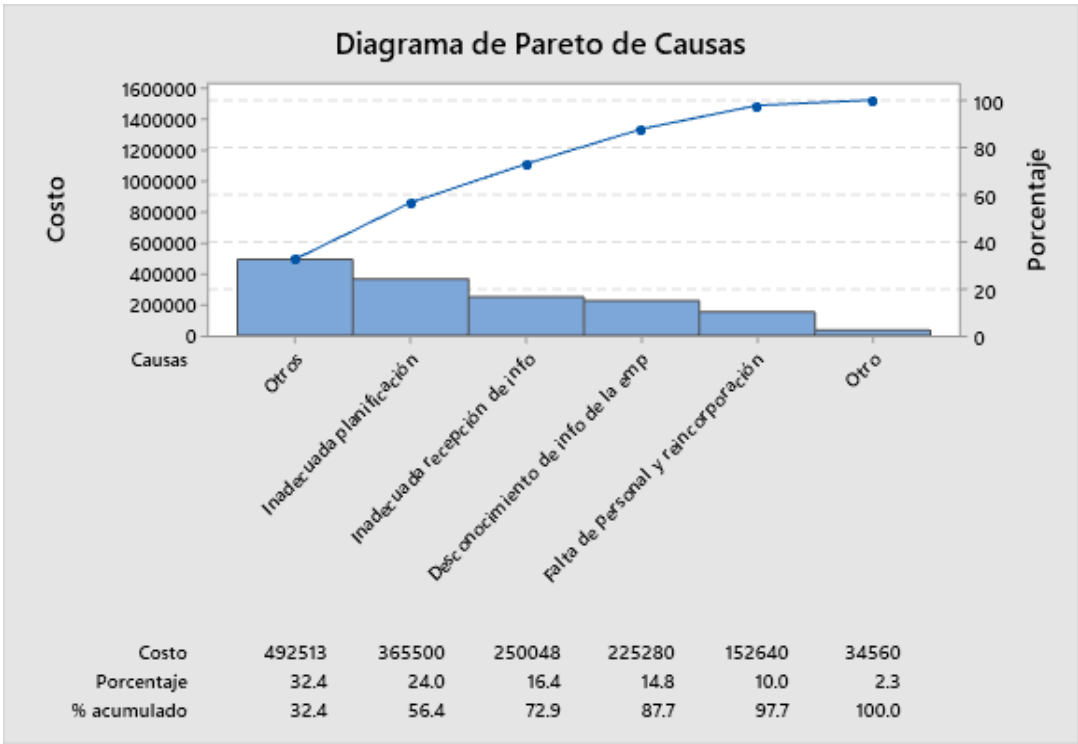
Con este formato se extrajeron causas que podían visualizar los empleados de la empresa para un mayor panorama del problema de los desfases en tiempos de entrega de proyectos, para posteriormente concatenar la información y segmentar las causas.

9.2 MEDIR

Mientras se realizaba la toma de datos de frecuencia a los desarrolladores, se revisó los trabajos realizados previamente por la empresa un proyecto Six Sigma que se había llevado a cabo de manera incompleta alcanzando la fase de analizar dejando como resultado un diagrama de Pareto que mostraba algunas causas de desfases de tiempo.

Ilustración 7

Diagrama de Pareto inicial de causas de costo de la empresa (Automatización, 2020)



Este diagrama de Pareto fue hecho por la empresa de desarrollo e software a partir de informes de 4 proyectos ya trabajados por ellos previamente, los cuales son:

- SAPP
- Bluespend

- PPYCXP
- Quimbiotec

Estos informes junto con el diagrama de Pareto, se pueden visualizar en el anexo 5.

Estos informes muestran información sobre la comparación de los tiempos estimados para la realización de estos proyectos y el tiempo real que les tomó terminarlo, además de mostrar las causas que generaron los retrasos divididos por cliente y la empresa, adicionalmente evidenciando el costo que le generó a la empresa cada una de las causas por parte del cliente y de la misma empresa. (Automatización, 2020)

Ilustración 8

Características que el cliente pidió fuera del alcance y ocasionaron retraso (Automatización, 2020)

Características que el cliente pidió fuera del alcance y ocasionaron retrasos

	Aspecto técnico	Tiempo	Costo (MXN)		
10	Cambiar la lógica del espesor de lastre	9	25.920,00		
10	Reporte de paros	8	23.040,00		
10	Llenar las fechas automáticamente cuando hay reportes	5	14.400,00		
10	Actualizar las vistas para registrar datos con fechas retrasadas	4	11.520,00		
10	Suma de tuberías diarios y acumulados	15	43.200,00	Max	Recojo de info
10	Tamaño de letra y formatos en reportes	5	14.400,00		
10	Diseño de reporte gerencial	6	17.280,00		
10	Asesoría para configurar cuenta de mailgun	2	5.760,00	Min	
10	Fórmula de lastrado	7	20.160,00		
7	Retrabajos por mala comunicación (especificaciones incorrectas)	14	40.320,00		Recojo de info
	Sumatoria		216.000,00		

Nota. En esta tabla se muestran los aspectos que el cliente solicitó adicionalmente y le generaron un costo adicional a la empresa en pesos mexicanos, con una cantidad de tiempos que tomo.

Ilustración 9

Características que la empresa de desarrollo de software omitió algún requisito o que tuvo contratiempos (Automatización, 2020)

	Aspecto técnico	Tiempo (días)	Costo		
1	Mal orden de los procesos	2	5.760,00		Planificación
5	Falta de planeación del proyecto de principio a fin	15	43.200,00		Planificación
1	Hubo cosas en la planeación muy generales	20	57.600,00	Max	Planificación
1	No se documentaron minutas (se perdió mucho tiempo revisando grabaciones) y luego aceptamos cosas que no estaban en el alcance	13	37.340,00		Planificación
1	Se implementó un reporte incorrecto (no contemplado en el alcance)	2	5.760,00	Min	Planificación
3	Registro incorrecto en el proceso de ánodos	3	8.640,00		Recojo de info}
6	Se omitió una función requerida en el módulo de carga y después requirió re-trabajo	4	11.520,00		Planificación
3	Se crearon catálogos innecesarios	2	5.760,00	Min	Recojo de info
	Sumatoria		175.580,00		

Nota. En esta tabla se muestran los aspectos que generaron sobre costos causados por la empresa en pesos mexicanos.

En las ilustraciones 9 y 10 se puede observar cómo distintas causas ocasionadas por los clientes y por la misma empresa van generando sobrecostos, llegando al problema central que son los desfases en los tiempos de entrega de los proyectos.

Pero como la información no estaba concatenada por completo en el diagrama de Pareto, como se puede observar en el diagrama de Pareto inicial de causas de costo de la empresa, ya que, hay una variable denominada “Otros” siendo esta la variable con el valor más alto, dando a entender que no se desglosó la información de manera completa, ya que, luego de revisar las demás causas y las tablas que exponen las causas por parte del cliente y la empresa, se determinó que faltó segregar todas las causas por parte del cliente, las cuales son las que se encuentran dentro de la variable “Otros” y por esta razón tenía un valor tan alto. Así que se realizó la tarea de culminar este Pareto agregando o cambiando causas principales, como se muestra a continuación.

Tabla 4

Causas completas de sobre costos en los 4 proyectos observados

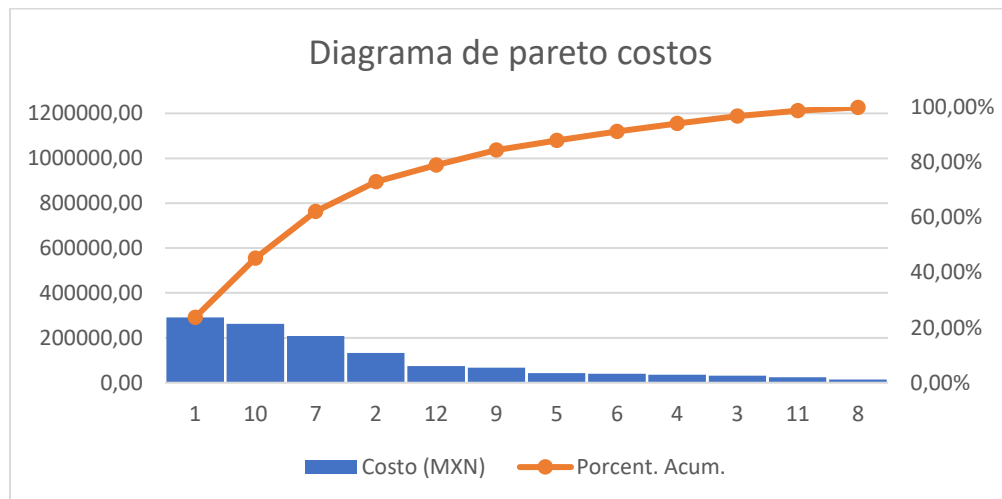
#	Características	Costo (MXN)	Porcentaje. Acumulado.	
1	Inadecuada planificación	291420,00	23,76%	291.420
10	Solicitudes adicionales por parte del cliente	262.592	45,17%	554.012
7	Información incompleta o errónea por parte del cliente	208.320	62,15%	762.332
2	Falta de personal y reincorporación	132.480	72,95%	894.812
12	Falta de recolección de información	74.880	79,05%	969.692
9	Demora por parte del cliente para dar info.	66.880	84,51%	1.036.572
5	Falta de planeación	43.200	88,03%	1.079.772
6	Omisión de información	39.520	91,25%	1.119.292
4	Entrega a destiempo	36.288	94,21%	1.155.580
3	Inadecuada recepción de info.	31.680	96,79%	1.187.260
11	Falta de pruebas del software por parte del cliente	24.960	98,83%	1.212.220
8	El cliente no se da a entender	14.400	100,00%	1.226.620

Nota. La inadecuada planificaciones hace referencia al mal orden de los procesos llevados a cabo para el proyecto y la falta de planeación como los pocos requerimientos tomados por el cliente.

Al terminar de concatenar las causas hallas en los 4 proyectos desarrollados por la empresa previamente, se logró identificar por qué el primer diagrama de Pareto tenía una variable “Otros”, la cual representaba las causas que generaron sobrecostos por los clientes, pero no habían sido concatenadas y por esa razón el diagrama de Pareto no servía para brindar un panorama claro sobre las causas que realmente perjudicaban a la empresa en cuestión de costos.

Ilustración 10

Diagrama de Pareto de costos ponderado



Nota. En este diagrama de Pareto cada número corresponde a una causa enumerada en la ilustración 10. Además, cada una de las causas están enumeradas para una mejor visualización en el diagrama y para concatenar la información

Una vez obtenida la información correcta de los 4 proyectos e identificadas las que causas le costaron más a la empresa, en la fase de analizar se contrastara con un diagrama de Pareto que también toma en cuenta la causas, pero no las ordena en factor del costo, sino en la frecuencia que se presentan, realizado a partir de la información recolectada de las encuestas realizadas a los desarrolladores y al jefe de la empresa.

A partir de las entrevistas realizadas a los desarrolladores y empleados del departamento de ventas, era hora de cuantificar la información adquirida. La herramienta que se utilizó para la recolección de datos fue un formato en Excel que contaba con unas macros programadas para facilitar la digitación de información de los desarrolladores, ya que, por la limitación de trabajar a distancia, no se pudo tomar los datos por cuenta propia y se requirió contar con los desarrolladores y el jefe de la empresa para recolectar esta información. Donde se presentaban las causas encontradas por medio de las entrevistas, tanto por parte de la empresa, como por parte del cliente; este formato contaba con unas macros para facilitar la contabilidad de causas a lo largo de las jornadas de trabajo

en los proyectos de los desarrolladores escogidos para ayudar con este proyecto de mejora de la empresa.

Ilustración 11

Formato de toma de datos de frecuencia de causas por parte de la empresa y clientes

	Causas por parte de la empresa	Cantidad de veces que ocurre		Causas por parte de los clientes	Cantidad de veces que ocurre	
1						
2	Dayling donde se expone todo lo que se hizo un día antes y lo que se hará el mismo día y de ahí se encuentra que los desarrolladores o Project managers no exponen por qué se están retrasando.	0	▲ ▼	Definir claramente el alcance del proyecto afectando también a la empresa porque la empresa de por sí, ya define el alcance desde el inicio.	0	▲ ▼
3	Se puede presentar que se está siendo muy condescendiente con los desarrolladores del proyecto respecto a los tiempos estipulados.	0	▲ ▼	El cliente no tiene tiempo para atenderlos (ya sea por enfermedad o por causas personales) para revisar la web o el proyecto (minuta), generando pérdida de tiempo.	0	▲ ▼
4	No llevar minutas de trabajo o alcance bien definido de lo que se va a llevar a cabo a lo largo del proyecto.	0	▲ ▼	el cliente no entrega retroalimentación en el tiempo estipulado generando retraso en la parte del testing.	0	▲ ▼
5	Por parte de la planeación de la empresa, se generan retrasos en el apartado de los desarrolladores backend, ya que no pueden empezar a trabajar los Front en su parte sin	0	▲ ▼	El cliente decide agregar requerimientos en la etapa de desarrollo generando retraso.	0	▲ ▼
6	Falta de supervisión a la hora del trabajo realizado para asegurarse que el trabajo asignado se está haciendo de manera correcta.	0	▲ ▼	Demora de revisión de entregables por parte del cliente.	0	▲ ▼
7	Falta de personal a la hora de testear como del mismo proyecto.	0	▲ ▼	El cliente no se sabe explicarse y se capta la información de una forma distinta a la	0	▲ ▼

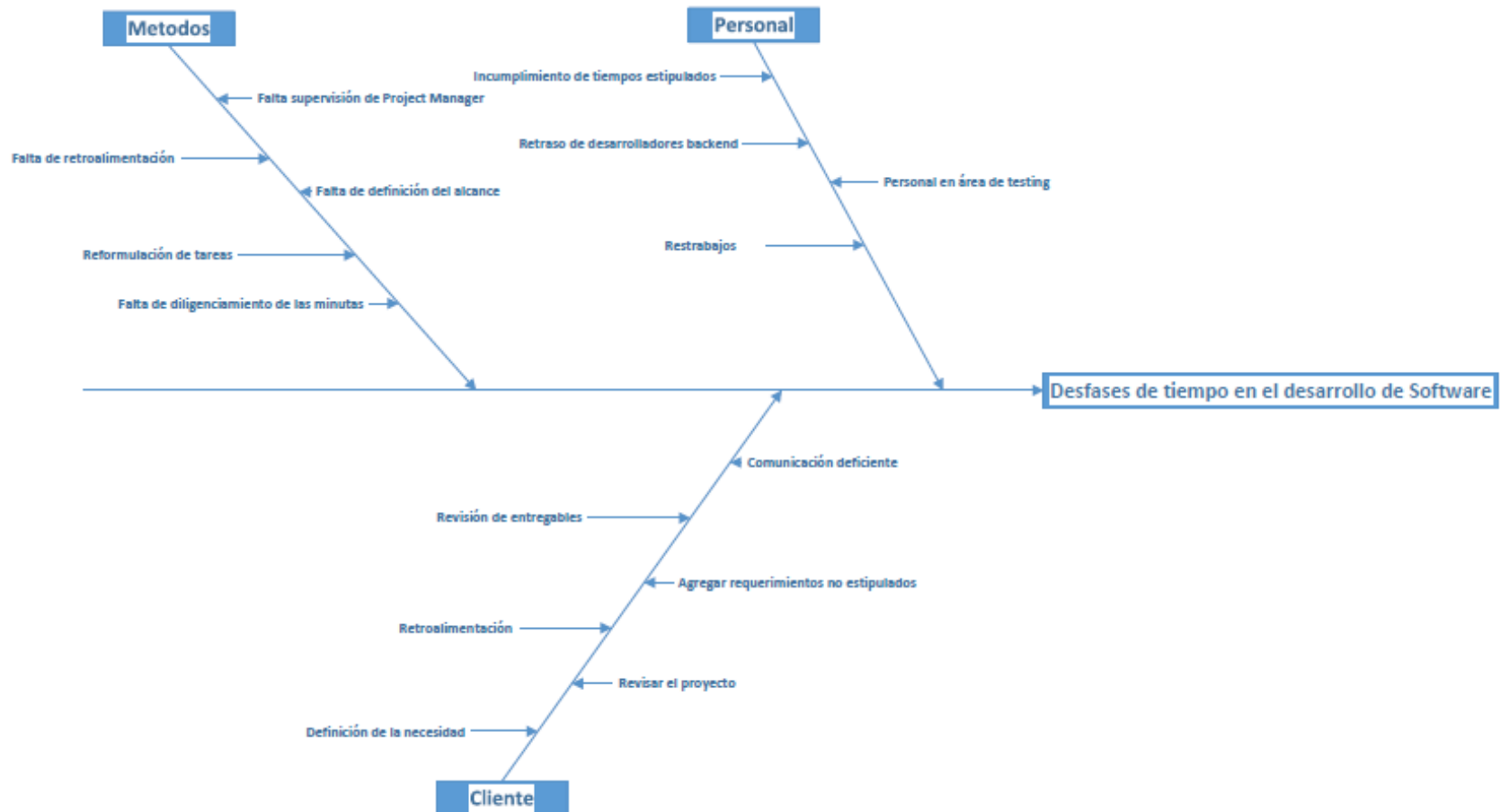
Esta toma de datos se realizó durante todo el mes de marzo y abril; lo ideal de estas recolecciones de datos es realizarlas entre 6 o 8 meses para que pueda ser más fiable la información recolectada, pero a petición del jefe de la empresa se realizó de este modo, para poder avanzar con las demás fases del proyecto.

9.3 ANALIZAR

Se realizó un diagrama causa efecto a partir de la información recolectada de las entrevistas realizadas a los desarrolladores y parte del departamento de ventas con el fin de visualizar de mejor manera las causas por parte de la empresa y por parte del cliente, con la información recolectada de las entrevistas y con aporte del departamento de ventas y desarrollo.

Ilustración 12

Diagrama causa efecto

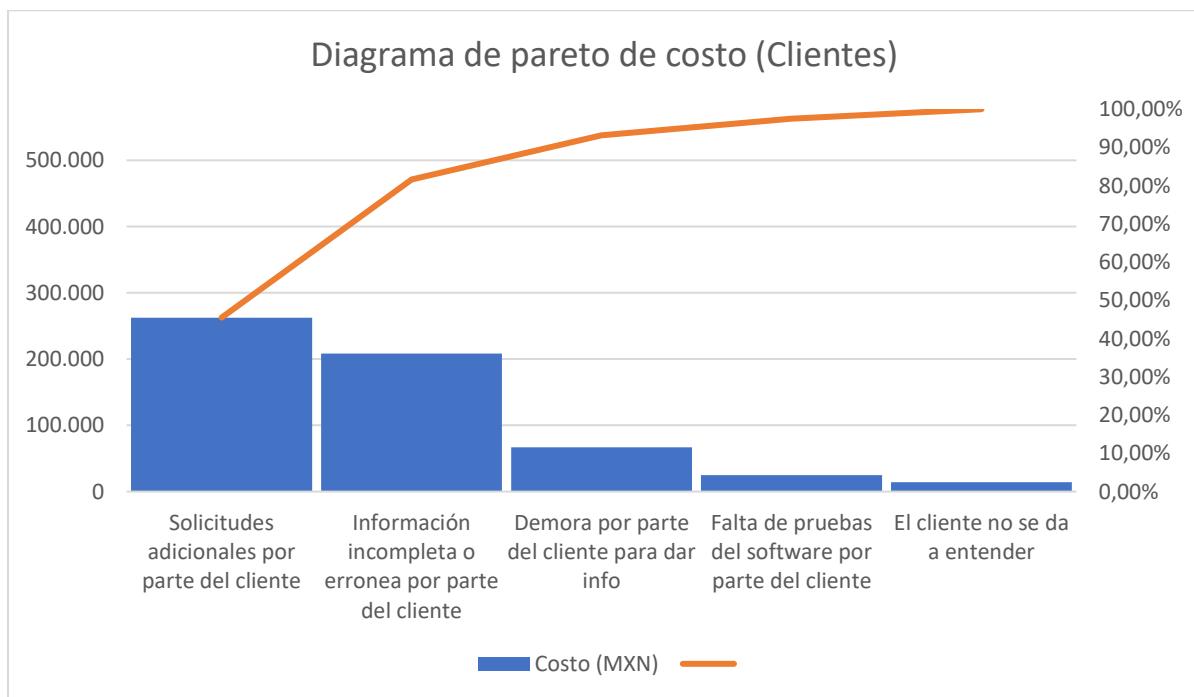


Además, tomando la información del acercamiento inicial realizado por la empresa y una vez corregido, se decidió separar entre causas por parte del cliente y causar por parte de la empresa, a la hora de analizar las causas por frecuencia y costo en la fase de Análisis.

- Por parte del cliente:

Ilustración 13

Diagrama de Pareto de costos (clientes)



En este diagrama de Pareto se encuentran las causas que generan sobre costos (MXN) a la empresa provocadas por los clientes, siendo las más importantes: las solicitudes adicionales y las información incompleta o errónea.

Tabla 5

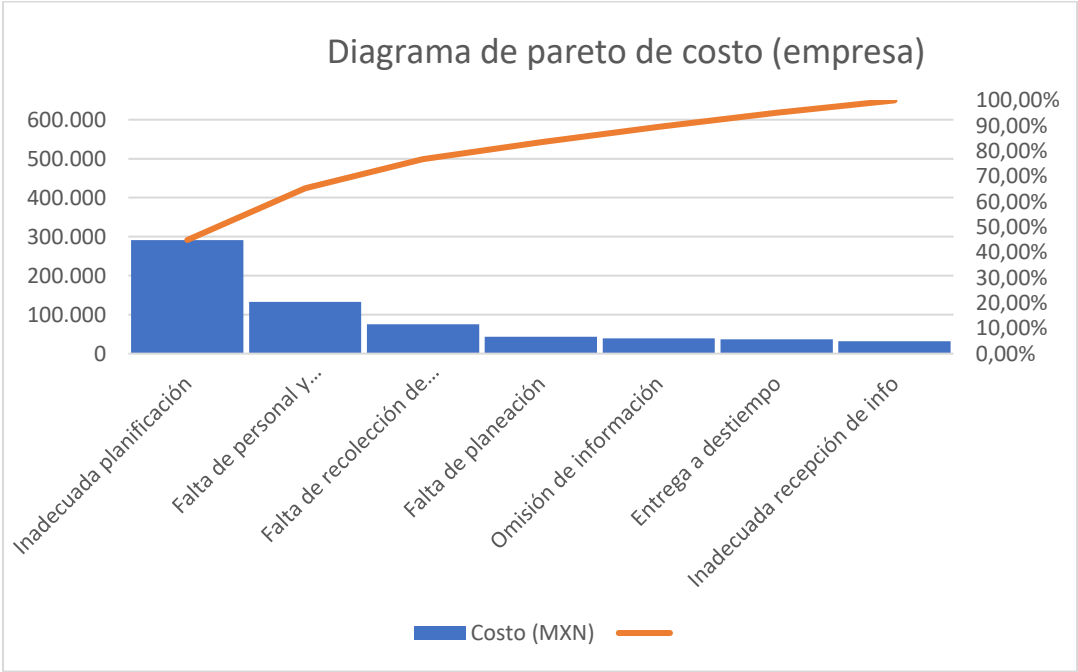
Características por parte del cliente (Costos)

	Características por parte del cliente	Costo (MXN)
10	Solicitudes adicionales por parte del cliente	262.592
7	Información incompleta o errónea por parte del cliente	208.320
9	Demora por parte del cliente para dar info	66.880
11	Falta de pruebas del software por parte del cliente	24.960
8	El cliente no se da a entender	14.400

- Por parte de la empresa:

Ilustración 14

Diagrama de Pareto de costos (Empresa)



En este diagrama de Pareto se muestran las causas que generan sobre costo provocadas por la empresa, en las cuales resaltan la inadecuada planificación y la falta de personal y reincorporación.

Tabla 6

Características por parte de la empresa (Costos)

	Características por parte de empresa	Costo (MXN)
1	Inadecuada planificación	291.420
2	Falta de personal y reincorporación	132.480
12	Falta de recolección de información	74.880
5	Falta de planeación	43.200
6	Omisión de información	39.520
4	Entrega a destiempo	36.288
3	Inadecuada recepción de info	31.680

Una vez corregida la información previamente realizada por la empresa en su primer acercamiento con Six Sigma, se dispuso a recolectar la información de los formatos de frecuencia que fueron tomados de diferentes desarrolladores que cumplen el rol de PJ (Project manager), desarrolladores de proyectos y practicantes. En el apartado de la frecuencia con la que se presentan las causas por parte de la empresa se tomaron los datos suministrados por el jefe de la misma, el ingeniero Farid.

Tabla 7

Datos recolectados de frecuencia de causas por parte de la empresa

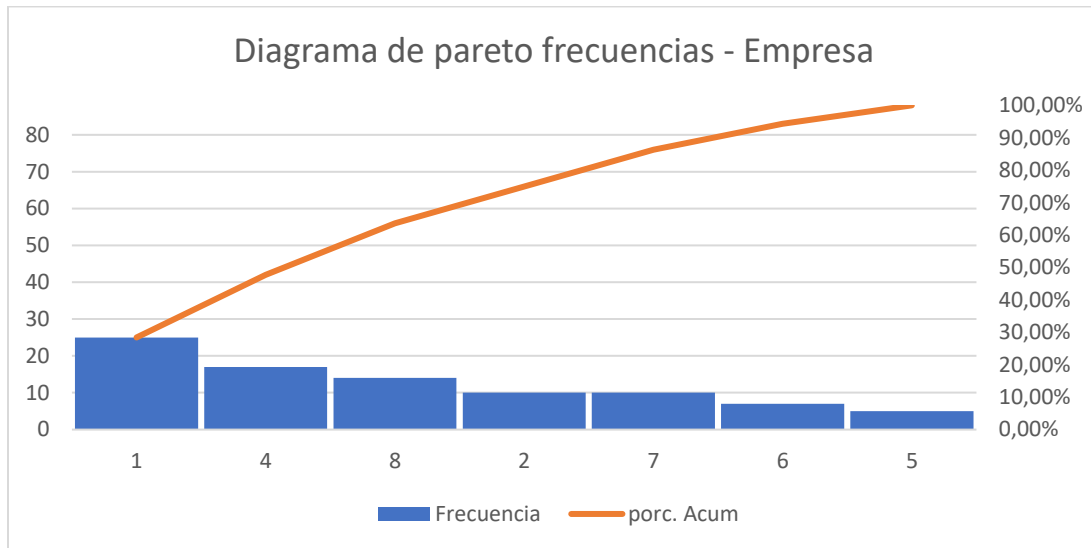
	Causas por parte de la empresa	Frecuencia con la que ocurre en 1 mes
1	Dayling donde se expone todo lo que se hizo un día antes y lo que se hará el mismo día y de ahí se encuentra que los desarrolladores o Project managers no exponen por qué se están retrasando.	25
2	Se puede presentar que se está siendo muy condescendiente con los desarrolladores del proyecto respecto a los tiempos estipulados.	10
3	No llevar minutas de trabajo o alcance bien definido de lo que se va a llevar a cabo a lo largo del proyecto.	0
4	Por parte de la planeación de la empresa, se generan retrasos en el apartado de los desarrolladores Backend, ya que no pueden empezar a trabajar los Front en su parte sin que los back hayan terminado.	17
5	Falta de supervisión a la hora del trabajo realizado para asegurarse que el trabajo asignado se está haciendo de manera correcta.	5
6	Falta de personal a la hora de testear como del mismo proyecto.	7
7	La planeación se realizó de manera muy general y eso generó reformulación de las tareas	10
8	Retrabajos por una tarea mal planeada o mal redactada	14

Nota. El Dayling es una reunión que realiza la empresa diariamente para discutir lo que se hizo el día anterior y lo que se hará ese mismo día.

El diagrama de Pareto que se muestra a continuación muestra la frecuencia de las causas por parte de la empresa que mayormente se presentan, en las cuales destacan: No se exponen los retrasos en el Dayling, se generan retrasos por parte de los desarrolladores Backend y retrabajos por tareas mal planeadas o mal redactadas.

Ilustración 15

Diagrama de Pareto frecuencias (empresa)



Nota. Se retiró la variable #3, ya que de esta no se obtuvieron datos en el tiempo de recolección. Cada una de las causas están enumeradas en la tabla anterior al diagrama de Pareto para una mejor visualización

Tabla 8

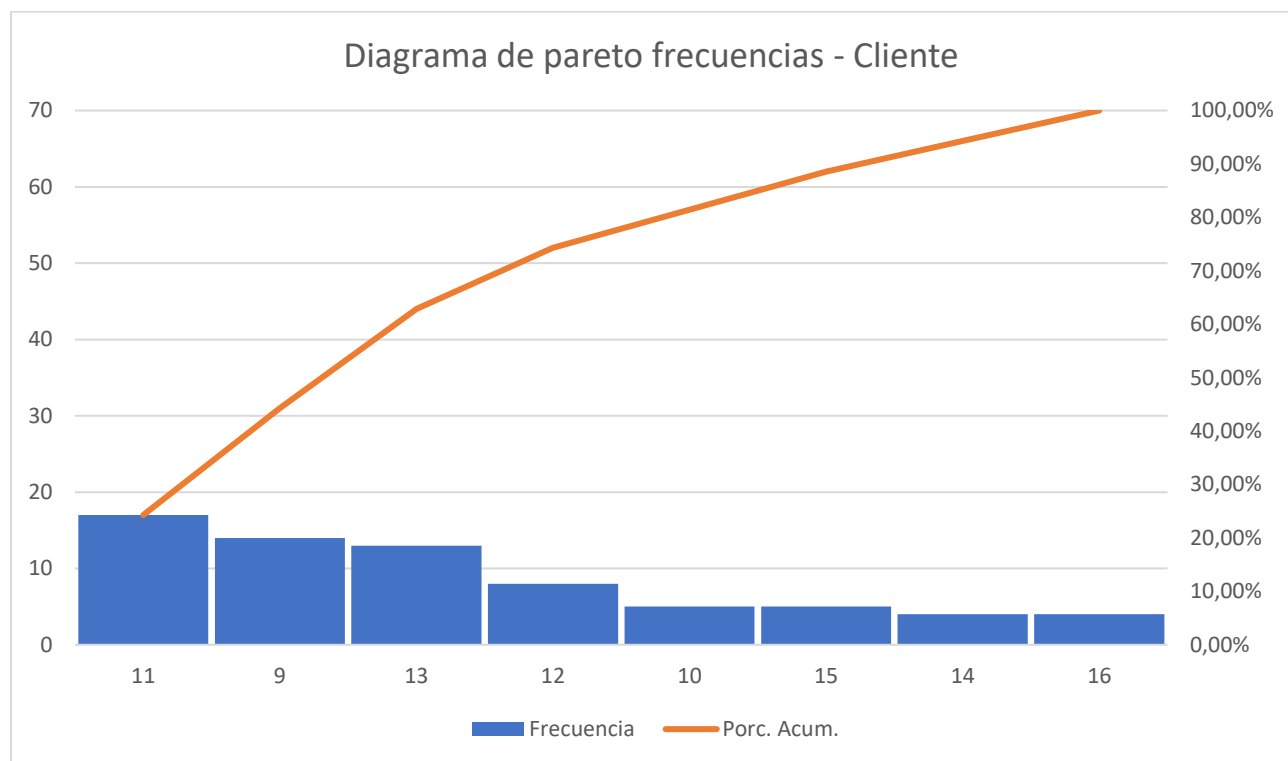
Datos recolectados de frecuencia de causas por parte de los clientes

	Causas por parte de los clientes	Frecuencia con la que ocurre en 2 meses
9	Definir claramente el alcance del proyecto afectando también a la empresa porque la empresa de por sí, ya define el alcance desde el inicio.	14
10	El cliente no tiene tiempo para atenderlos (ya sea por enfermedad o por causas personales) para revisar la web o el proyecto (minuta), generando pérdida de tiempo.	5
11	el cliente no entrega retroalimentación en el tiempo estipulado generando retraso en la parte del testing.	17

12	El cliente decide agregar requerimientos en la etapa de desarrollo generando retraso.	8
13	Demora de revisión de entregables por parte del cliente.	13
14	El cliente no se sabe explicar y se capta la información de una forma distinta a la que en realidad quiere el cliente.	4
15	Retrabajo por mala comunicación, especificaciones mal planteadas	5
16	En la etapa de implementación el cliente solicita que la aplicación se personalice todavía más, respecto a lo que se planteó en un inicio	4

Ilustración 16

Diagrama de Pareto frecuencias (clientes)



Nota. Cada una de las causas están enumeradas en la tabla anterior al diagrama de Pareto para una mejor visualización.

En este diagrama de Pareto se visualizan la frecuencia de las causas por parte de los clientes que mayormente se presentan, en las cuales destacan: El cliente no entrega la retroalimentación a tiempo; El cliente re define el alcance del proyecto, habiéndolo estipulado desde un inicio; y una demora en la revisión de entregables por parte del cliente.

Con estos 2 diagramas de Pareto se logra determinar que las causas que debe recibir la mayor atención y tomar acción para mermarlas, ya que representan el 80% de los desfases de tiempo son:

- Por parte de la empresa:
 - Dayling donde se expone todo lo que se hizo un día antes y lo que se hará el mismo día y de ahí se encuentra que los desarrolladores o Project managers no exponen por qué se están retrasando.
 - Por parte de la planeación de la empresa, se generan retrasos en el apartado de los desarrolladores Backend, ya que no pueden empezar a trabajar los Front en su parte sin que los back hayan terminado.
- Por parte de los clientes:
 - el cliente no entrega retroalimentación en el tiempo estipulado generando retraso en la parte del testing.
 - Definir claramente el alcance del proyecto afectando también a la empresa porque la empresa de por sí, ya define el alcance desde el inicio.
 - Demora de revisión de entregables por parte del cliente.

Posterior a esto se tomaron los datos de frecuencia recopilados a lo largo de la práctica profesional y los datos de costos que se habían tomado anteriormente por parte de la empresa y se realizó una comparación para analizar si las causas de frecuencia y costo tenían relación, lo cual si se presentó y según la regla de Pareto se tomó ese “20% de las causas que están generando el 80% de los

retrasos” (Dellers, 2016) y sobre costos. Cabe resaltar que a petición del jefe de la empresa se tomó una causa principal extra, superando ese 80% observado en el Pareto, con el fin de atacar la mayor cantidad de causas posibles, ya que se desfasaban de ese 80% por un porcentaje muy mínimo.

Estas terminaron siendo las causas que se determinaron gracias a la relación de los diagramas de Pareto:

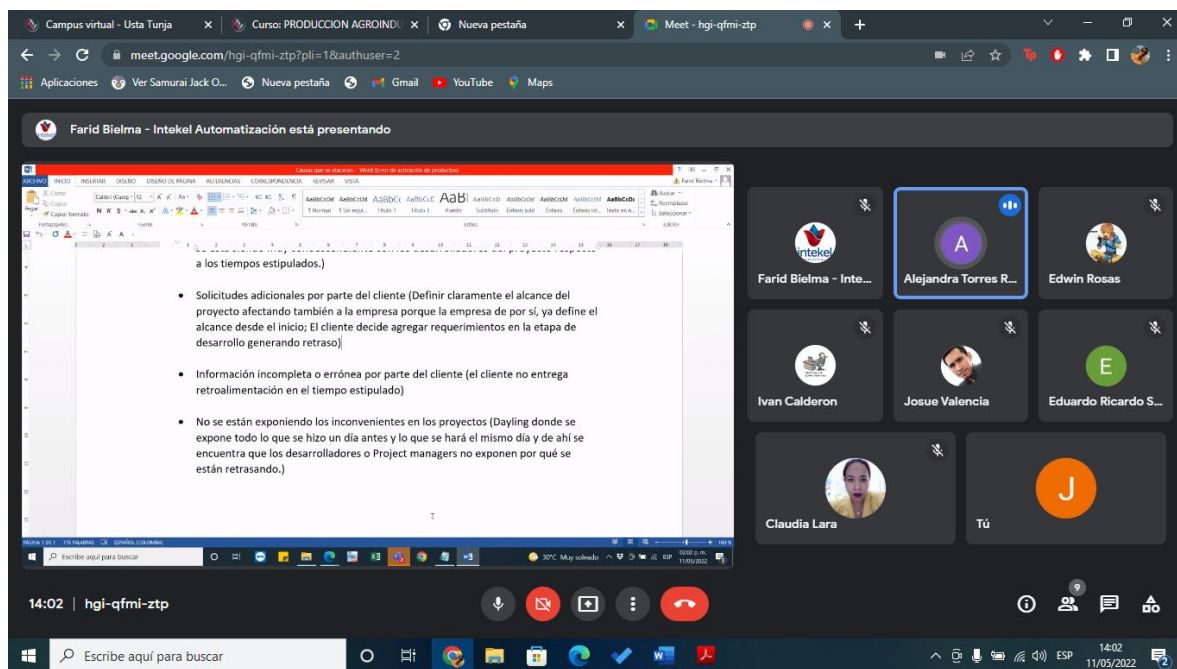
- **Inadecuada planificación** (Por parte de la planeación de la empresa, se generan retrasos en el apartado de los desarrolladores Backend, ya que no pueden empezar a trabajar los Front en su parte sin que los back hayan terminado; Retrabajos por una tarea mal planeada o mal redactada; Se puede presentar que se está siendo muy condescendiente con los desarrolladores del proyecto respecto a los tiempos estipulados.
- **Solicitudes adicionales por parte del cliente** (Definir claramente el alcance del proyecto afectando también a la empresa porque la empresa de por sí, ya define el alcance desde el inicio; El cliente decide agregar requerimientos en la etapa de desarrollo generando retraso)
- **Información incompleta o errónea por parte del cliente** (el cliente no entrega retroalimentación en el tiempo estipulado)
- **No se están exponiendo los inconvenientes en los proyectos** (Dayling donde se expone todo lo que se hizo un día antes y lo que se hará el mismo día y de ahí se encuentra que los desarrolladores o Project managers no exponen por qué se están retrasando.)

9.4 INNOVAR

Una vez identificadas las causas se buscaría atacar dentro de la empresa, se pasa a la fase de innovación, donde se realizaron 2 Brainstorm (lluvia de ideas), inicialmente en la última reunión de la fase de análisis, con ayuda del jefe de la empresa se recopiló de manera rápida algunas de las ideas que se habían pensado a lo largo del proyecto, pero posteriormente se reunió a distintos desarrolladores y empleados del departamento de ventas con el fin de escuchar las ideas que tenían para resolver las causas identificadas, se expusieron únicamente las causas 4 principales, sin las ideas anteriormente planteadas con el jefe para no influenciar su criterio, con la idea de tener nuevas ideas que agregar y poder dar solución a las problemáticas halladas.

Ilustración 17

Reunión de Brainstorm



De esta lluvia de ideas se extrajeron las siguientes soluciones brindadas por los desarrolladores y el departamento de ventas, pero únicamente se tomaron en cuenta las que se encuentran en negrilla, las demás soluciones no, ya sea porque eran similares a la principal escogida, eran poco viables o ya se realizaban en la empresa. Además de terminar de contextualizar el porqué de las soluciones que brindaban ellos, entendiendo mejor la problemática y porque se planteaba de esta manera.

- INADECUADA PLANIFICACIÓN

- Banco de tareas bien segmentadas para evitar cuellos de botella
- Tener en cuenta un tiempo estimado del avance de back para que después puedan empezar el trabajo los Frontend.
- Analizar formato criterios de validación.
- Considerar tiempos para planificar tareas (comentarios o modificaciones que se agregan después de un sprint, que no se atienden de mejor manera ya que al terminar un sprint, se empieza el otro de manera inmediata).
- **Acta de requerimientos.**
- **No se toma en cuenta los contratiempos – tiempos de holgura, hay que entender que el proceso no es perfecto y hay que tener en cuenta un tiempo para contingencia – tener en cuenta los puntos que se les da a las tareas – analizar bien el sistema en los propios puntos que dan los desarrolladores.**

- SOLICITUDES ADICIONALES POR PARTE DEL CLIENTE

- Verificar el tamaño del cambio o la magnitud del retrabajo (un formato estándar de tareas o actividades que lleven poco tiempo y cuanto seria lo viable para decirle si se cotiza o directamente se hace el cambio).
- **Dejar muy claro desde el inicio al cliente que hay cambios que le generaran sobre costos.**
- **Llevar los contratos y las minutas bien especificadas con el compromiso de las partes y tiempos de entrega.**
- Especificar bien claro en el contrato y las minutas.
- **Hacer reuniones con las personas encargadas con el cliente acordando que se seguirá atrasando la entrega del servicio si se sigue pidiendo cosas adicionales.**
- Grabación de las reuniones.

- INFORMACIÓN INCOMPLETA O ERRÓNEA POR PARTE DEL CLIENTE

- **Son importantes las primeras reuniones con los clientes para que puedan dar de manera correcta la información. (involucrar al departamento de ventas en el proceso de operaciones – modificando el diagrama de procesos.**
- **realizar más prototipos o reuniones con los clientes.**

- En la misma junta se acuerda que cada vez que se le solicite algo en el proyecto de los departamentos involucrados en el proyecto, se le mandaría un copia a la persona encargada de la empresa.
- Dejar claro desde un principio lo que el cliente requiere.
- **Penalizaciones por causa de retraso o información incompleta o errónea.**
- **Definir quien será la persona responsable del proyecto por parte del cliente.**

- NO SE ESTÁN EXPONIENDO LOS INCONVENIENTES EN LOS PROYECTOS

- Confianza para resolver el problema.
- Dar espacio en el Dayling para exponer los inconvenientes.
- Capacitar (recomendación) a los desarrolladores, Project managers y demás directivos respecto a la confianza a la hora de exponer los inconvenientes en los proyectos para hacer Daylings más efectivos.
- **Hacer una medición de productividad de los desarrolladores y brindar ayuda a los que presenten baja productividad.**

Posterior a la Brainstorm, tomando en cuenta las soluciones o aspectos a mejorar proporcionados por los empleados del departamento de ventas y desarrolladores, se propuso implementar herramientas como: el cálculo de tiempos suplementarios con el objetivos de ayudar a ser más precisos a la hora de dar una fecha de entrega al cliente; implementar un formato estándar para la toma de requerimientos, ya que la empresa lo hacía de manera muy general y esto ocasionaba que no se pudiera identificar de manera concisa cual era la necesidad del cliente, haciendo que este realizara adiciones a lo largo del proyecto o correcciones, ayudando a mejorar la planificaciones de los proyectos y a minimizar la información incompleta o errónea por parte del cliente; realizar cálculos de productividad para ayudar a los desarrolladores rezagados a identificar las causas de los limitan, para atacar la causa identificada como no se están exponiendo los inconvenientes en los proyectos; y por ultimo cambios en el contrato que se hace con los clientes para ayudar a minimizar las adiciones a lo largo de los proyectos, para que se comprometan a ser claros en la toma de requerimientos, ya que podrían incurrir en un costo adicional.

9.4.1 FORMATO IEEE 830

Este formato es un estándar de calidad para el levantamiento de requerimientos para el desarrollo de software, esta es una solución que ataca a la causa de la inadecuada planificación, a las solicitudes adicionales por parte del cliente y a la información incompleta o errónea por parte del cliente; ayudando a ser más claros a la hora de tomar los requerimientos, ya que la empresa tenía un formato muy sencillo para levantar los requerimientos, lo cual generaba que no se captara de la mejor manera la información brindada por el cliente o se pasaba por alto información debido a lo incompleto que era el formato que se usa en la empresa, en comparación con el formato IEEE 830.

Ilustración 18

Formato de especificaciones técnicas 1 (Automatización, 2020)

REQUISITOS TÉCNICOS
Descripción:
Requisitos de Hardware:
Requisitos de Software:

1	28/Oct/2015	Modificados requisitos técnicos de instalación / Modified technical installation requirements.
0	11/May/15	Diseño de la guía de instalación / Design installation guide
Rev.	Fecha/Date	Descripción / Description

Ilustración 19

Formato de especificaciones técnicas 2 (Automatización, 2020)

Requisitos para la instalación de dependencias:
Para instalaciones remotas:
PROCESO DE INSTALACIÓN:

A diferencia del formato actual que maneja la empresa, el formato IEEE 830 plantea aspectos relevantes para el levantamiento de requerimiento de software como:

- Personal involucrado
- Definiciones, acrónimos y abreviaturas
- Perspectiva del producto
- Funcionalidad del producto
- Características del usuario
- Restricciones
- Suposiciones y dependencias
- Evolución previsible del sistema
- **Requisitos específicos**
- Requisitos comunes de los interfaces
- **Requisitos funcionales**
- **Requisitos no funcionales**

Todos estos aspectos hacen que el levantamiento sea mucho más exhaustivo y los requerimientos sean más específicos, tomando mayor importancia los requisitos funcionales y específicos los cuales se enfocan en que va a ocuparse el software y como se va a integrar para satisfacer las necesidades del cliente, como también los requisitos no funcionales en donde se tratan temas del rendimiento del software, la seguridad que va a tener, la fiabilidad, entre otros. Todo esto ayudará a evitar retrabajos futuros por cambios que desee hacer el cliente, atacando otra de las causas de desfases de tiempo las cuales son las solicitudes adicionales por parte del cliente.

9.4.2 CÁLCULO DE PRODUCTIVIDAD PARA LOS DESARROLLADORES

Este cálculo de productividad se busca de poder evaluar a los desarrolladores y medir sus niveles de productividad, con el objetivo de identificar cuáles son los que están presentando un bajo rendimiento en este aspecto y poderles brindar una ayuda o un acompañamiento adicional, atacando de esta manera la causa identificada como: No se están exponiendo los inconvenientes en los proyectos.

Cabe aclarar que los resultados de estos cálculos de productividad serán solo de conocimiento del jefe y Project managers de los proyectos, para no afectar a ningún desarrollador, ya que el fin de esto es poder ayudarles a superar esta dificultades y no generar una afectación en dado caso al desarrollador, empeorando su productividad, es por eso que se tendrá su debido escrutinio con esta información y será utilizada con dicho fin de ser un apoyo.

Para implementar esta herramienta se creó un formato de registro de productividad donde se explican cada una de las variables a tener en cuenta para realizar el cálculo. Dicho formato se puede encontrar en los anexos.

Una vez halladas las variables gracias al formato diseñado, se ingresan los datos una ficha de registro diseñada, para que sea simple ingresarlos y el programa de Excel se encargue de llevar el registro la productividad de cada desarrollador.

Esta toma de productividad se realiza con el fin de observar cuales son los desarrolladores que menores indicadores de productividad presentan y brindarles un acompañamiento adicional para

determinar porque no están rindiendo en la misma medida de sus compañero, esto para atacar la causa de que no se están exponiendo los inconvenientes en los proyectos, puesto que muchas veces es difícil hacer que los trabajadores expongan por sí mismos las limitaciones que presentan en sus tareas en los Daylings que son reuniones que la empresa realiza de manera diaria para exponer lo que se hizo el día anterior y lo que se hará ese mismo día.

Tabla 9

Matriz de operacionalización

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA
VARIABLE DEPENDIENTE PRODUCTIVIDAD	“La productividad es la relación entre la producción obtenida por un sistema de producción o servicios y los recursos utilizados para obtenerla. Así pues, la productividad se define como el uso eficiente de recursos trabajo, capital, tierra, materiales, energía, información en la producción de diversos bienes y servicios.” (PROKOPENKO, 2015)	La productividad se medirá en función a la eficiencia y eficacia utilizando índice de eficiencia horas hombre y índice de eficacia del cumplimiento Del servicio. (PROKOPENKO, 2015)	EFICIENCIA	$EFI = \frac{N^{\circ} \text{ de servicios producidos}}{N^{\circ} \text{ total de horas trabajadas}} * 100$ Leyenda: EFI: Índice de eficiencia SP: N° de servicios producidos HT: N° Total de horas trabajadas	Razón
			EFICACIA	$EF = \frac{N^{\circ} \text{ horas alcanzadas}}{N^{\circ} \text{ horas programadas}} * 100$ Leyenda: EF: Índice de eficacia HA: Horas alcanzadas HP: Horas programadas	Razón

Nota. Las horas alcanzadas hacen referencia a las hora que consiguió realizar el empleado en su jornada planificada.

9.4.3 CAMBIOS EN EL CONTRATO

Debido a las causas identificadas como: Solicitudes adicionales por parte del cliente e información incompleta o errónea por parte del cliente. Se pensó en darle una penalización o una multa a los clientes que incurrieran en estas causas, así mismos se decidió hacer unas modificaciones y agregar cláusulas al contrato que se le hace firmar a cada uno de los clientes a la hora de contratar los servicios de la empresa de desarrollo de software. El apartado sé que encuentra en negrilla son las partes modificadas o agregadas.

Por cuestiones de confidencialidad no se puede enseñar parte del contrato o anexarlo, debido a esta solo se mostrará los apéndices modificados que funcionan como solución a las causas que generan desfases de tiempo en la empresa, además de referirse a la empresa como “La empresa de desarrollo de software”.

- (III) suministrar oportunamente toda la documentación/información solicitada por la empresa de desarrollo de software para la ejecución de sus actividades, así como posibilitar el acceso oportuno del personal de la empresa de desarrollo de software al personal del Comprador que fuere necesario para la ejecución de las obligaciones de la empresa de desarrollo de software (Automatización, 2020), **ya que, el incumplimiento de este ítem impondrá una multa por parte de la empresa de desarrollo de software por incumplimiento o retraso a la hora de suministrar la documentación/información en los tiempos estipulados, puesto que esto generaría retrasos en el cronograma de entrega de avances o entrega del proyecto en general, provocando sobre costos para la empresa de desarrollo de software y posiblemente para el comprador.**

Centrándose en la causa de las solicitudes adicionales se diseñó este apéndice, para que el cliente este enterado que los cambios fuera del alcance establecido podría incurrir en un costo adicional dependiendo la complejidad de la modificación que será revisado por la empresa de desarrollo de software y evaluado, porque puede ser algo sencillo como cambiar un logo o el color de la interfaz

lo cual no tendría un costo adicional, pero si es una configuración respecto al apartado funcional del software lo más probable represente un costo adicional.

- **(II) En caso que el comprador decida agregar requerimientos adicionales, la empresa Desarrolladora de software hará revisión del requerimiento solicitado y evaluará si dicho cambio dentro del proyecto representara un sobre costo para el comprador dependiendo la complejidad de la adición o, por el contrario, se aplicará el requerimiento adicional dentro del proyecto sin ningún costo. Dicha evaluación se realizará mediante un documento de control de cambios, el comprador deberá aprobar el documento antes de efectuar los cambios estipulados en las nuevas necesidades agregadas. (Recuerde que cada requerimiento adicional agregado no solo podría representar un sobre costo al finalizar el proyecto, sino que también ampliará el plazo de entrega del proyecto o entregables en las fechas estipuladas).**

Aunque esta idea no se planteó en la Brainstorm con los desarrolladores y el departamento de ventar, se acordó con el jefe de la empresa en la Brainstorm que se realizó de manera rápida y corta que era indispensable agregar un apartado en el contrato donde se comprometiera a delegar un única persona para ser el puente entre la empresa que contrata los servicios de la empresa desarrolladora de software, el cual le brindará toda la información que sea requerida por la empresa desarrolladora de software y quien se comunicará con ellos para resolver dudas e inquietudes.

- **(VI) el comprador deberá delegar a un coordinador del proyecto, quien fungirá como única fuente de información para comunicarse con la empresa desarrolladora de software, la cual será la encargada de suministrar toda la información pertinente y brindar acceso a recursos, permisos, licencias, etc. Para la ejecución del objetivo de la propuesta del proyecto. Esto para facilitar la eficacia de los procesos anteriormente mencionados que harán que el proyecto culmine de manera satisfactoria. En caso que esta persona encargada no se comunique con la empresa desarrolladora de software, generando un retraso en la entrega de información incompleta o errónea; será penalizado el comprador con una multa, ya que estos inconvenientes consumen recursos que se podrían aprovechar en otras labores, generan perdidas o sobre costos**

por tiempos de espera. En caso hacer un cambio de coordinador de proyecto deberá ser notificado de manera inmediata de forma escrita por correo a la dirección que indique la empresa desarrolladora de software al inicio del proyecto.

9.5 ESTANDARIZAR

En esta fase la empresa de desarrollo de software se encargara de aplicar las herramientas propuestas en la fase anterior, se hace la recomendación de no aplicar todos los cambios de manera inmediata, ya que algunos involucran procesos de los desarrolladores y puede afectar proyectos que estén en curso, lo mejor sería hacer una prueba piloto con un proyecto de menor escala; mientras que hay algunas soluciones que pueden implementarse a en esta fase sin problema como los cambios en los contratos que se realizan a los clientes con la idea de minimizar las casas que generan desfases en los tiempos de entrega de los proyectos por parte de ellos. Una vez la empresa implemente todas las soluciones y herramientas o si desea implementar otras que considere conveniente fase de innovación, la empresa deberá llevar un control de todas ellas y el comportamiento que tienen en los proyectos y como afectan a los desarrolladores o el departamento de ventas, si lo hace de manera positiva o negativa y determinar si se ha obtenido una disminución en los desfases de tiempo y en cuanto porcentaje, o si por el contrario no se observa esa disminución y las causas de los desfases de tiempo se siguen presentando en igual medida.

10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se implementó parcialmente la metodología Six Sigma transaccional, llegando hasta la fase de Innovación con la metodología DMAIE, en esta fase de discutieron las soluciones que pueden ayudar a minimizar las causas de desfases de tiempo identificadas que están generando sobre costos. Actualmente la empresa de desarrollo de software cuenta con la documentaciones e información necesaria para finalizar la fase de Innovación y empezar la fase de Estandarización, las cuales le permitirán aplicar las soluciones propuestas en la fase de innovación capacitando a sus empleados y realizando planes de control.

También es un logro que ha tenido la empresa y a su vez un beneficio, el cual es empezar a recolectar los primeros datos de frecuencia, permitiéndoles aprender más sobre la gestión de su información interna y la importancia de la recolección de estos datos para futuros proyectos de mejora interna dentro de la empresa.

Gracias a la fase de análisis que permitió identificar cuáles eran las causas que más generaban desfases de tiempo dentro de la empresa y a partir de eso empezar la fase de Innovación que permitiría implementar técnicas y herramientas ingenieriles en la empresa para generar cambios que minimicen las causas de desfases de tiempo, minimizando a su vez los sobre costos. Aunque solamente se hayan efectuado las estas técnicas y herramientas, solamente falta la última fase de Estandarización que le permitirá a la empresa de desarrollo de software incluir todo lo planteado en la fase de Innovación en sus procesos.

Se logro identificar satisfactoriamente las causas que generaban desfases de tiempo en los proyectos de la empresa mediante el formato de frecuencia de datos implementado en la empresa, además de la bibliografía de los 4 proyectos trabajados previamente en la empresa de desarrollo de software, que evidenciaban las causas de sobre costos que le habían generado a la empresa. Proponiendo las distintas herramientas y soluciones como lo son los tiempos suplementarios, el formato IEEE 830, el cálculo de productividad y los cambios en el contrato.

Se espera que, en la fase de estandarización, a la hora de llevar un control de la implementación de las distintas herramientas se obtenga una disminución de los desfases de tiempo causados por la empresa y los clientes.

Desde el ámbito profesional, esta pasantía ha permitido adquirir experiencia al estudiar los temas de mejora continua, formando parte de la línea de profundización elegida, siendo esta filosofía lean. Además de ser el primer acercamiento a la vida laboral y poder experimentar lo que se trata de tener gente a cargo, direccionar empleados para tareas específicas e implementar metodología en una empresa de servicios.

Como recomendaciones, está el tener una mejor organización por parte de la empresa De desarrollo de software a la hora de registrar inconvenientes en el desarrollo de los proyectos, en los distintos departamentos de la empresa involucrados, ya que, a la hora de tomar datos, se facilitó mucho la toma de datos de frecuencia a la hora de entrevistar al jefe de la empresa, porque tenía todo organizado en su calendario en cuanto a reuniones con los clientes y los inconvenientes que estos presentaban, mientras que con otros empleados de la empresa, no se tenía documentada esta información, lo que retrasaba el proceso de toma de datos.

Se recomienda en la fase de innovación cambiar el cálculo de los tiempos suplementarios, por la implementación de un diagrama PERT a la hora de calcular los proyectos, ya que el cálculo de los tiempos suplementarios que brinda la OIT funciona más para tareas repetitivas enfocadas a producción y como este proyecto se es realizado en una empresa que brinda un servicio de software personalizado para cada cliente, no termina de encajar bien el cálculo de los tiempos suplementarios para atacar el problema de la inadecuada planificación. En su lugar, los diagramas PERT permiten adecuarse a distintos proyectos, determinando los tiempos optimistas, los tiempos más probables y los tiempos pesimistas, y calcular mediante una formula el tiempo esperado para cada tarea (Lucidchart, 2022); de esta manera brindarle al cliente un tiempo más estimado de cuando demoraría cada fase del proyecto y el proyecto en sí, atacando de mejor manera la causa de inadecuada planificación que genera desfases de tiempo en la entrega de los proyectos.

11. REFERENCIAS

- Antony, J. a. (2002). Key ingredients for the effective implementation of Six Sigma Measuring Business Excellence vol. 6 .
- Automatización, I. (2020). *intekel*. Obtenido de <https://www.intekel.com/es/compania.html>
- Bernal, A. P. (2012). Método Seis Sigma: Aplicación a una Empresa de Telecomunicaciones. Universidad nacional de Cuyo.
- Camús, J. M. (septiembre de 2015). Lean Six Sigma Startup Methodology (L6SSM): una metodología general de innovación de la calidad aplicada a los sectores de la producción y servicios. UNIVERSIDAD REY JUAN CARLOS.
- Carmen Temblador, P. a.-G. (2011). *Transactional Six Sigma, Addressing Services*. Monterrey: Tecnológico de Monterrey.
- Chapaval, N. (2018). *Platzi*. Obtenido de https://platzi.com/blog/que-es-frontend-y-backend/?utm_source=google&utm_medium=cpc&utm_campaign=17418244234&utm_adgroup=&utm_content=&gclid=Cj0KCQJw8O-VBhCpARIsACMvVLP-kot-cyN13ofKhhjCcZaxw-M6H2jL_YjRQFcHv6pmwxHH8UORcjUaAhjHEALw_wcB&gclsrc=aw.ds
- Coy, D. (20 de Noviembre de 2020). *Forbes*. Obtenido de <https://www.forbes.com.mx/2020-el-ano-de-los-developers/>
- Delers, A. (2016). El principio de Pareto: Optimice su negocio con la regla del 80/20. España: 50Minutos.es. Economía y Finanzas.
- Deming, W. E. (1991). *W. Edwards Deming*. Madonna University.
- ESANE, C. S. (2004). Perfil de la Industria Mexicana del Software y Servicios Relacionados. México,Fase 1 / Criterio 2.: Secretaría de Economía.
- Fergusson, J. A. (2004). SIX SIGMA IN THE SOFTWARE INDUSTRY: RESULTS FROM A PILOT STUDY. Division of Management, Caledonian Business School, Glasgow Caledonian University, Glasgow, UK.

Fonseca, F. R. (2015). Seis Sigma en una empresa de servicios de informática. Entre Ciencia e Ingeniería.

George, M. L. (2003). Lean Six Sigma For Service. New York: McGraw-hill.

Goel, P. G. (2005). *Six Sigma for transactions and service*. New York, NY, USA.: McGraw-Hill, Inc.

GÓMEZ, M. C. (2010). *Método Didáctico para el Aprendizaje de Lean Seis Sigma Transaccional- Edición Única*. Monterrey, N. L. : INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES DE MONTERREY .

González, D. L. (2022). SG . Obtenido de <https://sg.com.mx/revista/9/industria-mexicana-cifras>

Granda, D. D. (2020). *¿Qué es Backend?* Obtenido de https://platzi.com/clases/2008-html-css/31092-que-es-el-backend/?utm_source=google&utm_medium=cpc&utm_campaign=17418244234&utm_adgroup=&utm_content=&gclid=CjwKCAjwzeqVBhAoEiwAOrEmzYNyCXUGdYrL95SrnVBHapbbDMvC8e90Sqp_ZJeDNb5W8llqEkaQURoCXzwQAvD_BwE&gclsrc=a

Herrera, F. L. (2019). Aplicación de la metodología Lean Six Sigma para mejoramiento continuo en procesos de una empresa de servicio. Universidad Santiago de Cali.

Iracheta, N. (06 de Octubre de 2017). *¿Qué es Six Sigma?* Obtenido de <https://www.linkedin.com/pulse/qu%C3%A9-es-six-sigma-nicolas-iracheta/?originalSubdomain=es>

Jiju Antony, A. S. (2012). Application of Six Sigma DMAIC methodology in a transactional environment. *emeraldinsight*, 22.

Juan Fredy Montañez Muñoz, C. A. (2006). Implementación de metodología six sigma en la mejora de procesos. Bogotá, Colombia : Universidad de La Salle.

Juran, J. M. (1986). *The quality trilogy: A universal approach to managing for quality*. Quality Assurance.

Kanawaty, G. (1996). *Introducción al estudio del trabajo*. Ginebra : Oficina internacional del trabajo .

- Lefcovich, M. L. (2009). Seis SIGMA Hacia un nuevo paradigma en gestión. El Cid Editor.
- López, B. S. (28 de Junio de 2019). *ingenieriaindustrialonline*. Obtenido de <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/estudio-de-tiempos/suplementos-del-estudio-de-tiempos/>
- Lucidchart. (2022). Diagrama de PERT: Definición y cómo hacerlo. <https://www.lucidchart.com/pages/es/que-es-un-diagrama-de-pert#:~:text=La%20ecuaci%C3%B3n%20b%C3%A1sica%20de%20c%C3%A1lculo,un%20proyecto%20con%20m%C3%A1s%20eficiencia.>
- Ochoa, P. A. (2011). *Modelo de apoyo para el despliegue de lean seis sigma*. Monterrey, N.L.: Tecnológico de Monterrey.
- Pareto, V. (1964). Cours d'économie politique (Vol. 1). En V. Pareto, *Cours d'économie politique (Vol. 1)*. Librairie Droz.
- Parikh, N. G. (2021). *Urology*. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.urology.2021.02.053>
- PROKOPENKO. (2015). *LA GESTIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD*. Ginebra: oficina Internacional del trabajo ISBN: 9670235489.
- Rodríguez Rascón, S. R. (2011). Mapa de ruta para el desarrollo y seguimiento de proyectos lean seis sigma transaccionales.
- Sánchez, J. &. (2012). Planeación estratégica. México: trillas.
- Silverstein, D. S. (2009). The innovator's toolkit: 50+ techniques for predictable and sustainable organic growth. . John Wiley & Sons, Inc.
- Smith, B. (1993). *Diseño Six Sigma (control de calidad)*. Espectro IEEE.
- solutions, G. s. (07 de Octubre de 2021). El desarrollo de software en México y su importancia para las empresas. México : <https://grupored.com.mx/?p=386#:~:text=Entre%20las%20principales%20ventajas%20que,an%C3%A1lisis%20minucioso%20de%20la%20informaci%C3%B3n.> Obtenido de El desarrollo de software en México y su importancia para las empresas. Grupo Red.

<https://grupored.com.mx/?p=386#:~:text=Entre%20las%20principales%20ventajas%20que,an%C3%A1lisis%20minucioso%20de%20la%20informaci%C3%B3n>.

Tijerina, M. d. (2012). Seis Sigma Transaccional metodología y herramienta. *Diseño para Seis Sigma*.

William Bentley, P. T. (2015). secretos lean six sigma para sistemas informaticos. México: TRILLAS.

12. ANEXOS

Anexo 1. Paper

Trabajo de Investigación	Descripción
“Application of Six Sigma DMAIC methodology in a transactional environment” (Jiju Antony, 2012)	Aspectos Relevantes: En el artículo se presenta un estudio de caso sobre una empresa que brinda servicios de infraestructura centrado en brindar productos o servicios relacionado con la gestión de ferrocarriles, plantas, carreteras e instalaciones, donde se empleó la metodología Seis Sigma para abordar la preocupación dentro del sistema CIM (gestión de la comunicación y la información), de la organización. La gestión de la información y la comunicación (CIM) es crucial para cualquier organización y la eficacia de CIM puede resultar en una mejora significativa de los resultados finales y la satisfacción del cliente. El propósito de los autores fue investigar y optimizar el sistema de comunicación e información dentro de una empresa de "servicios de soporte de infraestructura" utilizando la metodología Six Sigma DMAIC. En artículo se propone como objetivo identificar la eficiencia del sistema CIM existente, categorizar los problemas dentro del sistema CIM actual y explorar las causas fundamentales de los problemas identificados. Presentando los siguientes aspectos como

	críticos: reporte oportuno de información, acceso a datos centralizado para informes de gestión y solución portátil y aplicable a todas las unidades de negocio. A lo largo de la implementación de la metodología DMAIC se implementan herramientas como: SIPOC, VOC (voz del cliente), diagramas de afinidad, diagrama de Pareto y diagrama causa y efecto. Resultados: En el estudio de caso se encontró que la gerencia de alto nivel tenía conocimiento general de Seis Sigma y estaba comprometida en implementar la estrategia en toda la organización. La comprensión de Seis Sigma en el nivel de la gerencia media no se reflejó en los hallazgos, se cree que la causa de esto se debe a base de conocimientos que poseían los involucrado acerca de la metodología; dicha formación es crucial para implementación de cualquier sistema nuevo y los autores recalcan la importancia de crear conciencia sobre el sistema propuesto y cada uno de los involucrados debe darse cuenta de la importancia de cada entrada. Como beneficios anticipados fue realizado un ranking el cuál expone: Informes de gestión fiables y precisos (KPI), La satisfacción del cliente, Mejor control de la información, Disponibilidad de información correcta y oportuna, Ventaja competitiva en el mercado,
--	--

	Manejo de información centralizado y Mejor control de las operaciones y la utilización de recursos. Al desarrollar el centro de control en un punto de contacto para todos los negocios principales del grupo, el enfoque se puede establecer en el acceso a los datos en tiempo real de una manera controlada. Esto mejorará la eficacia del grupo con actualizaciones oportunas sobre la finalización de las tareas en tiempo real y resaltarán las preocupaciones, si las hay, en los lugares de trabajo, de modo que se puedan tomar las medidas necesarias para rectificar la situación cuando sea necesario. Esto facilitará la generación de informes de gestión oportunos del negocio para la alta dirección en todo momento. Los ahorros financieros generados por el proyecto según lo informado por Seis Sigma Project Champion en junio de 2008 fue de más de £ 400K. Demostrando que, un CIM eficaz definitivamente proporcionará una ventaja competitiva al grupo en su conjunto.
“Aplicación de la metodología Lean Six Sigma para mejoramiento continuo en procesos de una empresa de servicio” (Herrera, 2019)	Aspectos Relevantes: Los autores presentan en el artículo un mejoramiento continuo del proceso de custodia documental mediante la metodología Lean Seis Sigma en una empresa de prestación de servicios, el trabajo se realizó con el objetivo de disminuir el costo de operación actual de dicho proceso. El

	desarrollo fue realizado mediante la metodología DMAIC. A lo largo del proyecto se pudo identificar la falta de gobierno y control durante todo el flujo documental que se derivan de los procesos de vinculación y prestación de servicio, falta de normas en la depuración documental donde aplicamos el concepto de valor agregado y ausencia de políticas para la administración adecuada de información del asociado ya que a cierre de 2017 tenían un registro de 244,422 asociados activos y en custodia física se encontraron 558,765 expedientes de asociados. Para el desarrollo del proyecto en la fase de definir se implementaron herramientas como: Project Chárter, VOC (voz del cliente), Gráficos, Mapas de proceso de alto nivel, RACI y establecimiento del indicador Goal (objetivo) Vs actual. En la fase de medir se utilizaron herramientas como: Diagrama de Árbol, SIPOC (Caracterización del proceso), VSM (Mapeo de cadena de valor), Matriz de variables Xs (Variables independientes) y Gráficos (Histogramas, Boxplot, Diagrama de Pareto). En la fase de analizar se implementaron herramientas como: Análisis de Correlación, Análisis causa & efecto y 5 porqués. En la fase de Mejora se utilizaron herramientas como: Causa vs mejora, Lluvia de ideas, VSM
--	--

	futuro. Para superar los problemas y entrar a abordar las variables independientes importantes. Y por último en la fase de controlar se usaron herramientas como: Control visual, Estandarización y Plan de transición. Resultados: Uno de los factores que más influyeron a la hora de implementar la metodología DMAIC se vio reflejado en las fases de analizar y mejoras, la cual fue contar con el apoyo de personas especializadas en el proceso que se impactó con las mejoras. En el proyecto se demostró que antes no existía un modelo de gobierno sobre la documentación que se custodia tanto digital como físicamente, ahora se definió el modelo de gobierno que aplica para mantener el control y optimización del proceso, el cual consistió de crear responsabilidades en los diferentes niveles de la organización para toma de decisiones frente a la custodia de documentos en cuanto a creación, mantenimiento y custodia de los mismos, creando así un comité un comité de archivo corporativo donde se definieron las políticas y estrategias que todas las empresas debían seguir para garantizar el mantenimiento del modelo y de la calidad del proceso. Se realizó una mejora al modelo de custodia tanto físico, como digital. Obteniendo
--	---

	beneficios en el modelo físico como: Disminución de custodia física, modelo acorde a los estados de permanencia de los asociados en la Cooperativa, modelo Estandarizado y controlado y garantizar un gobierno sobre el expediente del asociado (políticas y responsabilidades). Con un ahorro estimado al año de \$100.715.304 entre el tipo de custodia de expediente o caja. Mientras que en el modelo digital se obtuvieron beneficios de: Modelo Automático de que garantiza un menor costo en la operación, modelo que me permitió custodiar digitalmente documentación que agrega valor al proceso, permitió facilitar la trazabilidad del proceso, agilidad del Proceso, eliminando actividades que no agreguen valor, eliminar reprocesos, facilitar la entrega de documentación soporte al asociado.
“MAPA DE RUTA PARA EL DESARROLLO Y SEGUIMIENTO DE PROYECTOS LEAN SEIS SIGMA TRANSACCIONALES” (Rodríguez Rascón, 2011)	Aspectos Relevantes: El autor plantea en el artículo diseñar y proponer un Mapa de ruta, plantillas para el desarrollo de entregables, referencias bibliográficas y ejemplos de proyectos, para dar soporte a la asesoría y desarrollo de proyectos Lean Seis Sigma Transaccionales para las áreas de Servicio, a través de la metodología DLMAIE (Definición, Lean, Medición, Análisis, Innovación y Estandarización/Integración.). Para ello estipula unos objetivos los cuales son: Analizar y evaluar los diversos mapas de Ruta

	propuestos por algunos autores e integrarlos en un Mapa de ruta general, Definir las herramientas obligatorias y opcionales a incluir en la Rúbrica para los proyectos transaccionales y de Servicio dentro del Programa de Certificación, Brindar soporte y apoyo a los asesores para la asesoría y seguimiento de proyectos Lean seis sigma Transaccionales, Asegurar que la propuesta de esta investigación cumple con los requerimientos de los asesores como apoyo a la asesoría de este tipo de proyectos. El artículo define la metodología DMAIC de seis sigmas junto con cada una de sus fases, agregando también variables como DLMAIE que se utilizan para seis sigma transaccional, definiendo guías para servicios con sus respectivas técnicas y herramientas que se utilizan en cada una de las guías, entre estas guías se pueden encontrar: Guía de Mader para Servicios (DMAIC), Guía de Furterer para Servicios (DMAIC), Guía de Goel et al. para Servicios (DMAIE), entre otras. También explicando varios tipos de rubricas y haciendo una comparación de todo lo anteriormente mencionado entre los pasos de las guías y sus herramientas. Resultados: El autor definió que con el desarrollo del Mapa de ruta y el material de soporte (plantillas para el desarrollo de
--	---

	entregables, referencias bibliográficas y ejemplos de proyectos) enfocados a proyectos transaccionales cubren con las necesidades de los asesores para la asesoría y desarrollo de Proyectos de este tipo. Es mediante la revisión tanto bibliográfica como de proyectos certificados que se identificaron las herramientas a incluirse en la rúbrica y se logró la propuesta de una base de herramientas obligatorias, así como de carácter opcional. Debido a que es más difícil recolectar datos en los ambientes transaccionales que de manufactura, las fases de medición, análisis e innovación se vuelven complicadas. Por lo que en la fase de medición se incluyen otras opciones para el análisis del sistema de información, aparte del MSA tradicional, como lo son: la identificación de la confiabilidad de la información cuando los datos son obtenidos por sistemas de información (bases de datos), y una serie de preguntas para cuando no se cuenta con un sistema de medición definido. En las etapas de Análisis e Innovación se incorporan herramientas o metodologías para trabajar con información cualitativa y de esta manera lograr apoyar a la resolución de problemas de naturaleza suave, como los que se presentan en un proyecto transaccional.
--	--

“MÉTODO SEIS SIGMA: APLICACIÓN A UNA EMPRESA DE TELECOMUNICACIONES” (Bernal, 2012)	Aspectos Relevantes: En el estudio de caso se analiza un problema detectado en una empresa de servicios siendo esta Movistar, la cual no solo basa su actividad en la venta de intangibles, sino que también comercializa bienes. Los mismos son necesarios para prestación del servicio ya que son complementarios a estos. El inconveniente detectado, tiene que ver con el almacenamiento y gestión de los bienes que se comercializan. Es decir, mediante los informes de control de gestión que se realizan periódicamente, se detectó que en la empresa no se están manejando eficientemente los recursos en las logísticas, por ende, se está generando un costo financiero exageradamente alto. Puntualmente, se ha detectado que el porcentaje de equipos celulares inmovilizados a nivel país llega al 30%, habiendo una región que encuentra su indicador en 54%, es decir más de la mitad de los terminales son mal administrados. Y se tiene como objetivo Demostrar que mediante la aplicación del método Seis Sigma se puede lograr una mejora importante en los procesos ineficientes de una empresa, además de exponer los ahorros que se pueden lograr mejorando los procesos defectuosos mediante la aplicación del método. En la aplicación práctica del estudio de caso se implementa la metodología DMAIC de seis
--	---

	sigma definiendo cada una de las fases y explicando que técnicas y herramientas se utilizan en cada una de ellas. Resultados: El autor expone como se logró una mejora en la gestión de las ordenes de retiro sumamente importante ya que se pasó de tener un costo mensual de \$73352 a \$15219, es decir, se logró un ahorro de casi el 80% en este proceso. El mismo, es un ahorro sumamente importante, y es fundamental para los responsables del proceso de mejora poder ver reflejados los beneficios de operar más eficientemente impactando en disminuciones sobre los costos. También obteniendo una reducción en los costos asociados con los equipos inmovilizados. Al inicio de proceso de mejora, el costo de equipos que se encontraban estancados sin sentido en las logísticas era de \$7.836.674, luego de aplicar las mejoras se redujo a \$1.498.537. Es decir, se logró un ahorro en costos de \$6.338.137, lo que representa nada más ni nada menos que el 80 por ciento del costo que se tenía antes de comenzar a implementar el método seis sigma en este sector de la compañía.
“SEIS SIGMA EN UNA EMPRESA DE SERVICIOS DE	Aspectos Relevantes: El autor presenta un caso práctico de la implementación de seis

INFORMÁTICA”

(Fonseca, 2015)

sigmas transaccionales en una empresa de Colombia de servicios de informática. El estudio tuvo como objetivo realizar mejoras en los diferentes procesos de la empresa para ofrecer productos y/o servicios para satisfacer las necesidades de los clientes de la organización que trabaja en el diseño, desarrollo e implementación de software especializado en un 97% del sector público en Colombia.

Los proyectos de mejora fueron desarrollados por medio del ciclo DMAMC, donde se involucraron técnicas y herramientas de mejora como el diagrama causa- efecto, el AMEF y QDF, que se trabajaron de manera sinérgica con personal del área de tecnología y de atención al cliente de la organización.

Los proyectos seis sigmas que resultaron de este análisis fueron: mejorar especificaciones de entrada (calidad del sistema), mejorar velocidad de respuesta a clientes externos, reducir tiempos de respuesta de llamadas telefónicas e identificar necesidades de capacitación del personal.

Resultados: El autor realiza un diagnóstico en todos los aspectos de la organización e identifica los más importantes tales como: tecnología, capacitación, servicio al cliente, calidad del producto, difusión de procedimientos, respuesta a solución a quejas

	y servicio al cliente. Estos aspectos ayudaron a enfocar los esfuerzos hacia satisfacer las necesidades, y se convirtieron en punto de partida para la realización de proyectos seis sigmas. El proyecto seis sigmas de calidad del software establece cuáles son las principales fallas que presenta el diseño y desarrollo de software que orienta la satisfacción de los clientes, entre ellas se encuentra la identificación y traducción de las necesidades de los clientes, capacitar al personal de tecnología en los módulos que desarrollan y buscar la eficiencia por medio del cambio de equipos o su actualización. El segundo proyecto de tiempo de respuesta a quejas permite evidenciar que los clientes de forma general, no importando la gravedad del problema, quieren tener una respuesta casi inmediata; por ello, la empresa debe asignar recursos técnicos y humanos. El tercer proyecto de capacitación es un factor que debe ser dinámico y continuo, con el fin de proveer de conocimientos y habilidades a sus empleados para lograr, no solo mayor eficiencia en su trabajo, sino también satisfacer las necesidades y expectativas de los clientes.
“SIX SIGMA IN THE SOFTWARE INDUSTRY: RESULTS FROM A PILOT	Aspectos Relevantes: En este artículo el autor inicialmente intenta comparar la industria del software con la industria manufacturera. se presentan los resultados de una encuesta

STUDY”

(Fergusson, 2004)

piloto sobre Seis Sigma en la industria del software. La atención se centra en las herramientas y técnicas Seis Sigma utilizadas por la industria del software, las métricas clave Seis Sigma utilizadas por las empresas de software, los atributos importantes en el proceso de desarrollo de software y, finalmente, los factores críticos de éxito para la implementación exitosa de Seis Sigma en la industria del software.

Se analiza la comparación entre la industria de software y la industria de manufactura determinando aspectos como: el software no tiene existencia física, la falta de conocimiento sobre las necesidades de los clientes al principio, el cambio de las necesidades de los clientes a lo largo del tiempo, las expectativas crecientes de los clientes, particularmente con respecto a la adaptabilidad y el proceso de software utiliza tolerancia a fallas en contraposición a la tolerancia de diseño utilizada en la fabricación.

Resultados: Los autores realizaron encuestas a diferentes empresas que habían implementado la metodología seis sigmas y encontraron que la mayoría de las empresas que participaron en la encuesta han completado entre 5 y 10 proyectos Seis Sigma y están logrando ahorros finales por proyecto

	de más de £ 100 mil en promedio. Fue interesante observar que solo el 18 por ciento de las empresas están midiendo los costos de la mala calidad (COPQ). El COPQ promedio de las 10 empresas fue superior al 25 por ciento. Esto indica claramente que muchas empresas de software todavía se centran en sacar sus productos de la puerta sin prestar mucha atención a sus procesos comerciales centrales. La mayoría de las empresas que están aplicando los principios de Seis Sigma indicaron que el nivel de capacidad de Sigma varía entre 2,54 (150.000 defectos por millón de oportunidades) y 4 (6.210 defectos por millón de oportunidades). Las mejores empresas de software comercial (NEC, IBM, NCR, etc.) eliminan aproximadamente el 95 por ciento de todos los defectos conocidos antes de entregar un producto al cliente. La mayoría de las empresas que participaron en la encuesta utilizaron los siguientes criterios para medir su éxito con la iniciativa Seis Sigma: Impacto financiero en el resultado final, reducción de la tasa de defectos o tasa de errores, reducción de COPQ, mejora de la capacidad del proceso y reducción del número de quejas de los clientes.
Lean Six Sigma Startup Methodology (L6SSM): una metodología general de	Aspectos Relevantes: En el artículo se determina que el principal objetivo de esta tesis consiste en el desarrollo de una metodología

innovación de la calidad aplicada a los sectores de la producción y servicios (Camús, 2015)	como es Lean Seis Sigma Startup (L6SSM), que pueda ser de aplicación a cualquier tipo de empresas independientemente del tamaño y del sector de la misma. De esta manera se solventarán los problemas y barreras que presentan el resto de tecnologías ágiles. Para ello se aplicará una conocida filosofía de mejora de procesos, mediante la parametrización de métricas y parámetros, hasta alcanzar el aprendizaje validado y reduciendo la incertidumbre que conlleva el lanzamiento de un nuevo producto o servicio. Gracias a ello y por el cambio cultural resultante en la empresa, Lean Seis Sigma Startup implica también una filosofía de innovación de la calidad. En el artículo se explica el por qué utilizar L6SSM enfocado al sector de servicios y se analizan 2 cuestiones diferentes. La primera cuestión, se aplica la metodología L6SSM porque no la entendemos sólo como una metodología, sino que la consideramos también una filosofía de calidad, de mejora, y desde este punto de vista esta metodología es tan válida para la solución de problemas como cualquier otra, presentando ésta asimismo una serie de ventajas respecto a otras, como es la rapidez en dar solución y responder a la hipótesis de valor planteada. Y como segunda cuestión, la metodología L6SSM no es específica de Startups del sector
---	--

	TIC como fue en su comienzo Lean Startup, ni aplicable sólo para el lanzamiento de productos físicos, como hemos probados su utilidad en el caso práctico para una empresa de producción, sino que también es de aplicación para una empresa de servicios, e incluso una organización compleja como una universidad en la que se emplea para mejorar y definir las actividades y servicios que ofrece una unidad de nueva creación en la universidad. Con ello demostraremos, lo que se plantea desde la definición de la metodología, que L6SSM es de aplicación a cualquier empresa independientemente del sector, del tamaño y del área de actividad de la misma. Resultados: En la tesis el autor establece que se descubren las metodologías ágiles con gran potencial para abordar el lanzamiento de productos y servicios o para la solución de problemas en procesos, basado en el aprendizaje validado, experimentación científica e Iteración en los lanzamientos del producto o servicio para acortar los ciclos de desarrollo, medir el progreso y obtener retroalimentación de los clientes. De esta manera las empresas u organizaciones, pueden diseñar sus productos o servicios para cubrir la demanda de su base de clientes, sin necesitar grandes cantidades de financiación
--	---

	inicial o grandes gastos para lanzar un producto. Aunque inicialmente concebido para startups, es extensible a la mayoría de las empresas. También se desarrolló en el artículo una metodología nueva, como es L6SSM, para abordar los problemas inherentes al lanzamiento de productos y servicios en aquellos tipos de empresas donde la aplicación de metodologías ágiles (tipo startup, desarrollo ágil de software, etc.) presenta dificultades. Estas limitaciones se ponen de manifiesto fundamentalmente en el desarrollo del PMV adecuado y la medición de las métricas y parámetros del mismo con objeto de conseguir el aprendizaje validado. Para solucionar el problema, L6SSM actúa parametrizando en la medida de lo posible todos los indicadores y métricas del proceso, de manera que aplica la filosofía Seis Sigma al conjunto de las etapas del proceso con objeto de conseguir el aprendizaje validado, y posteriormente en el propio lanzamiento del producto. L6SSM no es sólo una metodología de trabajo que sigue unos pasos y dota de un conjunto de herramientas para conseguir lanzar con la mayor eficacia posible productos o servicios. L6SSM debe considerarse como una filosofía de innovación en el camino de búsqueda de la excelencia. Implica por tanto un cambio en la cultura de la empresa, basada en la
--	--

	satisfacción del cliente, y en el cumplimiento de los requisitos exigidos por éste.
--	---

Anexo 2. Procedimiento de rendimiento de productividad

OBJETIVO

Establecer el procedimiento para el registro de la productividad.

ALCANCE

A todos los departamentos de la organización que requieren de procedimientos para medir la productividad en su empresa.

DEFINICIONES

1. **Productividad**: Producción obtenida (producción o servicio) y los recursos usados. Este término es la consecuencia de la multiplicación de la eficiencia y la eficacia, la eficiencia determina la optimización de materiales para excluir las mermas existentes y la eficacia es el uso de los recursos para lograr objetivos ya trazados. (PROKOPENKO, 2015).

$$\text{Productividad} = \text{Eficiencia} \times \text{Eficacia}$$
$$\frac{\text{Unidades Producidas}}{\text{Tiempo Total}} = \frac{\text{Tiempo Útil}}{\text{Tiempo Total}} \times \frac{\text{Cantidades Producidas}}{\text{Tiempo Útil}}$$

Fuente: Libro de Prokopenko

2. **Eficiencia**: Según (PROKOPENKO, 2015) da un enfoque en la cual es el vínculo de los recursos empleados con el producto alcanzado, y la manera de optimizar.

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Tiempo útil}}{\text{Tiempo total}}$$

Fuente: Libro de Prokopenko

3. **Eficacia**: Según (PROKOPENKO, 2015) indica que es la categoría en la cual realiza todas las funciones planeadas y se llega a alcanzar los resultados que se quieren obtener (p. 88). Dado las circunstancias esto implica que los requerimientos que se querían para poder obtener los planes ya trazados, es decir lo proyectado. Esto puede ser eficiente y no generar despilfarro. Seguidamente una empresa eficaz cumple su misión siempre y cuando logre los objetivos que dieron razón.

$$\text{Eficacia} = \frac{\text{Unidades producidas}}{\text{Tiempo útil}}$$

Fuente: Libro de Prokopenko

1. PROCEDIMIENTO

1. Ingresar al formato y llenar fecha, cotización y proyecto.

El usuario ingresa al formato Excel coloca en los campos en blanco los datos como fecha que comprende el inicio y fin del estudio de la productividad, la cotización correspondiente al proyecto ejecutado, Finalmente el nombre del proyecto a desarrollar.

2. Programador, Hora y Observación.

Se selecciona el campo en blanco programador que permite conocer al encargado que desarrollará el proyecto de esta manera ayudará a medir la productividad laboral, también la hora de inicio y fin todo ello con el objetivo de medir el tiempo que ha empleado el operario para el desarrollo del proyecto. Asimismo, el ítem observación que refiere algún percance ocurrido en el desarrollo del software.

3. Cálculo de la dimensión Eficiencia.

Para hallar el índice de eficiencia se tendrá que calcular el número de horas programadas sobre el número de horas alcanzadas multiplicado por el cien por ciento. Este indicador tiene como escala la razón:

$$EFI = \frac{TIEMPO\ TRABAJADO}{TIEMPO\ PROGRAMADO} * 100$$

Leyenda:

EFI: Índice de eficiencia (%)

TT: Tiempo Trabajado

TP: Tiempo Programado

4. Cálculo de la dimensión Eficacia.

Para hallar el índice de la eficacia se tiene que calcular los servicios producidos real sobre los servicios esperados multiplicado por cien por ciento. Este indicador tiene como escala la razón:

- Anexo 5. Proyectos de SAPP, Bluespend, PPYCXP y Quimbiotec

Para visualizar los informes de estos 4 proyectos dar click en el siguiente link:

https://drive.google.com/drive/folders/1kP87U3WgMnkNusH5R_8DlaRnx-w4wn23?usp=sharing