



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

**Desarrollo e implementación de un
Modelo Seis Sigma para la mejora de la
Calidad y de la productividad en Pymes industriales**

TRABAJO FIN DE MASTER

Máster Universitario en Ingeniería de Organización y Logística 2º Curso

Escuela Politécnica Superior de Alcoy

Universitat Politècnica de València

Alumno: **Alexandre Bohigues Ortiz**

Director: Víctor Gisbert Soler

Fecha de entrega: Septiembre de 2015

Índice

1. Introducción y objetivos	1
2. Planteamiento del problema	1
3. Marco de referencia	2
3.1. Sistemas de gestión.....	2
3.2. Sistemas Integrados de gestión	2
3.3. Evolución hacia el Seis Sigma	3
4. Seis Sigma	5
4.1. Definición y principios.....	5
4.2. Filosofía Seis Sigma	11
4.3. Implementación	11
4.4. Variabilidad	12
5. Metodología	13
6. Desarrollo del Seis Sigma.....	14
6.1. Etapas del Seis Sigma	14
6.1.1. Definir	15
6.1.2. Medir	16
6.1.3. Analizar	17
6.1.4. Mejorar	17
6.1.5. Controlar.....	18
6.2. Adaptación a Pymes.....	19
7. Recursos.....	21
7.1. Recursos humanos	21
7.2. Recursos económicos.....	24

7.3. Herramientas.....	25
8. Estado del Seis Sigma en las Pymes de la Comunidad Valenciana.....	47
8.1. Introducción a la entrevista en profundidad	47
8.2. Requisitos a cumplir por las empresas entrevistada	48
8.3. Resultados estadísticos	49
8.4. Conclusiones explotación de datos.....	78
9. Un paso más, Lean Seis Sigma	81
10. Conclusiones.....	84
11. Bibliografía.....	86
Anexo 1	
Anexo 2	

1. Introducción y objetivos

A lo largo de este Trabajo Final de Máster vamos a conocer la filosofía, metodología e implementación del sistema de Calidad conocido como Seis Sigma, y en concreto de su posible adaptación a las Pymes.

Más adelante se profundizará sobre los objetivos del Seis Sigma que trata en la consecución de una producción sin errores y satisfacción del cliente más allá de los estándares de calidad. Esta filosofía se ha ganado toda su reputación en proyectos muy exitosos tanto en sectores de servicios como en producción. Se va a explicar el desarrollo del Seis Sigma de una manera global y general teniendo en cuenta todos los puntos pertenecientes a este modelo así como sus necesidades y recursos, aunque teniendo en cuenta las aportaciones reales que puedan ayudar a crecer y mejorar en una pequeña y mediana empresa.

Una vez realizado el estudio sobre el Seis Sigma se valorará la situación real de las empresas de nuestra zona para conocer si dichas empresas serían capaces de utilizar Seis Sigma i así añadir valor a las Pymes y romper las barreras que existen entre las empresas muy industrializadas, desmitificando estos sistemas y el pensamiento para desarrollar una mejora continua que de resultados.

2. Planteamiento del problema

La Metodología Seis Sigma ha sido clave en muchas empresas grandes a la mejora en su calidad y productividad, sin embargo dicha metodología no ha logrado llegar de manera significativa a las Pymes (pequeñas y medianas empresas), estas empresas no cuentan con más de 250 empleados y en donde en países como España representan el 65 % del PIB y siendo generadoras de hasta un 75 % del empleo privado del país en el año 2014.

Seis Sigma surgió a finales de los años 80 en la empresa Motorola y representa un proceso de negocios que permite a las compañías mejorar drásticamente sus ahorros con el diseño y monitorización de actividades de tal manera que se minimicen desperdicios y recursos mientras se incrementa la satisfacción del cliente, es también una metodología orientada a procesos que por alguna razón no operan con los estándares que la empresa desea. Al

presentarse estos cambios o variaciones se despliega una serie de pasos con fuerte énfasis estadístico para lograr ajustar los procesos y hacer que éstos cumplan con las expectativas que la empresa y los clientes tienen.

En esta investigación se ha hecho una revisión de la metodologías Seis Sigma, se ha analizado las diferentes aportaciones de cada uno de los puntos del modelo que lo integran, de esta forma se llega a la propuesta de una aplicación práctica que se adapta a las necesidades y limitaciones de las Pymes.

3. Marco de referencia

Ahora vamos a hacer una pequeña revisión de los pasos anteriores a la consecución de un modelo como Seis Sigma ya que este tipo de conceptos o modelos no nacen de un día para otro sino son metodologías o sistemas que están en continua evolución.

3.1. Sistemas de gestión

Un Sistema de Gestión ayuda a lograr las metas y objetivos de una organización mediante una serie de estrategias, que incluyen la optimización de procesos, el enfoque centrado en la gestión y el pensamiento disciplinado. Por tanto el Sistema de Gestión es un conjunto de etapas unidas en un proceso continuo, que deja trabajar ordenadamente una idea hasta lograr mejoras y su continuidad, los sistemas de gestión generalmente se enfocan en pilares estratégicos dentro de las organizaciones, como por ejemplo, calidad, medio ambiente, producción entre otros, también hay sistemas de gestión que involucran dos o más de estas áreas, estos sistemas son llamados Sistemas integrados de gestión (SIG).

3.2. Sistemas integrados de gestión

Básicamente un Sistema Integrado de Gestión (SIG) tiene que ver con todos los aspectos de la organización, desde el Aseguramiento de la Calidad del producto e incremento de la satisfacción del cliente, pasando por el mantenimiento de las operaciones dentro de una tema de prevención de la contaminación y el control de los riesgos de salud y seguridad ocupacional, logrando con ello la meta de ser socialmente responsable. Actualmente se

considera que una organización se gestiona con Sistemas Integrados cuando cumple los requisitos de las Normas: ISO 9001:2008, OHSAS 18001:2007, ISO 14001:2004 y tiene implementados estos sistemas lo cual aumenta significativamente la productividad de estas empresas mejorando su imagen a nivel internacional y aumentando el número de clientes satisfechos.

Luego de que estos sistemas de gestión se han implementado las organizaciones deben seguir en la búsqueda de un mejoramiento continuo, para esto existen muchas herramientas pero una de las más usadas en la actualidad es la metodología Seis Sigma.

3.3. Evolución hacia el Seis Sigma

Sobre los años setenta, una empresa japonesa se hizo cargo de una fábrica de Motorola que producía piezas para televisores en los Estados Unidos. La fábrica no tardó en mejorar drásticamente los resultados de defectos que hasta entonces estaba obteniendo Motorola gracias a la forma de operar en la fábrica. Así pues, Motorola no pudo más que reconocer que sus niveles de calidad eran horribles. Fue entonces cuando Motorola decidió empezar a tomar en serio la Calidad. Su nuevo Director General (CEO), Bob Galvin recoge el desafío de lograr una mejora importante en el rendimiento.

No fue hasta 1.985 cuando Bill Smith, un veterano ingeniero de Motorola redactó un informe en el que explicaba que si un producto defectuoso era corregido durante su proceso de producción, no solventaría que otros productos también defectuosos llegasen a manos del cliente sin ser detectados. Evidentemente, si esos mismos productos eran desarrollados sin defectos lograría evitar que llegasen al cliente en condiciones que no fueran óptimas. Galvin propuso entonces que Smith trasladara a la práctica sus teorías, de modo que pudieran aplicarse fácilmente en la cadena de producción de su empresa. Pero no fue Smith quien llevó a cabo el desarrollo del programa de Gestión, sino el Dr. Mikel Harry quien formaba parte también de los ingenieros de calidad de Motorola.

Harry había desarrollado en su doctorado el concepto de “lógica de filtro”, resolviendo en cuatro etapas la resolución de problemas, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar (MAIC), que se convirtió en la hoja de ruta para lograr la calidad Seis Sigma.

El 15 de enero de 1987, Galvin puso en marcha un programa de calidad a largo plazo, llamado "El Programa de Calidad Seis Sigma". Era un programa institucional que establecía Seis Sigma como el nivel de capacidad necesario para acercarse al nivel de 3,4 DPMO. Esta nueva norma se iba a aplicar en toda la compañía, es decir, en productos, procesos, servicios y administración.

Galvin en pro de asegurar la satisfacción del cliente, pretendía cero defectos en todo lo que se hiciese. Sin embargo, en Motorola, Seis Sigma sólo era una disciplinada metodología de resolución de problemas. En esta etapa fue Mikel Harry quien dio forma a la capacitación de los intervinientes con la nomenclatura que hoy en día se les conoce, según sus habilidades pasaban a ser cinturón negro o verde, a semejanza de las artes marciales orientales de las que él era amante. Harry fundó la Seis Sigma Academy para dar a conocer las bondades de su gestión, refinando la metodología, tácticas y estrategias. En 1993 Harry se traslada de compañía entrando en Allied Signal y su CEO, Larry Bossidy decide adoptar inmediatamente Seis Sigma. Este decidió que todos los directivos de alto nivel se introdujesen en las herramientas de Seis Sigma, desarrollando Harry toda una metodología de liderazgo para seleccionar los proyectos alrededor de las herramientas estadísticas de resolución de problemas. Bossidy fue invitado por Jack Welch, entonces CEO de General Electric a asistir a una reunión del consejo directivo para compartir su experiencia con Seis Sigma, a partir de esta reunión llevó a cabo un análisis de coste beneficio en lo que sería la aplicación de la metodología. El análisis mostró que si GE era capaz de cambiar de un nivel de 3 a 4 Sigma, el ahorro estimado se movería en una horquilla de 7 a 10 mil millones de dólares, aproximadamente de un 10 a un 15 por ciento de sus ventas. En 1996, en colaboración con la Seis Sigma Academy, Welch comienza a implementar Seis Sigma en GE, involucrando a todos los directivos sin excepción. No debían haber espectadores, todos debían ser intérpretes, lo que Motorola había conseguido realizar en diez años GE tenía que conseguirlo en cinco, no a través de atajo, sino aprovechando el camino que ya estaba hecho. Fue en este momento cuando Jack Welch se convirtió en promotor mundial de Seis Sigma.

4. Seis Sigma

4.1. Definición y principios

La denominación Seis Sigma proviene de la letra griega Sigma “ σ ”, que se utiliza para la desviación estándar en una muestra. Sigma define la posible variación en una misma muestra o conjunto de elementos, aunque por supuesto todos los elementos que formen una muestra deben estar sujetos a las mismas condiciones.

Por lo tanto en cualquier proceso nos podemos encontrar una distribución de los resultados que correspondería con una campana de Gauss. Este gráfico nos muestra unos límites superiores e inferiores que delimitan la zona en que un objeto o cosa cumple las especificaciones requeridas, por lo que todo aquello que quede fuera de los límites se le puede denominar defecto.

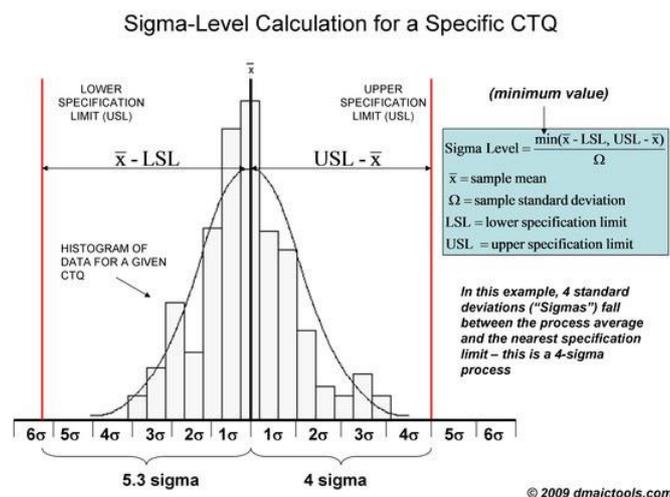


Figura1. Cálculo del nivel Sigma.

En Seis Sigma se determina como valor objetivo de 6σ a 3.4 errores por millón de oportunidades (DPMO), o es lo mismo que decir que el área que queda entre los límites de aceptación va desde -3σ a 3σ supone el 99.9997% sin defectos.

Al tener la forma de la campana de Gauss cuanto más alta y esbelta sea nuestra campana podrá alcanzar unos mejores resultados de fiabilidad y lo ocurrirá lo contrario cuando la campana este más descentrada y achatada.

Una vez definida la nomenclatura cabe aclarar que Seis Sigma no es solo estadística ni números o gráficos. Se trata de un nuevo tipo de pensamiento que inevitablemente se apoyara en la estadística para su desarrollo, pero más importante aún será entender su filosofía.

Durante los años se ha definido de muchas maneras y por diversos autores el Seis Sigma, aquí podremos ver algunas de las más importantes interpretaciones.

“Es un sistema complejo y flexible para conseguir, mantener y maximizar el éxito en los negocios. Seis Sigma funciona especialmente gracias a una comprensión total de las necesidades del cliente, del uso disciplinado del análisis de los hechos y datos, y de la atención constante a la gestión, mejora y reinención de los procesos empresariales”. (**Pande, 2002**).

“Seis Sigma es un enfoque hacia la calidad orientado a resultados y enfocado a proyectos. Es una forma de medir y establecer metas para reducir los defectos en productos o servicios, que se relaciona directamente con los requerimientos de los clientes”. (**Jay, 2003**).

“Seis Sigma es una metodología estadística que se basa en el método científico para conseguir reducciones significativas en los ratios de los defectos definidos por el cliente, en un esfuerzo de eliminar dichos defectos de cada uno de nuestros productos, procesos y servicios”. (**Linderman, Shroeder, Zaheer, & Choo, 2003**).

“Seis Sigma. Un nombre nuevo para un antiguo sueño: productos y servicios prácticamente perfectos para nuestros clientes”. (**Pande, Neuman, & Cavanagh, 2004**).

En definitiva, Seis Sigma se trata de una metodología de mejora en la calidad de nuestro producto que incluye desde la satisfacción del cliente a la minimización de costes, rentabilidad y eficiencia de los recursos utilizados. Y todo ello con la ayuda de herramientas estadísticas hasta llegar a la consecución de una fabricación sin defectos o errores.

Como bien dijo Valderrey Sanz en 2010 “Seis Sigma representa una métrica, una filosofía de trabajo y una meta” lo que nos aclara que se trata de una metodología para satisfacer al cliente orientándose además a un proceso de mejora continua como filosofía corporativa y finalmente eliminar la totalidad de errores.

Seis Sigma al igual que cualquier estrategia empresarial se rige por unos principios básicos que conforman los pilares de la filosofía empresarial. Más adelante se van a desarrollar detenidamente y estos principios son; Orientación al cliente, enfoque basado en datos y hechos, fijación en el proceso, trabajo proactivo, colaboración sin fronteras y búsqueda de la perfección. La importancia de seguir estos requerimientos es muy grande ya que estos mismos principios nos ayudaran a mantener la filosofía de empresa que nos conviene y muchos de ellos son típicos para cualquier tipo de empresa.

Adentrándonos en Seis Sigma hemos de identificar una serie de pasos o fases para la aplicación de la misma. Se trata de lo conocido como DMAIC que son las siglas de Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar, más adelante se analizaran detenidamente. Aunque DMAIC sea lo más general, también existe otra secuencia de fases que dependiendo del proceso que se analice podría ser certero. El proceso DMADV (por las siglas en ingles de defina, mida, analice, diseñe, verifique) es un sistema de mejora usado para desarrollar nuevos procesos o productos a nivel de calidad 6 Sigma. Puede también ser empleado si un proceso actual requiere más que una mejora incremental.

Principios del Seis Sigma:

Seis Sigma se basa en unos principios claros que ayudan a ver lo que se espera de una empresa mediante este sistema, se presentan en 6 principios importantes:

Principio uno: auténtica orientación al cliente.

Durante el gran impulso de la Calidad Total en los ochenta y en los noventa, docenas de empresas redactaron políticas y misiones encaminadas a “satisfacer o sobrepasar las

expectativas y necesidades de los clientes”. Sin embargo, por desgracia, pocas empresas hicieron verdaderos esfuerzos para mejorar su comprensión de las necesidades o expectativas de los clientes. Incluso cuando lo hicieron, la recogida de datos de clientes fue generalmente una iniciativa aislada o de corta duración, que ignoró la naturaleza dinámica de las necesidades del cliente. (¿Cuántos de sus clientes quieren lo mismo que hace cinco años? ¿O que hace dos? ¿O que el mes pasado?).

En Seis Sigma, la orientación al cliente se convierte en prioridad número uno. Por ejemplo, las medidas de rendimiento Seis Sigma empiezan con el cliente. Las mejoras Seis Sigma se definen por su impacto en la satisfacción del cliente y por su valor. Veremos por qué y cómo su empresa puede definir las necesidades del cliente, medir el rendimiento frente a ellas y mantenerse en la cumbre de los nuevos desarrollos y de la atención de necesidades insatisfechas.

Principio dos: gestión orientada a datos y hechos

Seis Sigma lleva el concepto de “dirección por hechos” a un nivel nuevo y más potente. A pesar de la atención prestada en los últimos años a las medidas, a los sistemas mejorados de información, a la gestión del conocimiento, etc., no debe sorprenderle saber que muchas decisiones empresariales todavía se basan en opiniones y suposiciones. La disciplina Seis Sigma empieza por esclarecer qué medidas son las fundamentales para valorar el rendimiento del negocio; luego aplica los datos y el análisis para comprender las variables clave y optimizar los resultados.

En un nivel más bajo, Seis Sigma ayuda a los directivos a responder a dos preguntas esenciales que apoyan las decisiones y soluciones basadas en hechos:

1. ¿Qué datos/información necesito realmente?
2. ¿Cómo debo utilizar esos datos/información para obtener el máximo beneficio?

Principio tres: orientación a procesos, gestión por procesos y mejora de procesos.

En Seis Sigma, la acción está en los procesos. Ya se trate del diseño de productos y servicios, de medir el rendimiento, de mejorar la eficacia y la satisfacción del cliente, o incluso de hacer que la empresa funcione, Seis Sigma sitúa al proceso como vehículo clave del éxito.

Uno de los logros más notables de los esfuerzos Seis Sigma hasta la fecha ha sido convencer a los líderes y a los directivos, especialmente en las actividades y mercados basados en servicios, de que dominar los procesos no es un mal necesario, sino realmente una forma de construir ventajas competitivas en la entrega de valor a los clientes. Hay mucha más gente que convencer, con enormes oportunidades económicas unidas a tales actividades.

Principio cuatro: gestión proactiva.

Por decirlo de una forma sencilla, ser “proactivo” significa anticiparse a los acontecimientos, lo opuesto a ser “reactivo”. En la vida real, la gestión proactiva significa hacer un hábito de una serie de prácticas empresariales que, muy a menudo, son ignoradas: definir objetivos ambiciosos y revisarlos frecuentemente; establecer las prioridades de forma clara; centrarse en la prevención de problemas en vez de en apagar fuegos; plantearse por qué hacemos cosas en vez de defenderlas ciegamente con un “aquí las cosas se hacen así”.

Ser realmente proactivo, lejos de ser aburrido o excesivamente analítico, es realmente un punto de partida para la creatividad y el cambio efectivo. La actuación reactiva de saltar de una crisis a otra da mucho trabajo y la falsa impresión de que uno está por encima de las cosas. En realidad, es una señal de que la dirección o la organización han perdido el control.

Seis Sigma abarca herramientas y prácticas que reemplazan los hábitos reactivos por un estilo de gestión dinámico, sensible y proactivo. Considerando el entorno competitivo actual, con escasos márgenes para el error, ser proactivo es (como dice el anuncio de unas líneas aéreas) “la única forma de volar”.

Principio cinco: colaboración sin fronteras.

“Sin fronteras” es uno de los mantras de Jack Welch para el éxito empresarial. Años antes de poner en marcha Seis Sigma, el presidente de GE trabajaba para romper las barreras y mejorar el trabajo en equipo, hacia arriba, hacia abajo y a través de las líneas de la organización. Las oportunidades disponibles a través de una mejor colaboración dentro de las empresas y con sus distribuidores y clientes son enormes. Cada día quedan sobre la mesa (o en el suelo) miles de millones de dólares, debido a la desconexión y a la competencia entre grupos que deberían trabajar para una causa común: proporcionar valor a los clientes.

Como hemos indicado anteriormente. Seis Sigma amplía las oportunidades de colaboración a medida que el personal aprende cómo encajan sus roles en la “imagen global” y puede reconocer y medir la interdependencia de las actividades en todas las partes de un proceso. La colaboración sin fronteras en Seis Sigma no significa un sacrificio desinteresado, pero requiere una comprensión tanto de las necesidades reales de los usuarios finales como del flujo del trabajo en un proceso o en una cadena de suministro. Además, requiere una actitud que impulse a utilizar el conocimiento de los clientes y procesos para beneficiar a todas las partes. Por tanto, el sistema Seis Sigma puede crear un entorno y unas estructuras de gestión que den soporte a un verdadero trabajo en equipo.

Principio Seis: búsqueda de la perfección; tolerancia a los errores.

Este último principio puede parecer contradictorio. ¿Cómo es posible encaminarse hacia la perfección y al mismo tiempo tolerar los errores? Es esencia, sin embargo, ambas ideas son complementarias. Ninguna empresa llegará cerca de Seis Sigma sin lanzar nuevas ideas y métodos, que siempre suponen un riesgo. Si la gente que ve una posible vía hacia un mejor servicio, costos más bajos, nuevas capacidades, etc. (es decir, formas de acercarse a la perfección), tiene demasiado temor a las consecuencias de sus errores, nunca lo intentará. El resultado será: estancamiento, putrefacción y muerte. (Bastante desagradable, ¿verdad?)

Las técnicas para mejorar el rendimiento comprenden una dosis significativa de gestión del riesgo (si va a equivocarse, cometa fallos seguros). La idea fundamental, sin embargo, es que

cualquier empresa que haga de Seis Sigma su objetivo tendrá que impulsarse constantemente para ser cada vez más perfecta (puesto que la definición de “perfecto” para el cliente estará en constante cambio), al mismo tiempo que estar dispuesta a aceptar y gestionar errores ocasionales.

4.2. Filosofía Seis Sigma

Seis Sigma es la aplicación de un método científico al diseño y la operación de sistemas y procesos administrativos la cual permite a los empleados desarrollar productos de mayor calidad y crear mayor valor para la compañía en la cual trabajan. El método trabaja de la siguiente manera:

1. Observar aspectos importantes del mercado en el cual se encuentra la compañía.
2. Desarrollar una hipótesis basada en las observaciones realizadas en el punto anterior.
3. Basado en la hipótesis formulada, plantee un pronóstico.
4. Evalué las predicciones por medio de experimentos u observaciones más detalladas según el caso. Modifique la hipótesis de acuerdo a las nuevas observaciones. Si hay variación entre la hipótesis y la realidad, use herramientas estadísticas para separar las señales de las causas asignables (ruido).
5. Repetir los pasos 3 y 4 no encontrar diferencia entre la hipótesis y los resultados de los experimentos y observaciones.

4.3. Implementación

Al momento de la implementación de un proyecto Seis Sigma las organizaciones utilizan la herramienta DMAIC llamada así por sus siglas en inglés (Define, Measure, Analyze, Improve, Control). Esta herramienta ofrece un marco de referencia muy útil para el control de proyectos, ya que cada fase debe ser desarrollada de acuerdo a unos parámetros que deben ser satisfechos antes de pasar a la siguiente.

Las fases de esta herramienta son definidas así:

Definir (Define): Definir las metas de la actividad a mejorar, equipo de trabajo y presupuesto.

Medir (Measure): Medir el sistema actual. Establecer un sistema de medición adecuado que permita monitorear el rendimiento del proceso hacia la meta establecida. Los resultados se deben entender y ser analizados.

Analizar (Analyze): Analizar el sistema para identificar maneras de eliminar la brecha que hay entre la situación actual y la meta planteada.

Mejorar (Improve): Mejorar el sistema buscando de manera creativa hacer las cosas de una manera mejor, más rápida y más barata.

Controlar (Control): Controlar el nuevo sistema. El sistema debe ser controlado para que se mantenga a ese nivel por medio de políticas de desempeño, procedimientos, incentivos entre otros métodos administrativos.

4.4. Variabilidad

Es por todos sabido que la causa raíz de la gran mayoría de los defectos en producción son debidos al margen de variabilidad que existe en estos. “La variación en los procesos constituye una de las fuentes principales de insatisfacción de los clientes”, (PPG Consultores). Por lo tanto para Seis Sigma ese es su gran objetivo, eliminar la variabilidad.

Para conseguir esta meta de eliminar los defectos es necesario trabajar y realizar todos los procesos respecto a un estándar y dicho estándar debe ir definido por las características deseadas por el cliente. Con lo que también podemos definir la variabilidad como el rango de desviación que existe respecto a lo que requiere un cliente.

Así eliminando la variabilidad alcanzaremos el estándar y con lo cual cumpliremos los requisitos del cliente. Por ello Seis Sigma busca reducir la variabilidad, buscando la causa raíz y eliminándola y así aumentaremos la capacidad del proceso y reduciremos las probabilidades de defectos.

Hay que decir que para la mayoría alcanzar un nivel inferior a Seis Sigma (3,4 errores por millón de oportunidades) puede ser más que suficiente pero tenemos que entender que no sería aptos para una central nuclear o para vuelos internacionales.

La variabilidad puede ser aleatoria, inherente a todo proceso y no controlable, o puede ser no aleatoria, de causa asignable, y esta es controlable. La tarea de Seis Sigma es gestionar los procesos de modo que la no aleatoria desaparezca mediante su control y por otro lado, crear las condiciones necesarias para que la aleatoria no pueda aparecer.

Las fases que más adelante se describen tienen en común su parte estadística, Seis Sigma tiene su obsesión en medir ya que es la principal arma que tenemos para conocer y acotar la variabilidad y así poder cumplir los requerimientos del cliente y también reducir costes.

5. Metodología

Este trabajo comenzará con la definición y caracterización de todo aquello relacionado con Seis Sigma: la filosofía, metodología de trabajo con sus procedimientos y procesos y, además, se estudiarán las herramientas y recursos que lo hacen funcionar.

Cada concepto que forma parte del Seis Sigma será explicado detalladamente para facilitar la comprensión de su función en una empresa y las virtudes y defectos que podría generar en las Pymes.

Por ello, con esta conceptualización, y una vez definido Seis Sigma y sus principios, el primer objetivo será conocer su funcionamiento. Por tanto, nos detendremos en entender su origen y desarrollo.

A continuación, se explicarán cada una de las 5 fases en las que se basa: Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar. Así como, sus posibles alternativas o posibilidades para las Pymes.

El siguiente paso será definir los recursos necesarios para una buena consecución y mantenimiento del Seis Sigma. Se trata de los recursos humanos, económicos, así como, las herramientas necesarias para tener un control y poder obtener la información necesaria para mantener la empresa al nivel deseado. Se determinará también cómo deben enfocarse estos recursos, cómo obtenerlos y, sobretodo, se determinará lo realmente importante para las Pymes.

Seguidamente, se analizará el estado del Seis Sigma en las Pymes y su utilización en empresas de nuestra zona. Se trabajará para informar a las Pymes del posible uso que

podrían hacer del Seis Sigma para dejar constancia que no es solo un sistema de calidad sino también una filosofía de trabajo.

Del mismo modo, y buscando el enfoque de su implementación en las Pymes, se realizará un análisis de las sinergias que pueden producirse al unir Seis Sigma con otras filosofías de trabajo que si están comenzando a introducirse en ellas.

Las conclusiones mostrarán los resultados más relevantes, las limitaciones encontradas y las futuras líneas de investigación.

6. Desarrollo del Seis Sigma

6.1. Etapas del Seis Sigma

La metodología Seis Sigma se basa en cinco fases bien diferenciadas, Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar, lo que se conoce por DMAIC, a continuación se desarrolla cada uno de estos pasos y como se relacionan entre sí.

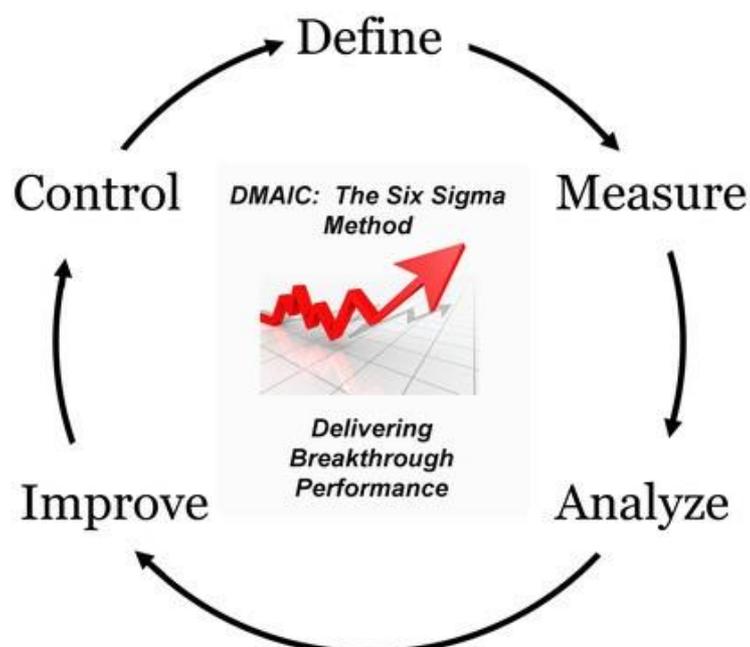


Figura 2. Ciclo Seis Sigma.

6.1.1. Definir

Por definir se entiende la fase en la que asientan las bases del Proyecto.

Desde el punto de partida del cliente, se centra en cuáles van a ser los objetivos de la implementación de Seis Sigma, cuál va ser el impacto en la empresa y quienes van a ostentar las responsabilidades. Se establecerá cual es el propósito de la implementación, cuales son los parámetros de inicio y hasta qué nivel se quiere involucrar al equipo.

Mediante un mapa de procesos debe concretarse el ámbito del proyecto, que actividades resultarán implicadas y como se conectarán entre sí, sin dejar de lado la identificación de cada uno de los responsables.

Identificar cuáles son las características críticas para la calidad (CTQ), tanto externas como internas. Siendo las primeras las que se rigen por exigencias de los clientes y las segundas las que dan rentabilidad a la compañía. Al fin y al cabo, centrarse en los procesos que mayor importancia puedan tener.

Por último, intentar cuantificar los objetivos que se quieran alcanzar mientras el proyecto exista.

Además de realizar el mapa de procesos que se ha mencionado, deben de realizarse otro tipo de análisis gráficos que proporcionen elementos de juicio dentro de la fase de definición del proyecto. Como por ejemplo puedan ser los Diagramas de Pareto, válidos para resaltar que procesos tienen más importancia dentro del problema. También debe ayudarse mediante el Diagrama de Ishikawa o Espina de Pez, que analiza los factores que afectan a un problema determinado. Como último ejemplo, mencionar los Diagramas de Correlación, que muestran la relación entre dos características de calidad de un proceso. Todas estas herramientas se definirán en su apartado correspondiente.

6.1.2. Medir

La fase de medición consiste en localizar el origen de la variación que se está produciendo en el proceso. Es decir, se trata de acotar las causas que están produciendo los problemas y encontrar la raíz de dichos problemas. Se analiza su dimensión a través de las mediciones del proceso y que datos nos permitirán su resolución.

En este sentido se convierte en un factor clave la recogida de datos. Esta etapa es la que más recursos suele consumir, puesto que de ello depende en gran medida el éxito de las fases posteriores. Al fin y al cabo, se trata de comprender que factores de los que intervienen en el proceso producen variaciones o defectos y porque, volviendo otra vez a buscar la causa raíz.

Debe volver a utilizarse el diagrama de procesos realizado en la fase anterior, pero esta vez ampliado a los procesos que hemos decidido analizar. Su comprensión permitirá centrarse en las oportunidades de mejora que puedan existir.

Es importante definir cómo van a realizarse las mediciones y sobre todo como van a plantearse para su posterior estudio. Se realizarán distintos tipos de gráficos para la exploración de los datos obtenidos, estos gráficos deben mostrar la dispersión de los valores obtenidos, siempre con referencia a una media o intervalo.

Los más comunes son los Histogramas, que analizan los resultados de un proceso para todas las causas. Otro muy utilizado es el Gráfico de Simetría, que analiza visualmente el grado de simetría de una variable. También se dispone habitualmente de los Diagramas de Tendencias, que analizan los procesos a través de la evolución del tiempo.

6.1.3. Analizar

Se trata de “Analizar el sistema con el fin de eliminar la brecha entre el desempeño actual y el objetivo deseado”, (Alderete, Colombo, Di Estefano, & Wade, 2003).

Gracias a la fase de Medir, se ha alcanzado un gran conocimiento del proceso objeto de mejora, así pues, se realizarán las correspondientes revisiones de los objetivos así como los cambios que se estimen oportunos en el enfoque del proyecto.

Con los conocimientos alcanzados y los correspondientes replanteos, es el momento de plantear hipótesis sobre las causas de la variabilidad o errores que se están produciendo en los procesos, incluso donde pueden existir oportunidades de mejora.

Mediante la verificación de las hipótesis planteadas se pretende llegar a identificar de manera científica el origen de los problemas u oportunidades. Como unas variables x_1 , x_2 , pueden afectar a unas características de calidad o resultados y_1 , y_2 y como se interrelacionan entre sí.

Utilizaremos instrumentos similares a los de la fase de Definir, puesto que se trata de la evolución lógica de la misma fase pero con conocimientos avanzados de los procesos. Los Diagramas de Pareto, los de Ishikawa, Dispersión, etc., son los que mejor representarán nuestros resultados.

6.1.4. Mejorar

Esta fase consiste en aplicar los cambios o las mejoras que se han propuesto en las hipótesis de la fase Analizar. El equipo deberá tomar conciencia de que cambios son viables y como realizarlos, asumiendo las decisiones correspondientes.

De todos los posibles cambios en el proceso, se seleccionaran aquellos que mayor incidencia de mejora puedan tener, del mismo modo, deberán evaluarse los riesgos inherentes a las modificaciones realizadas para su análisis en su posterior implantación.

Dentro de la fase Mejorar deben incluirse las pruebas piloto que consistirán en realizar algunos experimentos antes de la implementación completa, ello repercutirá en poder verificar a pequeña escala que los caminos elegidos son los correctos.

Por último, se abordará la implementación propiamente dicha, comenzando por su correcta planificación, en la que incidiremos en desglosar las tareas en tiempo y forma, su presupuesto, la matriz de responsabilidades, etc.

Dentro de la implementación deberemos tener especial atención en comprobar que los cambios seleccionados cumplen realmente con su cometido y como solucionar las dificultades que puedan aparecer.

Puede darse el caso que la evolución del cambio necesite más tiempo del que realmente hay asignado para la implementación del sistema, por lo que no sería necesario su finalización para cerrar la fase.

Para esta fase deberán modelarse los procesos para estudio entre las variables elegidas y las características de calidad solicitadas, preferentemente mediante análisis de regresión.

6.1.5. Controlar

Una vez realizados todos los cambios estimados en los distintos procesos del proyecto, nuestro objetivo es garantizar que las variables están dentro de los límites aceptables especificados.

Pero no se trata simplemente de seguimiento y control, esta fase debe dar fin al proyecto y por tanto deber dejarse bien documentado. Todas las fases ejecutadas quedarán reflejadas, desde su entendimiento a sus mejoras pasando por sus mediciones.

Se debe crear el proceso de control para el proyecto, de modo que el seguimiento sea duradero y sin alteraciones externas, de modo que permita la evolución de la mejora. Su correcto funcionamiento debe dar lugar a la mejora continua.

Resulta muy importante cuantificar que se ha invertido y logrado, tanto en valor añadido para los clientes como en valor económico o beneficio. Extremadamente útil es la cuantificación del beneficio si se hace de modo que pueda incorporarse al balance de la empresa.

Dar por cerrado el proyecto es el último paso. Si bien, en un primer periodo de tiempo, concreto según el proceso, debe hacerse un seguimiento cercano para controlar su evolución.

Las herramientas que nos ayudarán en esta fase serán sobre todo las Gráficas de Control, tanto por Variables, que controlan características cuantitativas, como las de por Atributos, que controlan las características cualitativas.

6.3. Adaptación a Pymes

Normalmente para las Pymes desarrollar en todas sus partes el Seis Sigma puede resultar muy complicado o prácticamente imposible debido a los recursos que son necesarios para implantarla en su totalidad. Es por eso que para las empresas más pequeñas o con más dificultades en este sentido es mucho mejor plantear un sistema de mejora basado en el ciclo de Deming tomando como base la aplicación del método Seis Sigma. Sobretudo esta adecuación es válida para las empresas pequeñas pero con fuerte volumen de fabricación y desarrollo de productos y sobre todo si se consigue involucrar a todos los trabajadores puede resultar en un factor de motivación para su puesto de trabajo al hacerle participe de un proceso más grande. Los métodos de calidad y mejora continua están muy enfocados a empresas altamente industrializadas pero en algunos casos la adaptación de estos métodos a empresas más pequeñas es fácil, efectivo y de rápida implementación dando lugar a resultados alentadores.

El nombre del Ciclo PDCA (o PHVA) viene de las siglas Planificar, Hacer, Verificar y Actuar, en inglés "Plan, Do, Check, Act". También es conocido como Ciclo de mejora continua o Círculo de Deming, por ser Edwards Deming su autor. Esta metodología describe los cuatro pasos esenciales que se deben llevar a cabo de forma sistemática para lograr la mejora continua, entendiendo como tal el mejoramiento continuado de la calidad (disminución de fallos, aumento de la eficacia y eficiencia, solución de problemas, previsión y eliminación de riesgos potenciales...). El círculo de Deming lo componen 4 etapas cíclicas (una vez acabada la etapa final se debe volver a la primera y repetir el ciclo de nuevo) de forma que las actividades son

reevaluadas periódicamente para incorporar nuevas mejoras. La aplicación de esta metodología está enfocada principalmente para para ser usada en empresas y organizaciones.

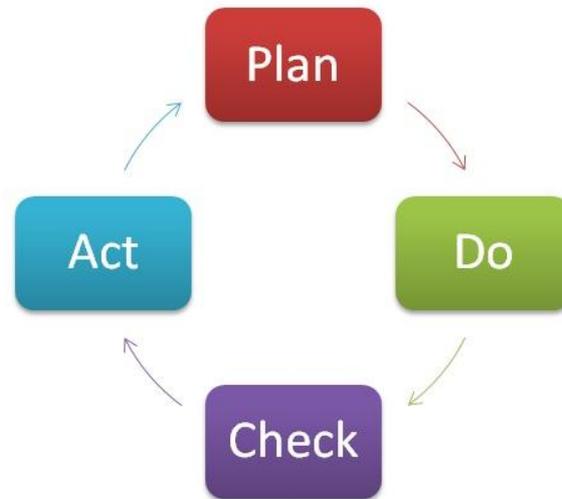


Figura 3. Esquema PDCA.

Las 4 fases del ciclo de Deming son las siguientes. Estas etapas utilizan básicamente las mismas herramientas que se exponen seguidamente para el Seis Sigma.

1. **Planificar (Plan):** Se buscan las actividades susceptibles de mejora y se establecen los objetivos a alcanzar. Para buscar posibles mejoras se pueden realizar grupos de trabajo, escuchar las opiniones de los trabajadores, buscar nuevas tecnologías mejores a las que se están usando ahora, etc.
2. **Hacer (Do):** Se realizan los cambios para implantar la mejora propuesta. Generalmente conviene hacer una prueba piloto para probar el funcionamiento antes de realizar los cambios a gran escala.
3. **Controlar o Verificar (Check):** Una vez implantada la mejora, se deja un periodo de prueba para verificar su correcto funcionamiento. Si la mejora no cumple las expectativas iniciales habrá que modificarla para ajustarla a los objetivos esperados.
4. **Actuar (Act):** Por último, una vez finalizado el periodo de prueba se deben estudiar los resultados y compararlos con el funcionamiento de las actividades antes de haber sido implantada la mejora. Si los resultados son satisfactorios se implantará la mejora

de forma definitiva. Si no lo son, habrá que decidir si realizar cambios para ajustar los resultados o si desecharla. Una vez terminado el paso 4, se debe volver al primer paso periódicamente para estudiar nuevas mejoras a implantar.

7. Recursos para Seis Sigma

Para la consecución de cualquier proyecto se necesitan tanto personas como herramientas para lograr los objetivos y en este sentido lograr la implementación, gestión y todo lo que abarca el Seis Sigma y para ello serán imprescindible disponer de los recursos necesarios.

En este apartado se desglosan los recursos que se necesitan para desarrollar un proyecto Seis Sigma dentro de una compañía y sin dejar de lado su filosofía.

7.1. Recursos humanos

Para acometer la implantación del Seis Sigma desde el seno de una empresa lo primero que hay que tener en cuenta es la designación de los equipos que vayan a llevar a cabo la implementación dentro de la organización. Es muy importante que estos equipos no formen parte del proceso en la empresa en el que se va a intervenir si no que se debe tratar de un equipo de apoyo que facilite el rediseño y ayude a efectuar los cambios que sean necesarios.

Seis Sigma designa a los miembros de sus equipos con una nomenclatura basada en las artes marciales como se ha explicado anteriormente. Es muy importante para los agentes que intervienen que se tenga en cuenta su formación pues debemos entender que Seis Sigma se basa fuertemente en el uso correcto de herramientas concretas, por lo que será necesario recibir la correspondiente formación además de la experiencia de haber realizado estas operaciones en proyectos anteriores.

Líder de Seis Sigma

Líder de Seis Sigma será el ejecutivo con el cargo más alto dentro del proyecto, algunas veces se refiere a todo el conjunto de equipo directivo y tiene la difícil tarea de contagiar la

filosofía Seis Sigma desde dentro de su propia empresa utilizando evidentemente su liderazgo.

Además debe ser el responsable de la planificación de la implementación, plan de marketing y crear una visión de proyecto dentro de la empresa para vender Seis Sigma dentro de la empresa. También se encarga de fijar objetivos y claro está asumir las responsabilidades de todo el proyecto y comunicar los resultados.

Champions

Los líderes de cada proyecto serán directivos de áreas en las cuales asumirán responsabilidades frente al Líder de Seis Sigma. Estos deben ayudar al equipo en la implementación mientras supervisa como se superan los obstáculos que pueda haber dentro de la organización. Por otra parte cabe destacar que no debe tener el mando dentro del equipo ya que por su cargo no puede dedicarse únicamente al proyecto de Seis Sigma.

Entre sus tareas también se encuentran, la justificación de los objetivos, definir el proyecto y su alcance, así como los cambios que en estos se produzcan y conseguir los recursos necesarios para equipo.

Máster Black Belts

Este es el primer rol que se dedica únicamente a la implementación del Seis Sigma, estos han de ser expertos en las herramientas del Seis Sigma y además de ser responsables del desarrollo dentro de la empresa deberán orientar a los jefes de equipo sobre las herramientas, diseño de procesos y gestión de cambios.

Por supuesto estos son la vía comunicativa entre el equipo y los champions o líderes para el desarrollo de la planificación y para ayudar a la resolución de los conflictos dentro y fuera del equipo.

Black Belts

Son los jefes de equipo propiamente dicho. Tienen una alta formación en las técnicas de Seis Sigma sin haber alcanzado la experiencia de los Máster. Es la persona responsable del trabajo diario dentro del proyecto Seis Sigma, teniendo unas responsabilidades similares a

un Máster pero solamente de su equipo. Es aconsejable que esté muy familiarizado con los procesos que se están analizando, formando parte de él.

Él es el responsable de medir, analizar, mejorar y controlar los procesos, debe colaborar con el resto de miembros del proyecto con el fin de materializar las oportunidades de mejora que se detecten. Será el responsable de la selección de los miembros del proyecto, ayudándoles en completar su formación, se responsabilizará del uso de los recursos que le sean asignados.

Deberá realizar el seguimiento y el cumplimiento de la planificación en la que él también ha colaborado, complementado los esfuerzos para su avance. Apoyará la implantación de las mejoras de los procesos elegidos y se responsabilizará de los registros de los avances y resultados del trabajo ejecutado.

Green Belts

Se trata del equipo de apoyo de los Black Belts. Se encargan de la recogida de datos en cada una de las fases de la implementación. Tiene formación en las herramientas del Seis Sigma aunque no muy avanzada. Normalmente estos aprovechan su participación en diferentes proyectos para poder aspirar a ser Black Belts.

Hasta entonces se dedican a acatar las instrucciones de su superior para el desarrollo de los trabajos y la revisión de los datos obtenidos.

Yellow Belts

Los Yellow Belts son el escalón inferior del equipo de implementación. Empiezan a formarse y trabajan como apoyo a los Green Belts, realmente no se les debe asignar tareas de análisis y no deberían tener por lo tanto responsabilidades respecto al proyecto sino que deben trabajar en los procesos que no requieran altos conocimientos.



Figura 4. Organigrama Seis Sigma.

7.2. Recursos económicos

Debemos tener en cuenta que para asumir un proyecto Seis Sigma en una empresa es necesario al menos tener los suficientes recursos económicos para mantener todo el equipo de trabajo que como hemos visto anteriormente debe basarse en gente altamente formada y que no pertenezcan al proyecto sobre el que se va a actuar.

A partir de esto, aunque evidentemente cuando una empresa inicia un proyecto de estas características es por obtener un beneficio económico de este, se debe asumir que existe un alto coste de formación a los implicados en él y también la necesidad de contratación de nuevo personal.

Con lo que resulta obvio que para realizar este gasto será necesario que los primeros implicados sean los que forman el consejo directivo ya que son ellos quienes presupuestarán el proyecto y dará lugar a cubrir todas las necesidades o no. Esta barrera es infranqueable y para tener éxito deberíamos contestar estas preguntas.

¿Qué coste final tendrá el proyecto? Y ¿Cómo podemos asegurar que repercutirá en beneficios para la empresa?

Pues lo más importante quizás sea saber dónde esforzarnos más en la empresa para obtener los mejores resultados posibles sin intentar abarcar más objetivos que los asumibles

ni desperdiciar esfuerzos o presupuesto. Es por ello que se recomienda realizar una prueba piloto para valorar los resultados que se obtienen y aprender de cara a la verdadera implementación

7.3. Herramientas

Durante este proyecto ya se ha comentado en numerosas ocasiones que Seis Sigma está basado fuertemente en un conjunto de herramientas estadísticas para realizar cada una de las fases de la implementación. Solo con decir que Seis Sigma procede de la distribución típica de un proceso deja claro su base estadística.

Es por ello que si damos a conocer Seis Sigma es necesaria al menos dar una pequeña explicación de algunas herramientas muy utilizadas, aunque tenemos que tener en cuenta que al estar hablando de su aplicación a la Pymes no tienen por qué utilizarlas todas sino que depende del tipo de empresa que se trate, del tamaño de esta y de la producción que pueda tener además de los objetivos que quiera conseguir dicha empresa utilizara o no algunas de estas herramientas.

Las herramientas están divididas según las fases de implementación DMAIC que se ha explicado anteriormente aunque esta división no tiene por qué ser rígida pues muchas de estas herramientas se pueden utilizar en diferentes fases dependiendo de lo que se quiera obtener y se pueden alternar con otras. Las herramientas están distribuidas donde su uso es más común. Todas estas están apoyadas por programas informáticos y software como Excel que hacen mucho más fácil su uso y además existe software específico como el SPSS, MINITAB y SAS (Statistical Analysis System) que tienen diferentes módulos que ayudan a agrupar las herramientas de Seis Sigma produciendo análisis y gráficos determinados. Apoyaremos la definición con algunas imágenes.

1. Definición:

- Charter del proyecto

El documento de constitución del proyecto, o *project charter* es un documento que permite balancear las intenciones y alinear las necesidades de los interesados en el proyecto. Además, proporcionará un acuerdo respecto a cuándo podrá considerarse exitoso el proyecto.

Para que este documento resulte útil, no deberá ocupar más de una página y su preparación (previa al arranque del proyecto), en la que deberían participar todos los interesados, debería ocupar un espacio de tiempo de entre dos y ocho horas.

Este documento debería contener, al menos, los siguientes puntos:

Visión: Define el "Porqué" del proyecto, el propósito más importante o la razón por la cual existe el proyecto.

Misión: Define el "Qué" del proyecto, determinando el modo en que se alcanzará la visión definida.

Criterios de Éxito: Describen, mediante pruebas de control, los efectos que deberá tener el proyecto en su entorno.

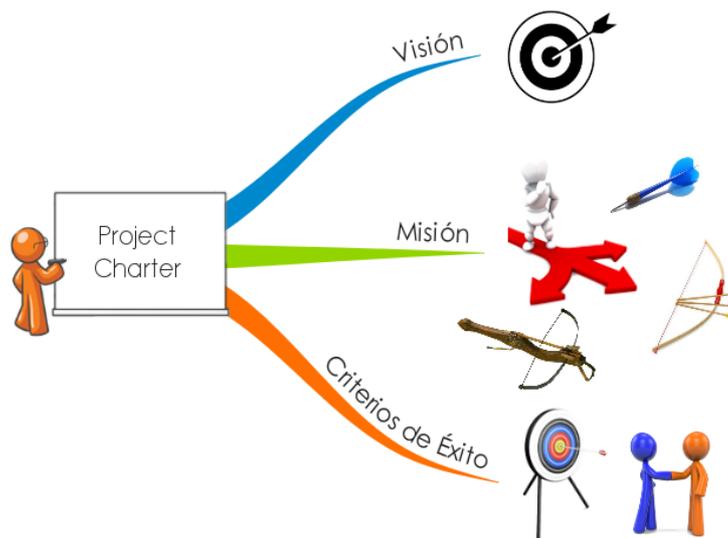


Figura 5. Esquema Project Charter

- Diagrama de flujo del proceso

“Consiste en una representación gráfica de las distintas etapas de un proceso de fabricación, gestión, administrativo o de servicios, consideradas en orden secuencial”. (Perez Marqués, 2010; Chowdury, 2005). En este ubicaremos los inputs y outputs de cada parte del proceso, con indicación de las actuaciones o toma de decisiones que le sean aplicables. Se usa para entender globalmente el proceso y tenerlo confinado.

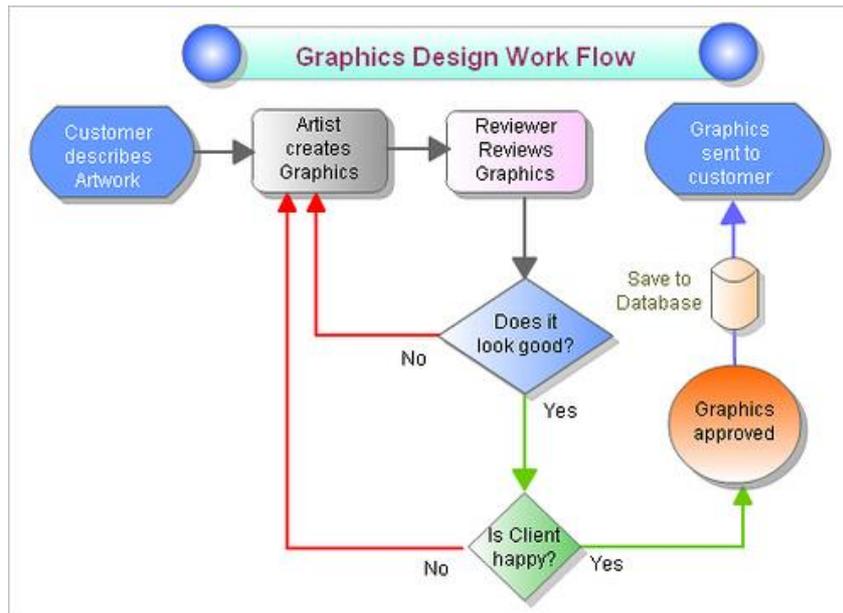


Figura 6. Ejemplo diagrama de flujo.

- Diagrama SIPOC

EL SIPOC se presenta como una de tantas herramientas que se usan cotidianamente en la búsqueda de áreas de mejora. Se resume como una visión a vista de pájaro de todos los procesos de una empresa bajo una perspectiva particular, la cual viene dada por el significado de sus siglas Suppliers-Inputs-Process-Output-Customers (Proveedor-Entrada-Proceso-Salida-Cliente).

Proveedor (supplier): persona que aporta recursos al proceso

Recursos (inputs): todo lo que se requiere para llevar a cabo el proceso. Se considera recursos a la información, materiales e incluso, personas.

Proceso (process): conjunto de actividades que transforman las entradas en salidas, dándoles un valor añadido.

Cliente (customer): la persona que recibe el resultado del proceso. El objetivo es obtener la satisfacción de este cliente.

SIPOC nos permite establecer una serie de subprocesos dentro de cada uno de los principales procesos de nuestra empresa.

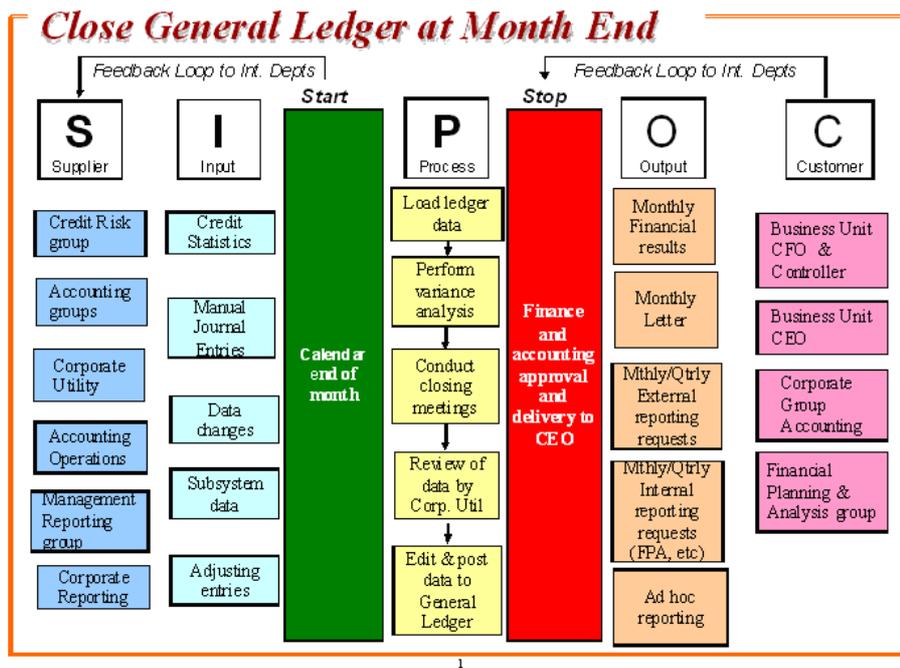


Figura 7. Diagrama SIPOC.

- Definición de variables críticas

Las variables críticas dentro de un proceso se refieren a la causa o causas que pueden generar un mayor descontrol del proceso que repercute directamente en una insatisfacción del cliente al darse una no conformidad. Por ejemplo trabajando con maquinaria de inyección pueden ser la temperatura la presión de la maquina o la calidad de la materia prima.

- Voz del cliente

La Voz del cliente se entiende como la habilidad para describir y enumerar los requerimientos del cliente incluyendo las percepciones y expectativas que se tienen y esperan hacia el producto o servicio.

La recolección de las percepciones u opiniones de los clientes hacia el producto o servicio pueden darse por dos vías:

Reactivas

La información o feedback del producto la ejecuta el cliente iniciada (posiblemente) por descontento o malfuncionamiento del producto o servicio.

Algunas fuentes son:

- Quejas del comprador (ya sean escritas o verbales).
- Devolución del producto (lo que equivale a mercancía defectuosa).
- Asistencia técnica y/o general para atender reclamos o problemas técnicos del producto.

Proactiva

En el afán por conocer y entender lo que necesita y espera el cliente, el proveedor o fuente principal del servicio o producto realiza esfuerzos anticipados para recolectar información previa al desarrollo o creación del producto. En el mejor de los casos el cliente puede estar involucrado en el diseño, desarrollo y pruebas de dicho producto o servicio.



Figura 8. Esquema voz del cliente.

2. Medición:

- Herramientas de recolección de datos

La recolección de datos se refiere al uso de una gran diversidad de técnicas y herramientas que pueden ser utilizadas por el analista para desarrollar los sistemas de información los cuales pueden ser las entrevistas, la encuesta, el cuestionario, la observación, el diagrama de flujo y el diccionario de datos.

Todos estos instrumentos se aplicarán en un momento en particular, con la finalidad de buscar información que será útil a una investigación en común.



Figura 9. Tipos de recolección de datos.

- Benchmarking

Según la definición de David T. Kearns, Director General de Xerox Corporation "el benchmarking es un proceso sistemático y continuo para evaluar los productos, servicios y procesos de trabajo de las organizaciones reconocidas como las mejores práctica, aquellos competidores más duros".

En resumen, el benchmarking consiste en tomar como referencia a los mejores y adaptar sus métodos, sus estrategias, dentro de la legalidad. Por ejemplo, puedes adaptar las mejores prácticas en atención y servicio al cliente.

Objetivos del benchmarking

Nos encontramos en un mundo enormemente competitivo donde las empresas han de compararse con lo mejor que haya en el mercado para ganar ventaja en áreas fundamentales como en:

Nivel de calidad: El valor creado sobre un producto, teniendo en cuenta su precio y los costes necesarios para su fabricación y venta.

Productividad: Las empresas comparan cuánto producen y cuánto consumen para obtener esa cantidad con el objetivo de comparar eficiencia en los procesos.

EL BENCHMARKING



Figura 10. El Benchmarking

- Cálculo de la variabilidad del proceso

La variabilidad es un indicador clave de la capacidad que tiene un proceso para cumplir con la calidad requerida (asegurando que el valor real del resultado del proceso se encuentre dentro del rango de tolerancia). ¿Por qué varía el resultado de los procesos?

Debido a dos tipos de variabilidad. La primera se conoce como variabilidad por causas comunes, la que depende de la forma en que se realiza el proceso (materiales, método, herramientas, personal, entorno, etc.).

Las causas comunes suceden en forma aleatoria, representando entre el 80 y 95% de la variabilidad de cualquier proceso. Este tipo de variabilidad puede reducirse sólo por medio de un cambio del sistema o método del proceso.

Por ejemplo, la variabilidad en la dimensión y resistencia de un ladrillo artesanal es mayor que en uno industrial. En el segundo caso existe un control mucho mayor sobre las variables de producción. Un segundo tipo se conoce como variabilidad por causas especiales o asignables, producida por fuentes externas al proceso. Aparecen en forma esporádica, afectando al patrón aleatorio de las causas comunes y sacando al proceso de control. Debido a ello, son más fácilmente reconocibles y presentan una menor dificultad para su corrección. Este tipo de causas se analizan y se corrigen de modo que, en lo posible, no sucedan nuevamente.

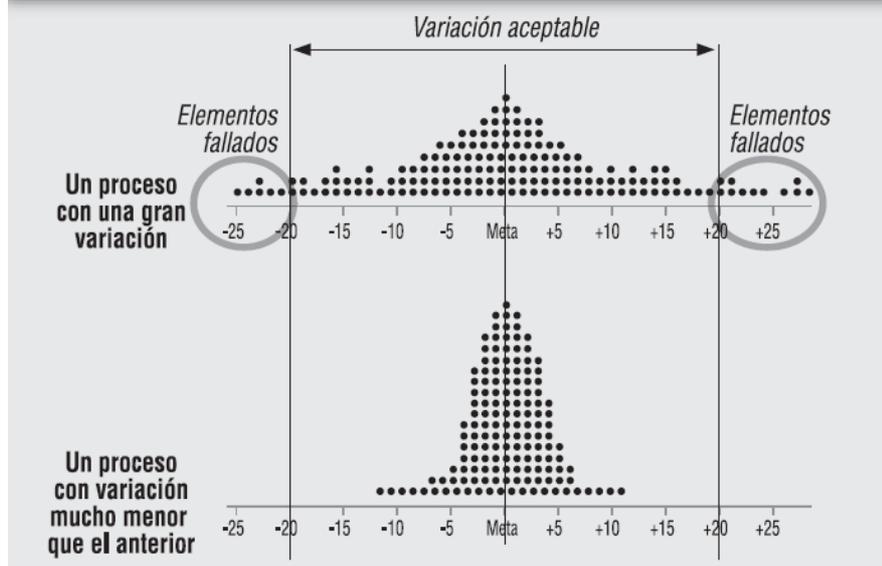


Figura 11. Ejemplo variabilidad.

3. Análisis:

- Histograma

Un histograma es una representación gráfica de una variable en forma de barras, donde la superficie de cada barra es proporcional a la frecuencia de los valores representados, ya sea en forma diferencial o acumulada. Sirven para obtener una "primera vista" general, o panorama, de la distribución de la población, o la muestra, respecto a una característica, cuantitativa y continua, de la misma y que es de interés para el observador (como la longitud o la masa). De esta manera ofrece una visión en grupo permitiendo observar una preferencia, o tendencia, por parte de la muestra o población por ubicarse hacia una determinada región de valores dentro del espectro de valores posibles (sean infinitos o no) que pueda adquirir la característica. Así pues, podemos evidenciar comportamientos, observar el grado de homogeneidad, acuerdo o concisión entre los valores de todas las partes que componen la población o la muestra, o, en contraposición, poder observar el grado de variabilidad, y por ende, la dispersión de todos los valores que toman las partes, también es posible no evidenciar ninguna tendencia y obtener que cada miembro de la

población toma por su lado y adquiere un valor de la característica aleatoriamente sin mostrar ninguna preferencia o tendencia, entre otras cosas.

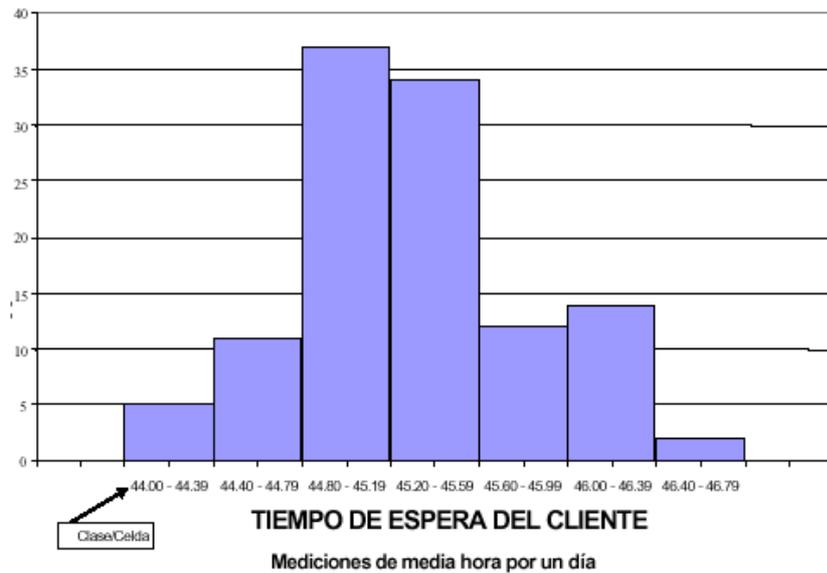


Figura 12. Ejemplo histograma.

- Diagrama de Pareto

El Diagrama de Pareto constituye un sencillo y gráfico método de análisis que permite discriminar entre las causas más importantes de un problema (los pocos y vitales) y las que lo son menos (los muchos y triviales).

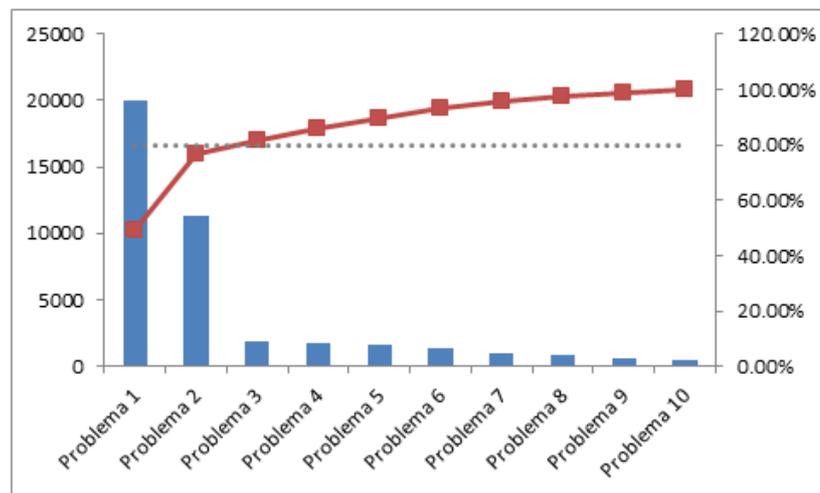


Figura 13. Diagrama de Pareto.

- Diagramas de dispersión

Un diagrama de dispersión o gráfica de dispersión o gráfico de dispersión es un tipo de diagrama matemático que utiliza las coordenadas cartesianas para mostrar los valores de dos variables para un conjunto de datos. Los datos se muestran como un conjunto de puntos, cada uno con el valor de una variable que determina la posición en el eje horizontal (x) y el valor de la otra variable determinado por la posición en el eje vertical (y).

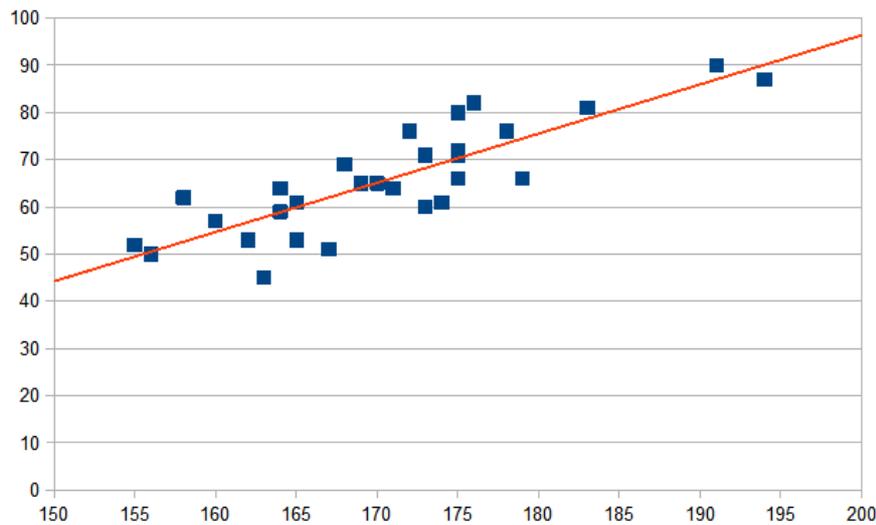


Figura 14. Diagrama de dispersión.

- Regresiones simples y múltiples

El caso más simple de regresión lineal ajusta a la ecuación de la recta los valores de la variable independiente X_1 a la variable dependiente Y , es decir:

$$Y = b_0 + b_1 X_1,$$

donde b_0 es la ordenada en el origen y b_1 es la pendiente de la recta. El ajuste a esta ecuación (mediante mínimos cuadrados) se caracteriza por la obtención de b_0 , b_1 y el coeficiente de correlación r .

La regresión lineal múltiple se basa en obtener una relación lineal entre un conjunto de variables independientes X_1, \dots, X_n con una variable dependiente Y , es decir:

$$Y = b_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2 + b_3 X_3 + \dots + b_n X_n.$$

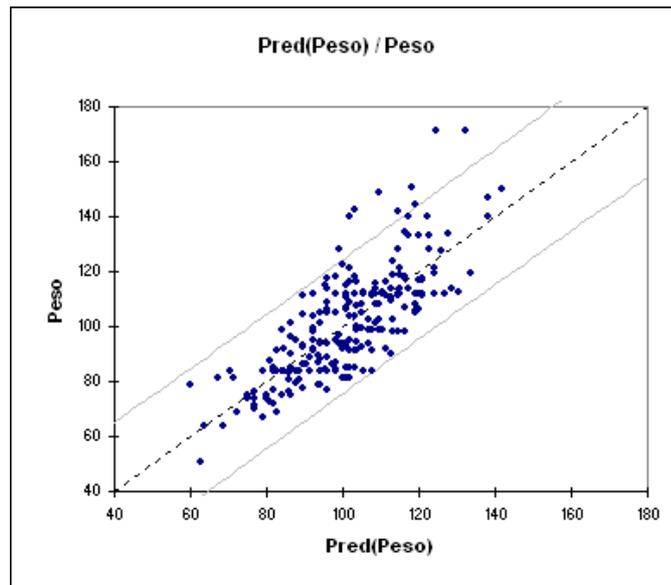


Figura 15. Ejemplo de regresión múltiple.

- Diagrama causa-efecto o Ishikawa

El diagrama de causa - efecto es conocido también como el “diagrama de las espinas de pescado” por la forma que tiene o bien con el nombre de Ishikawa por su creador, fue desarrollado para facilitar el análisis de problemas mediante la representación de la relación entre un efecto y todas sus causas o factores que originan dicho efecto, por este motivo recibe el nombre de “Diagrama de causa – efecto” o diagrama causal.

Este diagrama fue desarrollado por K. Ishikawa y por su forma recuerda a una espina de pescado (de ahí su otro nombre), el objeto de Ishikawa era obtener un gráfico de fácil interpretación que pusiera de manifiesto las relaciones entre un efecto y las causas que lo producen, de manera que quedasen expuestas visualmente todas las causas que contribuyen a un efecto hasta el nivel que se deseara, aunque en la mayoría de los casos la intención es llegar hasta las causas raíz.

Así pues el diagrama causal es una forma gráfica, ordenada y sistemática para representar el complejo entramado de causas posibles que hay detrás de un efecto. Se emplea para poner de manifiesto las posibles causas asociadas a un efecto, facilitando de esta forma la tarea de identificar los factores verdaderos.

Sus aplicaciones son muy variadas, tal y como se pone de manifiesto a continuación.

- Identificar las causas verdaderas, y no solamente sus síntomas, de una determinada situación y agruparlas por categorías.
- Resumir todas aquellas relaciones entre las causas y efectos de un proceso.

- Promover la mejora de los procesos.
- Consolidar aquellas ideas de los miembros del equipo sobre determinadas actividades relacionadas con la calidad.
- Favorecer también el pensamiento del equipo, lo que conllevará a una mayor aportación de ideas.
- Obtener una visión más global y estructurada de una determinada situación ya que se ha realizado una identificación de un conjunto de factores básicos.

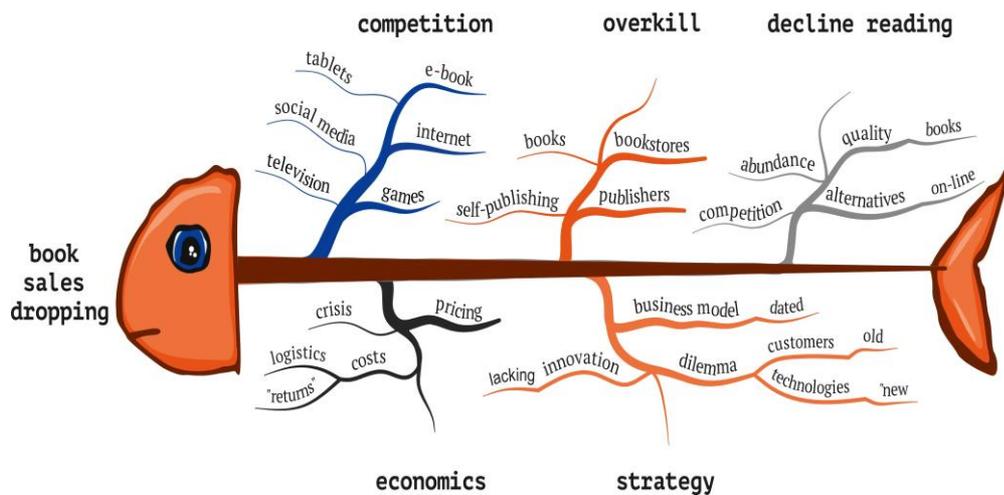


Figura 16. Ejemplo diagrama Ishikawa.

- Gráficos de Tendencia

En un sentido general, es un patrón de comportamiento de los elementos de un entorno particular durante un período. En términos del análisis técnico, la tendencia es simplemente la dirección. Pero es preciso tener una definición más precisa para poder trabajar. Es importante entender que los mercados no se mueven en línea recta en ninguna dirección. Los gráficos pueden tener movimientos zigzagueantes. Estos impulsos tienen el aspecto de olas sucesivas con sus respectivas crestas y valles. La dirección de estas crestas y valles es lo que constituye la tendencia del mercado, ya sea que estos picos y valles vayan a la alza, a la baja o tengan un movimiento lateral.

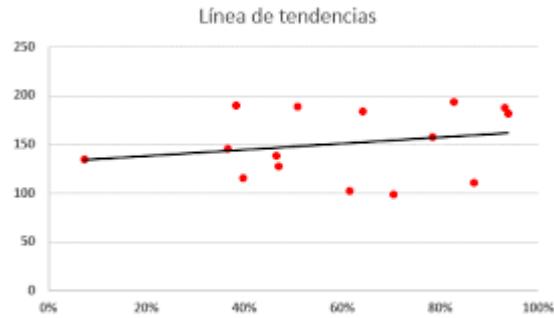


Figura 17. Ejemplo gráfico de tendencia.

- Intervalos de confianza

En el contexto de estimar un parámetro poblacional, un intervalo de confianza es un rango de valores (calculado en una muestra) en el cual se encuentra el verdadero valor del parámetro, con una probabilidad determinada.

La probabilidad de que el verdadero valor del parámetro se encuentre en el intervalo construido se denomina nivel de confianza, y se denota $1-\alpha$. La probabilidad de equivocarnos se llama nivel de significancia y se simboliza α . Generalmente se construyen intervalos con confianza $1-\alpha=95\%$ (o significancia $\alpha=5\%$). Menos frecuentes son los intervalos con $\alpha=10\%$ o $\alpha=1\%$.

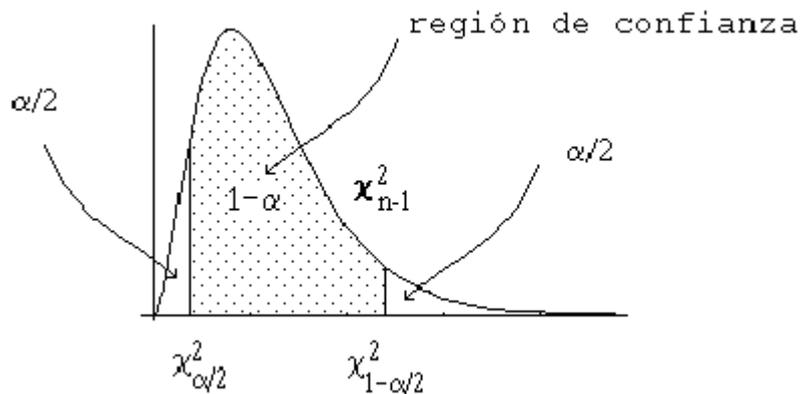


Figura 18. Representación intervalo de confianza.

- 5 Porqués

Los 5 porqués es una técnica de análisis utilizada para la resolución de problemas que consiste en realizar sucesivamente la pregunta "¿ por qué ?" hasta obtener la causa raíz del problema, con el objeto de poder tomar las acciones necesarias para erradicarla y solucionar el problema.

El número cinco no es fijo y hace referencia al número de preguntas a realizar, de esta manera se trata de ir preguntando sucesivamente "¿por qué?" hasta encontrar la solución, sin importar el número de veces que se realiza la pregunta.

El método de los 5 porqués se emplea en la fase de análisis de la resolución de problemas, y por lo tanto, en situaciones como:

- La resolución de problemas, mediante la pregunta ¿por qué? se tratará de encontrar la causa origen de los mismos.
- Para eliminar el despilfarro.

Puede utilizarse conjuntamente con el diagrama de flujo de un determinado proceso, ya que así podremos obtener mejoras en por ejemplo:

- Una disminución de los tiempos de espera.
- Una reducción del tiempo durante el proceso.

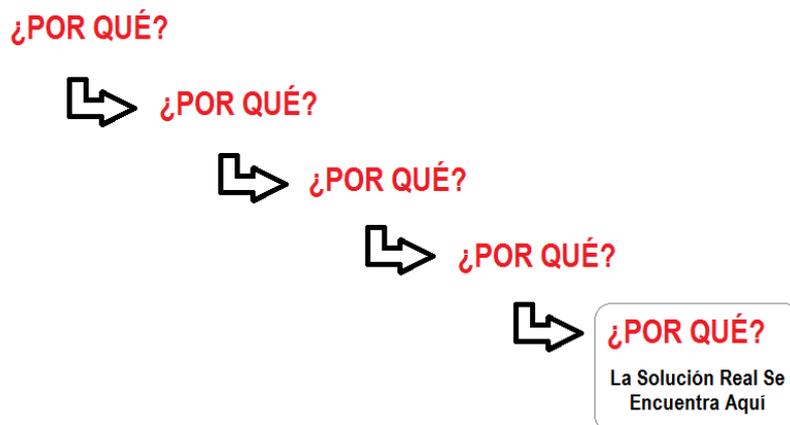


Figura 19. Esquema 5 Porqués.

4. Mejora:

- Lluvia de ideas

La tormenta de ideas (lluvia de ideas o brainstorming) es una técnica de pensamiento creativo utilizada para estimular la producción de un elevado número de ideas, por parte de un grupo, acerca de un problema y de sus soluciones o, en general, sobre un tema que requiere de ideas originales.

La tormenta de ideas fue propuesta en 1939 por Alex F. Osborn, quien comenzó a utilizar un procedimiento que permitiera el surgimiento de ideas creativas y originales como método de resolución de problemas. Más adelante, en 1953, sistematizó su método creativo de resolución de problemas.

Propuso un método destinado a estimular la formulación de ideas de modo que se facilitara la libertad de pensamiento al intentar resolver un problema. Éste consistía en un procedimiento por el que un grupo intenta encontrar una solución a un problema específico mediante la acumulación de todas las ideas expresadas, de forma espontánea, por sus miembros.

Los principios para el desarrollo de la tormenta de ideas son:

- La crítica no está permitida
- La libertad de pensamiento es indispensable
- La cantidad es fundamental
- La combinación y la mejora deben ponerse en práctica

- Diseños a pruebas de errores

Algunos autores manejan el poka-yoke como un sistema a prueba de tontos (baka-yoke en japonés), el cual garantiza la seguridad de la maquinaria ante los usuarios y procesos y la calidad del producto final. De esta manera, se previenen accidentes de cualquier tipo. Estos dispositivos fueron introducidos en Toyota en la década de 1960, por el ingeniero Shigeo Shingo dentro de lo que se conoce como Sistema de Producción Toyota. Aunque con anterioridad ya existían poka-yokes, no fue hasta su

introducción en Toyota cuando se convirtieron en una técnica, hoy común, de calidad. Afirmaba Shingo que la causa de los errores estaba en los trabajadores y los defectos en las piezas fabricadas se producían por no corregir aquellos. Consecuente con tal premisa cambian dos posibilidades u objetivos a lograr con el poka-yoke:

- Imposibilitar de algún modo el error humano; por ejemplo, los cables para la recarga de baterías de teléfonos móviles y dispositivos de corriente continua sólo pueden conectarse con la polaridad correcta, siendo imposible invertirla, ya que los pines de conexión son de distinto tamaño o forma.
- Resaltar el error cometido de tal manera que sea obvio para el que lo ha cometido. Shingo cita el siguiente ejemplo: un trabajador ha de montar dos pulsadores en un dispositivo colocando debajo de ellos un muelle; para evitar la falta de éste último en alguno de los pulsadores se hizo que el trabajador cogiera antes de cada montaje dos muelles de la caja donde se almacenaban todos y los depositase en una bandeja o plato; una vez finalizado el montaje, el trabajador se podía percatar de inmediato del olvido con un simple vistazo a la bandeja, algo imposible de hacer observando la caja donde se apilaban montones de muelles.

Este sistema radica en lo sencillo y en lo simple. Enfatiza en realizar cosas obvias en las que detecta errores o evitan que se cometan. El objetivo final es concretar un proceso o terminar un producto sin la posibilidad que de exista un defecto.

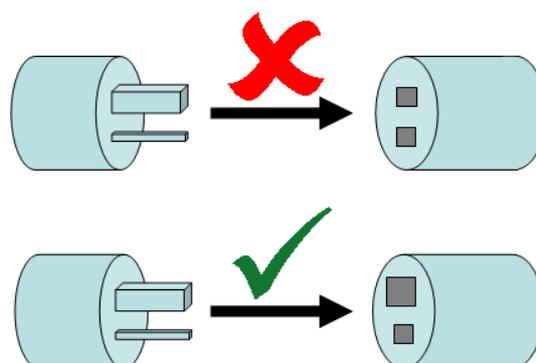


Figura 20. Ejemplo Poka-yoke.

- Diseño de experimentos

Los modelos de “Diseño de experimentos” son modelos estadísticos clásicos cuyo objetivo es averiguar si unos determinados factores influyen en la variable de interés y, si existe influencia de algún factor, cuantificarla.

La metodología del diseño de experimentos se basa en la experimentación. Es conocido que si se repite un experimento, en condiciones indistinguibles, los resultados presentan variabilidad que puede ser grande o pequeña. Si la experimentación se realiza en un laboratorio donde la mayoría de las causas de variabilidad están muy controladas, el error experimental será pequeño y habrá poca variación en los resultados del experimento. Pero si se experimenta en procesos industriales, administrativos... la variabilidad es grande en la mayoría de los casos.

El objetivo del diseño de experimentos es estudiar si utilizar un determinado tratamiento produce una mejora en el proceso o no. Para ello se debe experimentar utilizando el tratamiento y no utilizándolo. Si la variabilidad experimental es grande, sólo se detectará la influencia del uso del tratamiento cuando éste produzca grandes cambios en relación con el error de observación.

- Matriz de prioridades

La matriz de priorización es una herramienta que permite la selección de opciones sobre la base de la ponderación y aplicación de criterios.

Hace posible, determinar alternativas y los criterios a considerar para adoptar una decisión, priorizar y clarificar problemas, oportunidades de mejora y proyectos y, en general, establecer prioridades entre un conjunto de elementos para facilitar la toma de decisiones.

La aplicación de la matriz de priorización conlleva un paso previo de determinación de las opciones sobre las que decidir, así como de identificación de criterios y de

valoración del peso o ponderación que cada uno de ellos tendrá en la toma de decisiones.

La matriz de priorización consiste en la especificación del valor de cada criterio seleccionado para, posteriormente, analizar mediante el despliegue de distintas matrices tipo-L, el grado en que cada opción cumple con los criterios establecidos.

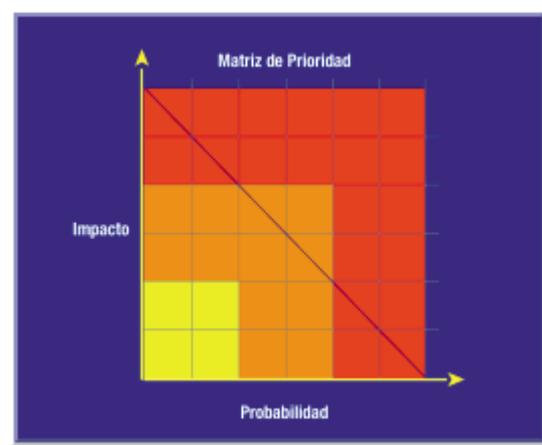


Figura 21. Regiones matriz de prioridades.

- Cálculo de capacidad de procesos

Un proceso es una combinación única de herramientas, métodos, materiales y personal dedicados a la labor de producir un resultado medible; por ejemplo una línea de producción para el ensamble de puertas de vehículos. Todos los procesos tienen una variabilidad estadística inherente que puede evaluarse por medio de métodos estadísticos. La Capacidad del proceso es una propiedad medible de un proceso que puede calcularse por medio del índice de capacidad del proceso (ej. Cpk o Cpm) o del índice de prestación del proceso (ej. Ppk o Ppm). El resultado de esta medición suele representarse con un histograma que permite calcular cuántos componentes serán producidos fuera de los límites establecidos en la especificación.

5. Controlar:

- Control estadístico de procesos (variables y atributos)

Los gráficos de control, basándose en técnicas estadísticas, permiten usar criterios objetivos para distinguir variaciones de fondo de eventos de importancia. Casi toda su potencia está en la capacidad de monitorizar el centro del proceso y su variación alrededor del centro. Recopilando datos de mediciones en diferentes sitios en el proceso, se pueden detectar y corregir variaciones en el proceso que puedan afectar a la calidad del producto o servicio final, reduciendo desechos y evitando que los problemas lleguen al cliente final. Con su énfasis en la detección precoz y prevención de problemas, SPC tiene una clara ventaja frente a los métodos de calidad como inspección, que aplican recursos para detectar y corregir problemas al final del producto o servicio, cuando ya es demasiado tarde.

Además de reducir desechos, SPC puede tener como consecuencia una reducción del tiempo necesario para producir el producto o servicio. Esto es debido parcialmente a que la probabilidad de que el producto final se tenga que retrabajar es menor, pero también puede ocurrir que al usar SPC, identifiquemos los cuellos de botella, paradas y otros tipos de esperas dentro del proceso. Reducciones del tiempo de ciclo del proceso relacionado con mejoras de rentabilidad han hecho del SPC una herramienta valiosa desde el punto de vista de la reducción de costes y de la satisfacción del cliente final.

Los gráficos de control se clasifican en dos tipos: Variables y Atributos. Si la característica de calidad puede medirse y expresarse como un número la llamamos variable. En tales casos es conveniente describir la característica de calidad con una medida de tendencia central y una medida de dispersión mediante los llamados gráficos de control por variables.

Los gráficos X son los más ampliamente utilizados para controlar la tendencia central mientras que los gráficos de rango (recorrido) y de desviación típica se utilizan para controlar la dispersión. Muchas características cualitativas no se miden en una escala cuantitativa. En estos casos, juzgaremos si una unidad de producto es

o no conforme si posee ciertos atributos o contando el número de defectos que aparecen en cada unidad de producto. Los gráficos de control para estas características se denominan gráficos de control por atributos.

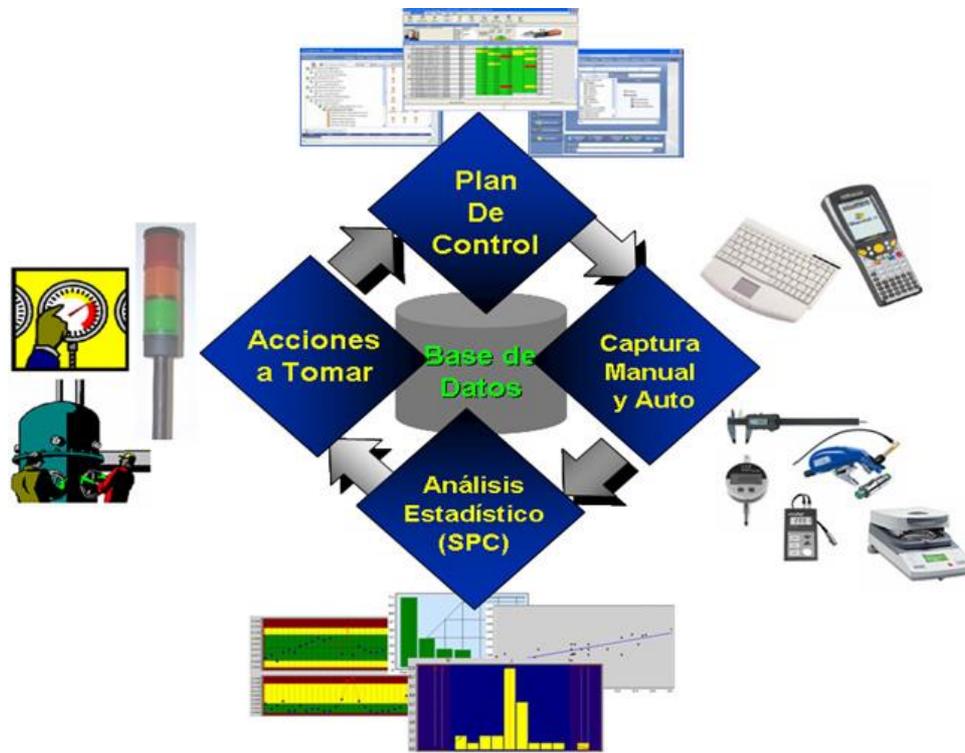


Figura 22. Esquema control estadístico.

- Inspección por muestreo

Los sistemas de inspección por muestreo, también conocidos como muestreo de aceptación o muestreo de lotes, es un procedimiento en el que se verifica una o más muestras del lote para determinar su calidad. El muestreo es usado para reducir la necesidad de inspeccionar cada artículo o producto, y reducir así el tiempo y gastos de inspección. La inspección por muestreo tiene cierto número de ventajas sobre la inspección 100%. La fatiga de los inspectores originada por operaciones repetitivas puede ser un obstáculo serio para una buena inspección 100%, es más económica y requiere de menor tiempo para su realización.

Es por ello que se llevaron a cabo investigaciones en el campo de las teorías de las probabilidades y la estadística, llegándose a la conclusión de que para tomar decisiones sobre la calidad de la producción en proceso y terminada, no hay necesidad de efectuar una inspección 100% sobre todos los artículos, sino que basta

con inspeccionar sólo una parte del lote, o sea, una muestra, mediante una inspección por muestreo.

Algunos de los factores por considerar en la inspección por muestreo serán el nivel de confianza en los proveedores, el costo en que se incurre al aceptar productos defectuosos, y el riesgo del muestreo, que siempre existirá por la naturaleza estadística del proceso. En general, existen dos tipos de errores con probabilidad de ocurrir, el primero es llamado error tipo I, y ocurre cuando rechazamos un lote que cumple con las especificaciones de calidad y el segundo es llamado error tipo II, y ocurre cuando aceptamos un lote que no cumple con las especificaciones de calidad.

8. Estado del Seis Sigma en las Pymes de la Comunidad Valenciana

En este apartado se va a hacer un estudio sobre la situación real de las Pymes de la zona central de la Comunidad Valenciana respecto a la utilización de Seis Sigma, sus herramientas e implementación. De esta forma conoceremos el alcance real de esta técnica y obtendremos información sobre sus oportunidades en este tipo de empresas.

Primero, explicaremos el tipo de entrevista que se ha llevado a cabo mediante la utilización de un cuestionario (Anexo 1). Además, para la elección de las empresas se han tenido en cuenta unos requisitos determinados. Las repuestas a los cuestionarios se encuentran en el Anexo 2.

Finalmente, mediante el SPSS y otras herramientas trabajaremos los resultados obtenidos para obtener una conclusiones reales para estas empresas.

8.1. Introducción a la entrevista en profundidad

En este caso se ha utilizado una técnica llamada entrevista en profundidad. Se trata de una entrevista con forma no estructurada e indirecta para la obtención de información que se realiza a una sola persona. La duración media de este tipo de entrevistas puede ir desde los 30 minutos hasta más de una hora dependiendo del tema a tratar y de la dinámica de esta.

En estas entrevistas es muy importante la habilidad del entrevistador para tener una situación relajada con el entrevistado para que durante el dialogo este se muestre libre de hablar de cualquier tema con confianza. Por otra parte se pueden utilizar otras técnicas proyectivas con el fin de que el entrevistado nos de información que en otro momento o situación no estaría dispuesto a dar de forma espontanea.

Esta entrevista se realiza en un ambiente tolerante para que las personas se expresen sin miedo ni limitaciones sobre el tema en cuestión y así conocer realmente su opinión, creencias y al fin y al cabo obtener su visión profunda sobre el tema. Este tipo de entrevistas se utilizan comunmente para conocer la opinión real que tiene la gente sobre un tema, por ejemplo en casos como abogados con sus clientes, médicos con sus pacientes, profesores con sus alumnos y todo como ya se ha comentado antes para conocer realmente

lo que piensan. Pero recientemente se ha estado utilizado este tipo de técnica para fines científicos tanto en laboratorio como de campo como es nuestro caso.

En nuestro caso, se trata de una entrevista en profundidad ya que el tema a hablar es muy específico y muchas de las empresas no tienen los conocimientos necesarios para entender algunos términos en su totalidad. Es por eso que durante la entrevista se explican detalladamente muchas de las técnicas para que el entrevistado tenga criterio para contestar.

Estas son las ventajas y desventajas de este tipo de entrevistas:

Ventajas: La entrevista profunda atribuye las respuestas directamente a un participante, el cual puede definirse por sus características y actitudes. En esta técnica se puede dar un intercambio libre de información sin ninguna presión social para estar de acuerdo o no con el grupo.

Otra ventaja sobre la entrevista de grupo focal radica en la mayor profundidad de percepción que puede lograrse, y habilidad para asociar la respuesta directamente con el encuestado. El principal uso es la investigación exploratoria. La técnica es útil para desarrollar hipótesis, definir problemas de decisión y formular cursos de acción.

Desventajas: En general, la duración de las entrevistas en combinación con los costos reducen la cantidad de entrevistas a profundidad en un proyecto. El reducido tamaño de la muestra y la completa dependencia respecto del entrevistador para el análisis y la interpretación de la información, son limitaciones importantes que restringen el uso de esta técnica a situaciones de problemas especiales ya que no se puede obtener información de lo que piensa la población si no de una sola persona.

8.2. Requisitos a cumplir por las empresas entrevistada

Para la elección de las empresas a entrevistar se han tenido unos requisitos mínimos para garantizar que tienen las características que requiere la posible utilización del Seis Sigma sus herramientas, los requisitos son:

Ser líderes en las Comarcas Centrales de la Comunidad Valenciana (estar domiciliada o tener sede), en sus sectores de actividad, en al menos uno de los siguientes apartados:

1. Global
2. Producto
3. Mercado

Cada una de las empresas que componen la agrupación debe cumplir al menos 2 de las 7 características opcionales:

1. Tener proyectos I+D financiados con convocatorias públicas
 2. Tener proyectos I+D subvencionados con convocatorias públicas
 3. Tener proyectos I+D certificados por ENAC mediante el RD 1432
 4. Tener un sistema de gestión de la I+D basado en la UNE 166002
 5. Haber participado en iniciativas agrupadas de innovación. Véase asociaciones sectoriales DATO y FEDAC.
 6. Tener al menos dos sistemas de gestión implementados rango: ISO, UNE, SA, OSHAS, etc.
 7. Tener implementados sistemas AE gestión de la producción asistido por ordenador GPAO (tipo ERP, MRPV, etc.)
- Otra cuestión muy importante es que estas empresas no nos han dado permiso para proporcionar su nombre ya que se trata un tema que podría comprometer su competitividad y además para el estudio no nos importa.

8.3. Resultados estadísticos

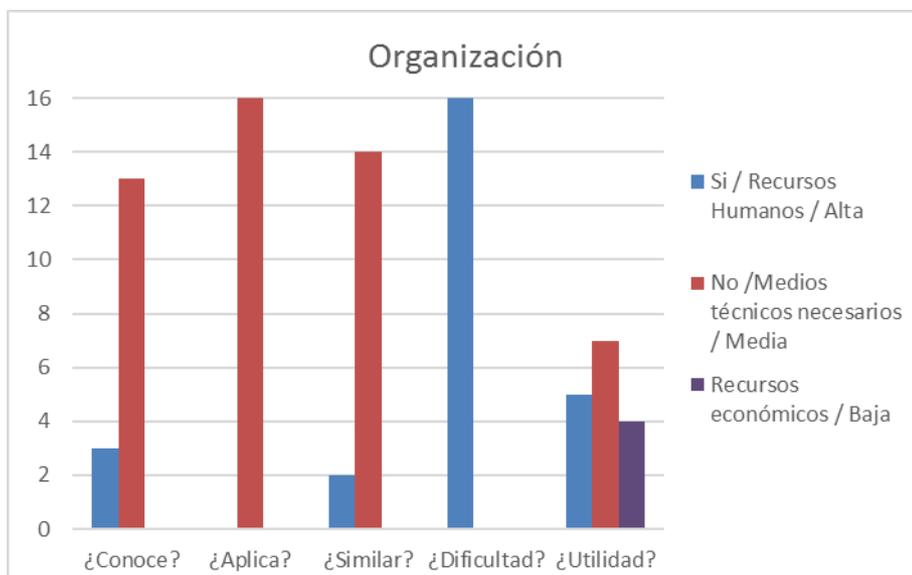
En este apartado se van a representar los resultados de cada ítem obtenidos de los cuestionarios. Para ello se representará una tabla con los resultados dividida en las 5 preguntas, donde las tres primeras son de respuesta "Sí" o "no" y las dos siguientes una sobre que dificultad sería la mayor (Recursos humanos y formación, medios técnicos necesarios o recursos económicos) y la última sobre su utilidad para su empresa (Alta, media o baja). Además se representara en un gráfico de barras con los resultados para ver las proporciones en las respuestas.

Parte 1: Organización

- Champion, Máster Black Belt, Black Belt, Green Belt, ...

- 1) ¿Lo conoce?
 - a) Si
 - b) No
- 2) ¿Lo aplica?
 - a) Si
 - b) No
- 3) ¿Utiliza alguna técnica similar?
 - a) Si ¿Cuál? _____
 - b) No
- 4) ¿Qué tipo de dificultades o barreras ha tenido para su aplicación?(pasadas, actual o futura)
 - a) RRHH preparados, formación
 - b) Medios técnicos necesarios
 - c) Recursos económicos
- 5) Valore su utilidad.
 - a) Alta
 - b) Media
 - c) Baja

	¿Conoce?	¿Aplica?	¿Similar?	¿Dificultad?	¿Utilidad?
Si / Recursos Humanos / Alta	3	0	2	16	5
No /Medios técnicos necesarios / Media	13	16	14	0	7
Recursos económicos / Baja				0	4



*Como técnica similar: Organización Mejora I+D+i 166002 y Organización Mejora continua

Parte 2: Metodología Continua o incremental

- DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve, Control o en español Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar)

6) ¿Lo conoce?

- a) Si
- b) No

7) ¿Lo aplica?

- a) Si
- b) No

8) ¿Utiliza alguna otra técnica como PDCA, Mejora Continua o ISO 9001?

- a) Si ¿Cuál? _____
- b) No

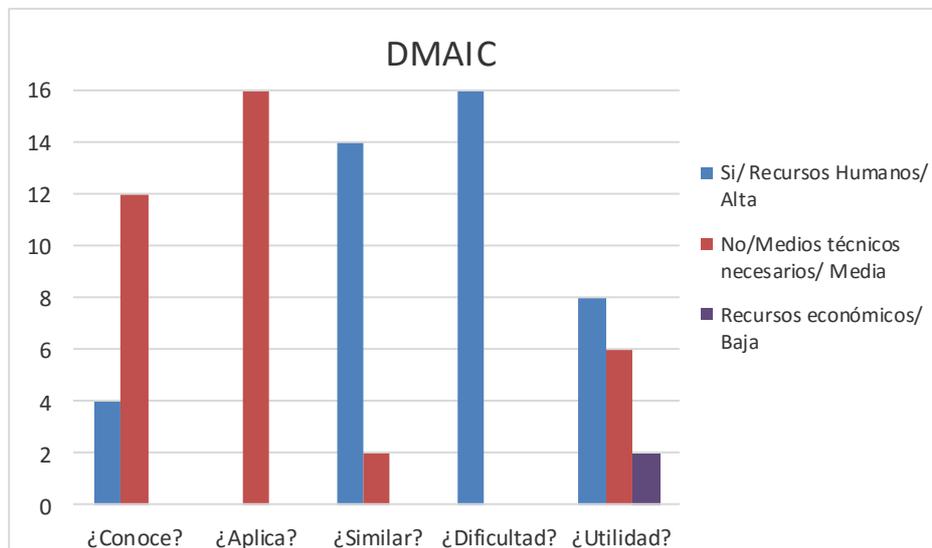
9) ¿Qué tipo de dificultades o barreras ha tenido para su aplicación?(pasadas, actual o futura)

- a) RRHH preparados, formación
- b) Medios técnicos necesarios
- c) Recursos económicos

10) Valore su utilidad.

- a) Alta
- b) Media
- c) Baja

	¿Conoce?	¿Aplica?	¿Similar?	¿Dificultad?	¿Utilidad?
Si / Recursos Humanos / Alta	4	0	14	16	8
No /Medios técnicos necesarios / Media	12	16	2	0	6
Recursos económicos / Baja				0	2



*Como técnica similar: Comité de Mejora ISO9001 para 12 empresas, PDCA y PDCA Comité de Mejora ISO 9001, Comité Innovación UNE 166002

Parte 3: Herramientas del Seis Sigma

- Charter del proyecto

11) ¿Lo conoce?

- a) Si
- b) No

12) ¿Lo aplica?

- a) Si
- b) No

13) ¿Utiliza alguna técnica similar?

- a) Si ¿Cuál? _____
- b) No

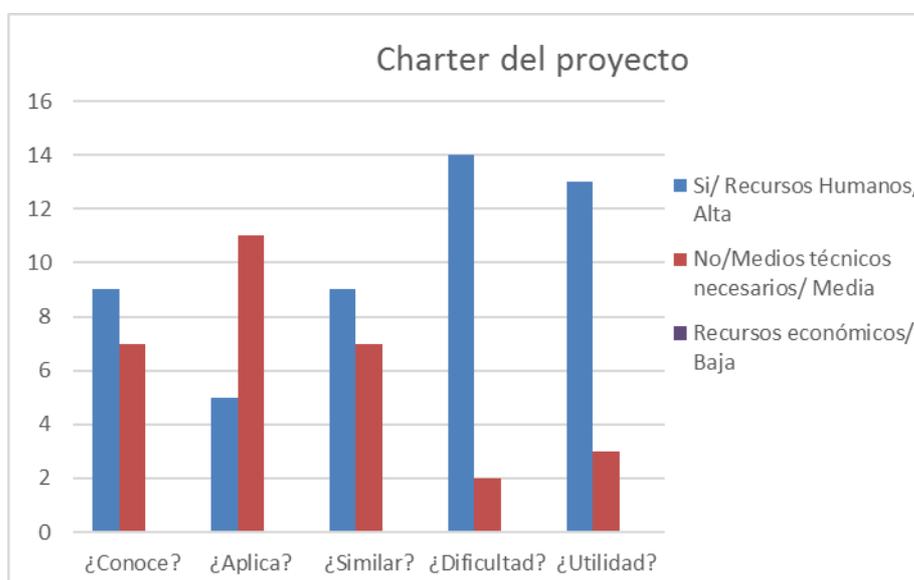
14) ¿Qué tipo de dificultades o barreras ha tenido para su aplicación?(pasadas, actual o futura)

- a) RRHH preparados, formación
- b) Medios técnicos necesarios
- c) Recursos económicos

15) Valore su utilidad.

- a) Alta
- b) Media
- c) Baja

	¿Conoce?	¿Aplica?	¿Similar?	¿Dificultad?	¿Utilidad?
Si / Recursos Humanos / Alta	9	5	9	14	13
No /Medios técnicos necesarios / Media	7	11	7	2	3
Recursos económicos / Baja				0	0



*Como técnica similar: Programaciones de Proyectos en base ISO9001 para 3 empresas, Organizaciones proyectos ISO9001 para 2 empresas, softwares específicos CIPE para 2 empresas y Planes calidad ISO9001 para 2 empresas.

- Diagrama de flujo del proceso

16) ¿Lo conoce?

- a) Si
- b) No

17) ¿Lo aplica?

- a) Si
- b) No

18) ¿Utiliza alguna técnica similar?

- a) Si ¿Cuál? _____
- b) No

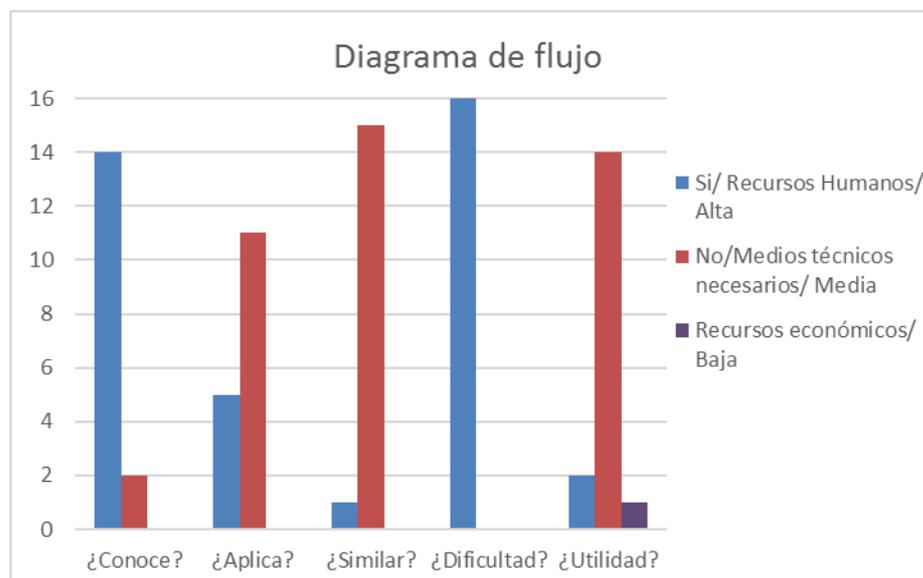
19) ¿Qué tipo de dificultades o barreras ha tenido para su aplicación?(pasadas, actual o futura)

- a) RRHH preparados, formación
- b) Medios técnicos necesarios
- c) Recursos económicos

20) Valore su utilidad.

- a) Alta
- b) Media
- c) Baja

	¿Conoce?	¿Aplica?	¿Similar?	¿Dificultad?	¿Utilidad?
Si / Recursos Humanos / Alta	14	5	1	16	2
No /Medios técnicos necesarios / Media	2	11	15	0	14
Recursos económicos / Baja				0	1



*Como técnica similar: Diagrama de proceso ISO9001

- Diagrama SIPOC

21) ¿Lo conoce?

- a) Si
- b) No

22) ¿Lo aplica?

- a) Si
- b) No

23) ¿Utiliza alguna técnica similar?

- a) Si ¿Cuál? _____
- b) No

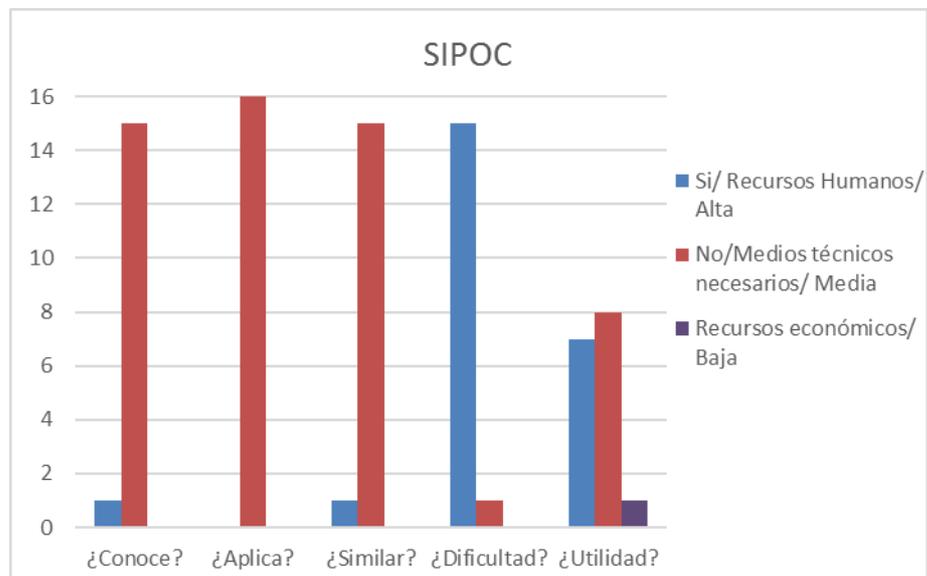
24) ¿Qué tipo de dificultades o barreras ha tenido para su aplicación?(pasadas, actual o futura)

- a) RRHH preparados, formación
- b) Medios técnicos necesarios
- c) Recursos económicos

25) Valore su utilidad.

- a) Alta
- b) Media
- c) Baja

	¿Conoce?	¿Aplica?	¿Similar?	¿Dificultad?	¿Utilidad?
Si / Recursos Humanos / Alta	1	0	1	15	7
No /Medios técnicos necesarios / Media	15	16	15	1	8
Recursos económicos / Baja				0	1



***Como técnica similar:** Diagrama de flujos de proceso normalizados

- Definición de variables críticas

26) ¿Lo conoce?

- a) Si
- b) No

27) ¿Lo aplica?

- a) Si
- b) No

28) ¿Utiliza alguna técnica similar?

- a) Si ¿Cuál? _____
- b) No

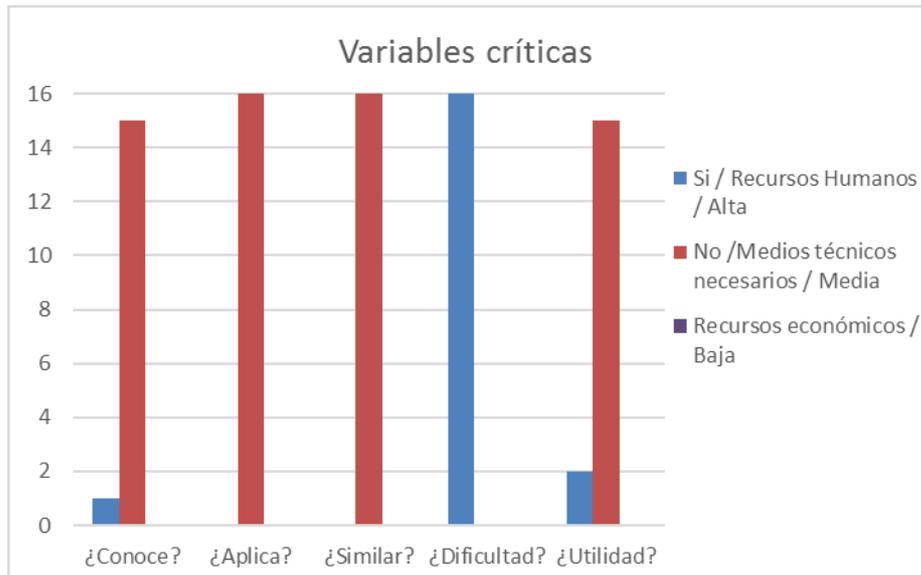
29) ¿Qué tipo de dificultades o barreras ha tenido para su aplicación?(pasadas, actual o futura)

- a) RRHH preparados, formación
- b) Medios técnicos necesarios
- c) Recursos económicos

30) Valore su utilidad.

- a) Alta
- b) Media
- c) Baja

	¿Conoce?	¿Aplica?	¿Similar?	¿Dificultad?	¿Utilidad?
Si / Recursos Humanos / Alta	1	0	0	16	2
No /Medios técnicos necesarios / Media	15	16	16	0	15
Recursos económicos / Baja				0	0



- Voz del cliente

31) ¿Lo conoce?

- a) Si
- b) No

32) ¿Lo aplica?

- a) Si
- b) No

33) ¿Utiliza alguna técnica similar?

- a) Si ¿Cuál? _____
- b) No

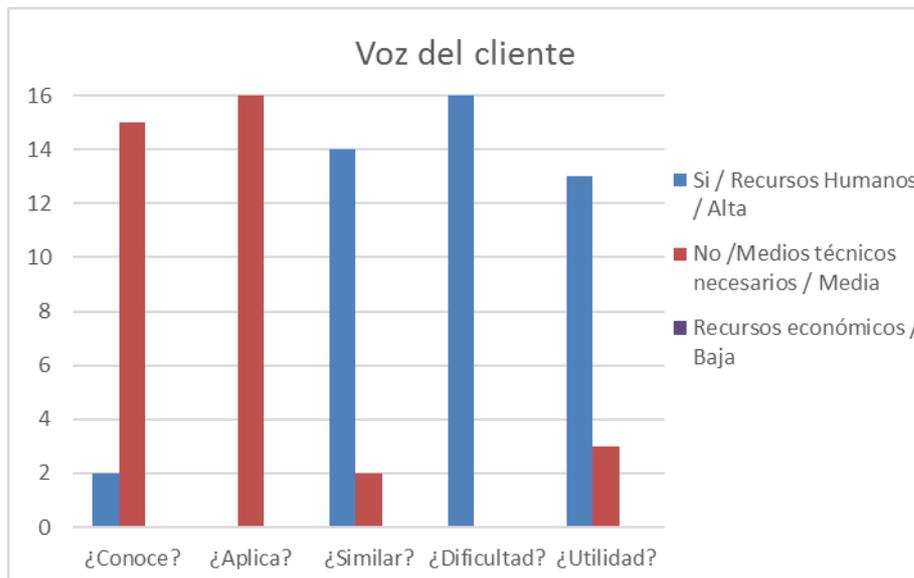
34) ¿Qué tipo de dificultades o barreras ha tenido para su aplicación?(pasadas, actual o futura)

- a) RRHH preparados, formación
- b) Medios técnicos necesarios
- c) Recursos económicos

35) Valore su utilidad.

- a) Alta
- b) Media
- c) Baja

	¿Conoce?	¿Aplica?	¿Similar?	¿Dificultad?	¿Utilidad?
Si / Recursos Humanos / Alta	2	0	14	16	13
No /Medios técnicos necesarios / Media	15	16	2	0	3
Recursos económicos / Baja				0	0



**Como técnica similar: Encuesta de satisfacción ISO9001 para 13 empresas y Interfaces mejora UNE 166002 para 1 empresa.*

- Herramientas de recolección de datos

36) ¿Lo conoce?

- a) Si
- b) No

37) ¿Lo aplica?

- a) Si
- b) No

38) ¿Utiliza alguna técnica similar?

- a) Si ¿Cuál? _____
- b) No

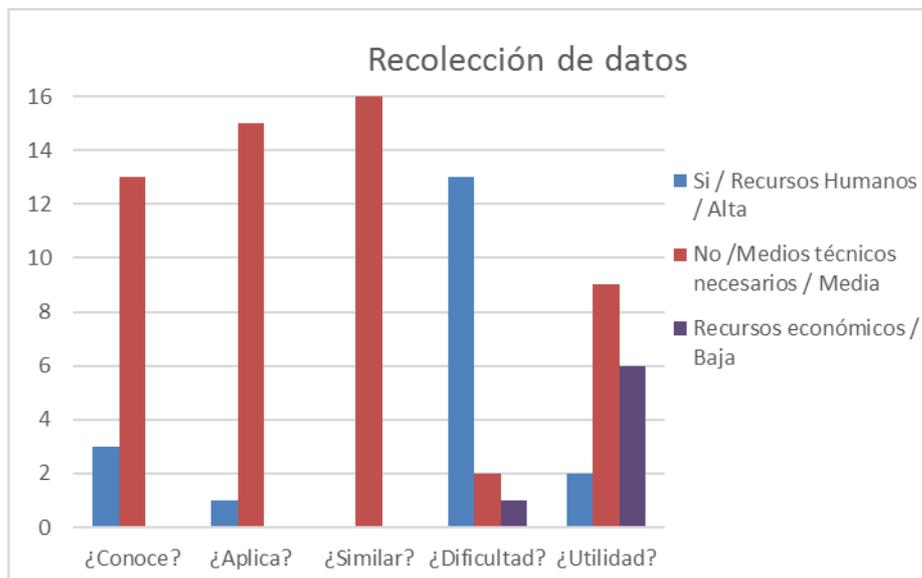
39) ¿Qué tipo de dificultades o barreras ha tenido para su aplicación?(pasadas, actual o futura)

- a) RRHH preparados, formación
- b) Medios técnicos necesarios
- c) Recursos económicos

40) Valore su utilidad.

- a) Alta
- b) Media
- c) Baja

	¿Conoce?	¿Aplica?	¿Similar?	¿Dificultad?	¿Utilidad?
Si / Recursos Humanos / Alta	3	1	0	13	2
No /Medios técnicos necesarios / Media	13	15	16	2	9
Recursos económicos / Baja				1	6



- Benchmarking

41) ¿Lo conoce?

- a) Si
- b) No

42) ¿Lo aplica?

- a) Si
- b) No

43) ¿Utiliza alguna técnica similar?

- a) Si ¿Cuál? _____
- b) No

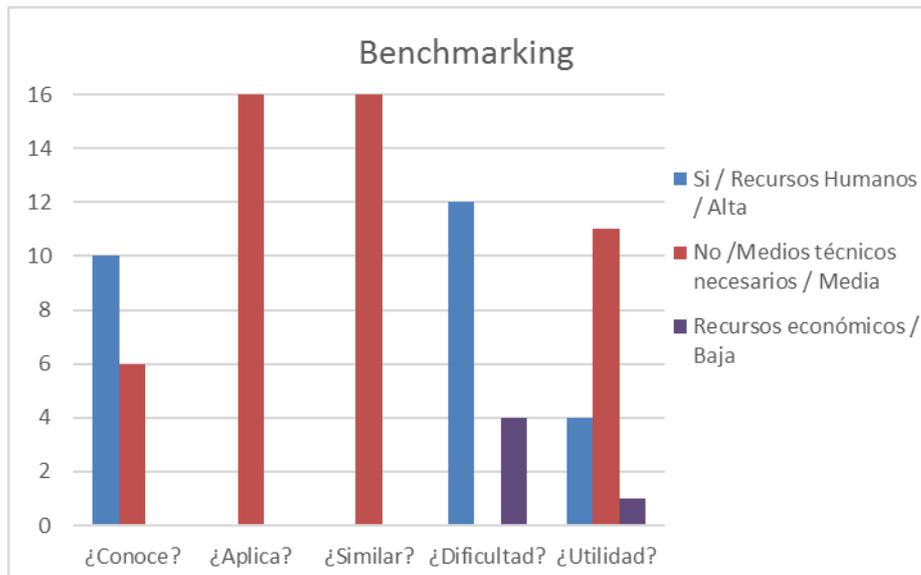
44) ¿Qué tipo de dificultades o barreras ha tenido para su aplicación?(pasadas, actual o futura)

- a) RRHH preparados, formación
- b) Medios técnicos necesarios
- c) Recursos económicos

45) Valore su utilidad.

- a) Alta
- b) Media
- c) Baja

	¿Conoce?	¿Aplica?	¿Similar?	¿Dificultad?	¿Utilidad?
Si / Recursos Humanos / Alta	10	0	0	12	4
No /Medios técnicos necesarios / Media	6	16	16	0	11
Recursos económicos / Baja				4	1



- Cálculo de la variabilidad del proceso

46) ¿Lo conoce?

- a) Si
- b) No

47) ¿Lo aplica?

- a) Si
- b) No

48) ¿Utiliza alguna técnica similar?

- a) Si ¿Cuál? _____
- b) No

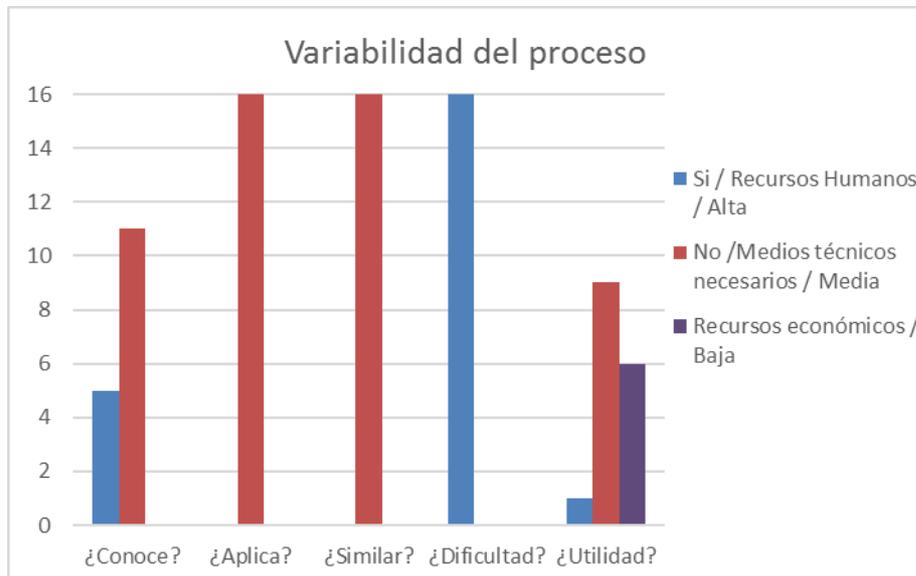
49) ¿Qué tipo de dificultades o barreras ha tenido para su aplicación?(pasadas, actual o futura)

- a) RRHH preparados, formación
- b) Medios técnicos necesarios
- c) Recursos económicos

50) Valore su utilidad.

- a) Alta
- b) Media
- c) Baja

	¿Conoce?	¿Aplica?	¿Similar?	¿Dificultad?	¿Utilidad?
Si / Recursos Humanos / Alta	5	0	0	16	1
No /Medios técnicos necesarios / Media	11	16	16	0	9
Recursos económicos / Baja				0	6



- Histograma

51) ¿Lo conoce?

- a) Si
- b) No

52) ¿Lo aplica?

- a) Si
- b) No

53) ¿Utiliza alguna técnica similar?

- a) Si ¿Cuál? _____
- b) No

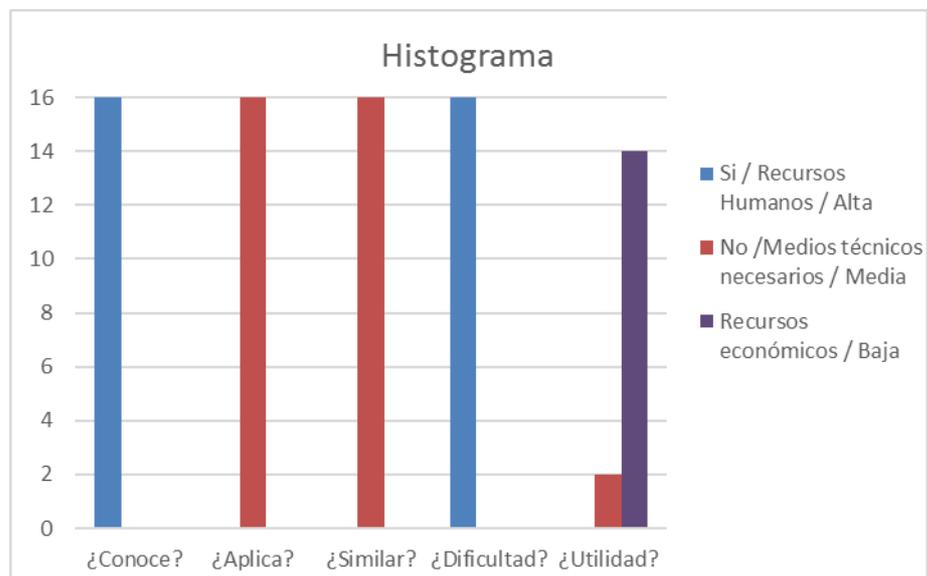
54) ¿Qué tipo de dificultades o barreras ha tenido para su aplicación?(pasadas, actual o futura)

- a) RRHH preparados, formación
- b) Medios técnicos necesarios
- c) Recursos económicos

55) Valore su utilidad.

- a) Alta
- b) Media
- c) Baja

	¿Conoce?	¿Aplica?	¿Similar?	¿Dificultad?	¿Utilidad?
Si / Recursos Humanos / Alta	16	0	0	16	0
No /Medios técnicos necesarios / Media	0	16	16	0	2
Recursos económicos / Baja				0	14



- Diagrama de Pareto

56) ¿Lo conoce?

- a) Si
- b) No

57) ¿Lo aplica?

- a) Si
- b) No

58) ¿Utiliza alguna técnica similar?

- a) Si ¿Cuál? _____
- b) No

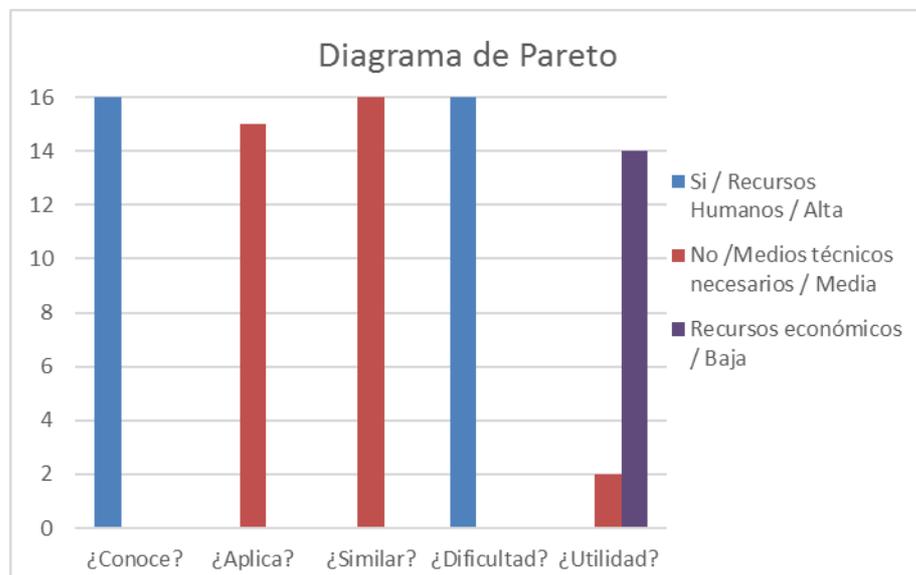
59) ¿Qué tipo de dificultades o barreras ha tenido para su aplicación?(pasadas, actual o futura)

- a) RRHH preparados, formación
- b) Medios técnicos necesarios
- c) Recursos económicos

60) Valore su utilidad.

- a) Alta
- b) Media
- c) Baja

	¿Conoce?	¿Aplica?	¿Similar?	¿Dificultad?	¿Utilidad?
Si / Recursos Humanos / Alta	16	0	0	16	0
No /Medios técnicos necesarios / Media	0	15	16	0	2
Recursos económicos / Baja				0	14



- Diagramas de dispersión

61) ¿Lo conoce?

- a) Si
- b) No

62) ¿Lo aplica?

- a) Si
- b) No

63) ¿Utiliza alguna técnica similar?

- a) Si ¿Cuál? _____
- b) No

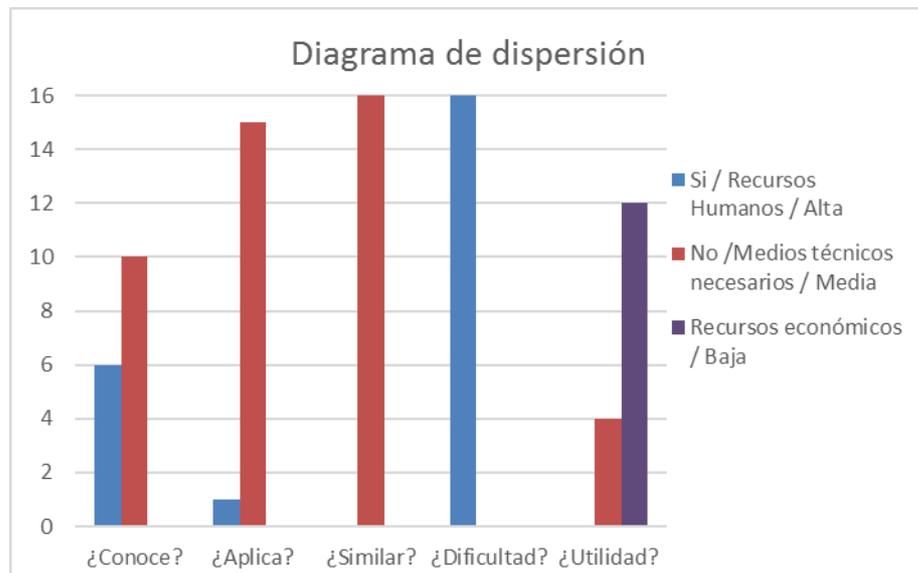
64) ¿Qué tipo de dificultades o barreras ha tenido para su aplicación?(pasadas, actual o futura)

- a) RRHH preparados, formación
- b) Medios técnicos necesarios
- c) Recursos económicos

65) Valore su utilidad.

- a) Alta
- b) Media
- c) Baja

	¿Conoce?	¿Aplica?	¿Similar?	¿Dificultad?	¿Utilidad?
Si / Recursos Humanos / Alta	6	1	0	16	0
No /Medios técnicos necesarios / Media	10	15	16	0	4
Recursos económicos / Baja				0	12



- Regresiones simples y múltiples

66) ¿Lo conoce?

- a) Si
- b) No

67) ¿Lo aplica?

- a) Si
- b) No

68) ¿Utiliza alguna técnica similar?

- a) Si ¿Cuál? _____
- b) No

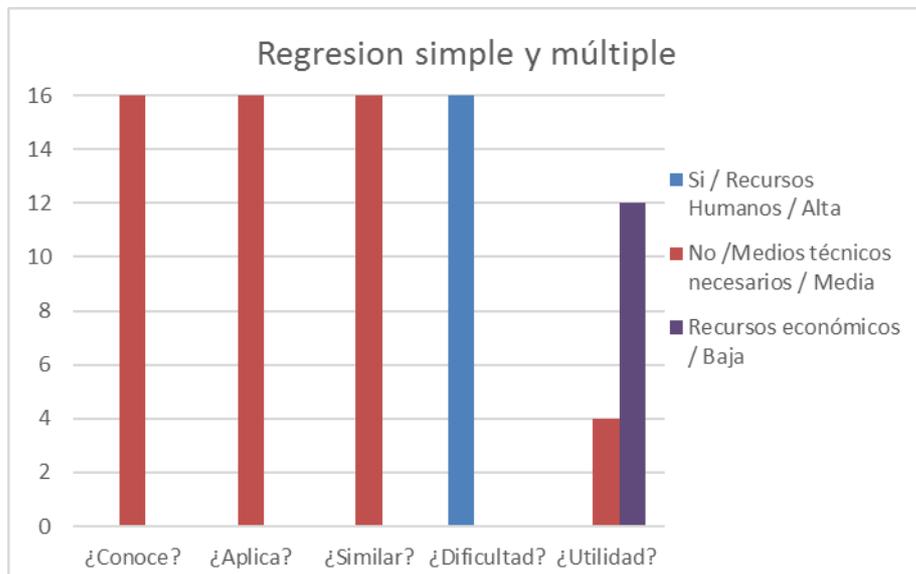
69) ¿Qué tipo de dificultades o barreras ha tenido para su aplicación?(pasadas, actual o futura)

- a) RRHH preparados, formación
- b) Medios técnicos necesarios
- c) Recursos económicos

70) Valore su utilidad.

- a) Alta
- b) Media
- c) Baja

	¿Conoce?	¿Aplica?	¿Similar?	¿Dificultad?	¿Utilidad?
Si / Recursos Humanos / Alta	0	0	0	16	0
No /Medios técnicos necesarios / Media	16	16	16	0	4
Recursos económicos / Baja				0	12



- Diagrama causa-efecto o Ishikawa

71) ¿Lo conoce?

- a) Si
- b) No

72) ¿Lo aplica?

- a) Si
- b) No

73) ¿Utiliza alguna técnica similar?

- a) Si ¿Cuál? _____
- b) No

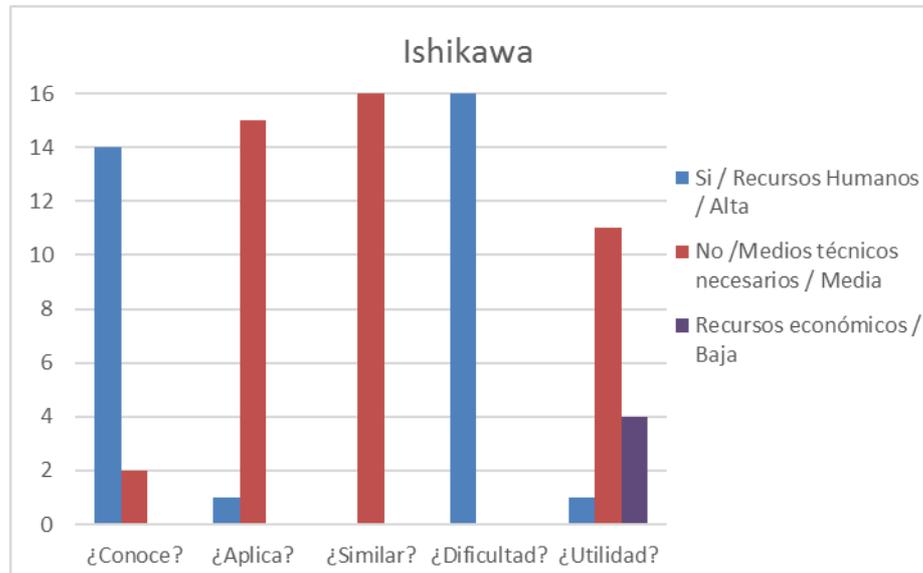
74) ¿Qué tipo de dificultades o barreras ha tenido para su aplicación?(pasadas, actual o futura)

- a) RRHH preparados, formación
- b) Medios técnicos necesarios
- c) Recursos económicos

75) Valore su utilidad.

- a) Alta
- b) Media
- c) Baja

	¿Conoce?	¿Aplica?	¿Similar?	¿Dificultad?	¿Utilidad?
Si / Recursos Humanos / Alta	14	1	0	16	1
No /Medios técnicos necesarios / Media	2	15	16	0	11
Recursos económicos / Baja				0	4



- Gráficos de Tendencia

76) ¿Lo conoce?

- a) Si
- b) No

77) ¿Lo aplica?

- a) Si
- b) No

78) ¿Utiliza alguna técnica similar?

- a) Si ¿Cuál? _____
- b) No

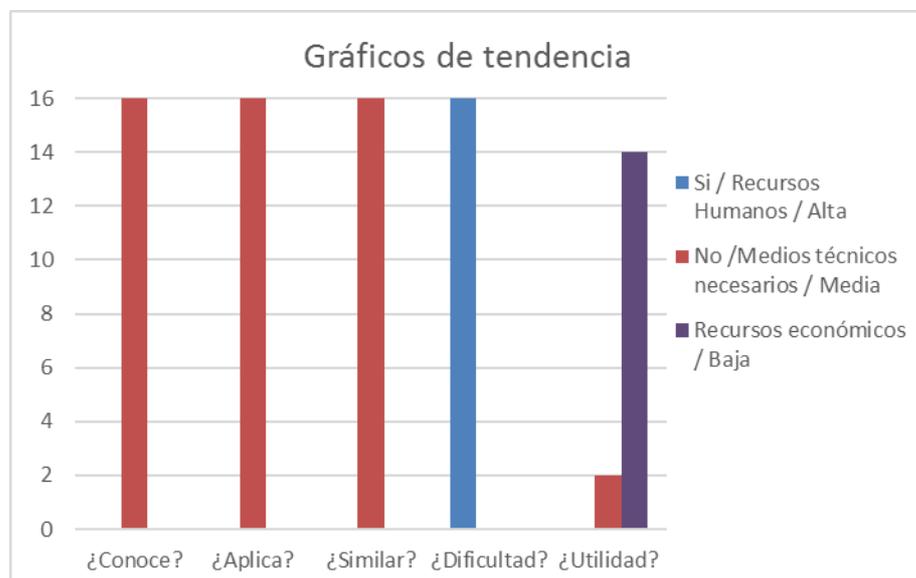
79) ¿Qué tipo de dificultades o barreras ha tenido para su aplicación?(pasadas, actual o futura)

- a) RRHH preparados, formación
- b) Medios técnicos necesarios
- c) Recursos económicos

80) Valore su utilidad.

- a) Alta
- b) Media
- c) Baja

	¿Conoce?	¿Aplica?	¿Similar?	¿Dificultad?	¿Utilidad?
Si / Recursos Humanos / Alta	0	0	0	16	0
No /Medios técnicos necesarios / Media	16	16	16	0	2
Recursos económicos / Baja				0	14



- Intervalos de confianza

81) ¿Lo conoce?

- a) Si
- b) No

82) ¿Lo aplica?

- a) Si
- b) No

83) ¿Utiliza alguna técnica similar?

- a) Si ¿Cuál? _____
- b) No

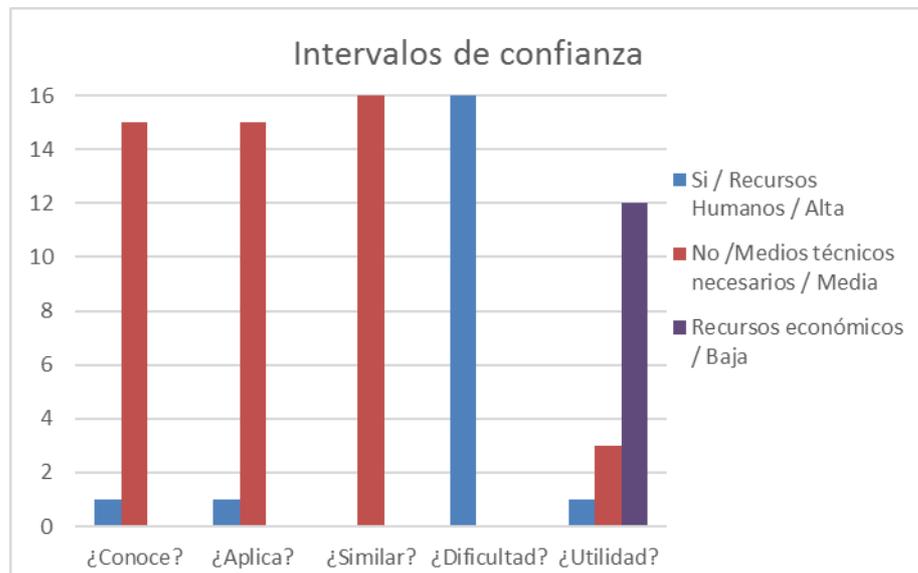
84) ¿Qué tipo de dificultades o barreras ha tenido para su aplicación?(pasadas, actual o futura)

- a) RRHH preparados, formación
- b) Medios técnicos necesarios
- c) Recursos económicos

85) Valore su utilidad.

- a) Alta
- b) Media
- c) Baja

	¿Conoce?	¿Aplica?	¿Similar?	¿Dificultad?	¿Utilidad?
Si / Recursos Humanos / Alta	1	1	0	16	1
No /Medios técnicos necesarios / Media	15	15	16	0	3
Recursos económicos / Baja				0	12



• 5 Porqués

86) ¿Lo conoce?

- a) Si
- b) No

87) ¿Lo aplica?

- a) Si
- b) No

88) ¿Utiliza alguna técnica similar?

- a) Si ¿Cuál? _____
- b) No

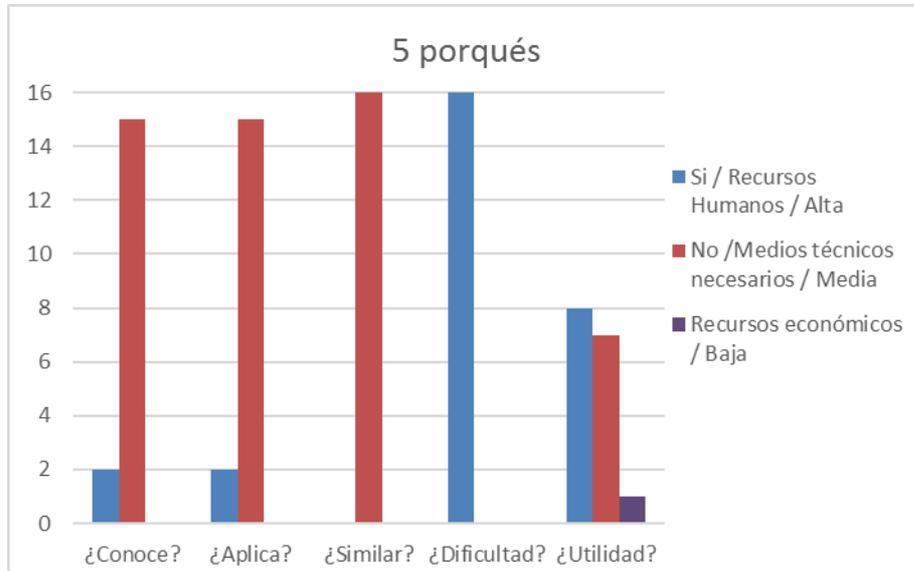
89) ¿Qué tipo de dificultades o barreras ha tenido para su aplicación?(pasadas, actual o futura)

- a) RRHH preparados, formación
- b) Medios técnicos necesarios
- c) Recursos económicos

90) Valore su utilidad.

- a) Alta
- b) Media
- c) Baja

	¿Conoce?	¿Aplica?	¿Similar?	¿Dificultad?	¿Utilidad?
Si / Recursos Humanos / Alta	2	2	0	16	8
No /Medios técnicos necesarios / Media	15	15	16	0	7
Recursos económicos / Baja				0	1



- Lluvia de ideas

91) ¿Lo conoce?

- a) Si
- b) No

92) ¿Lo aplica?

- a) Si
- b) No

93) ¿Utiliza alguna técnica similar?

- a) Si ¿Cuál? _____
- b) No

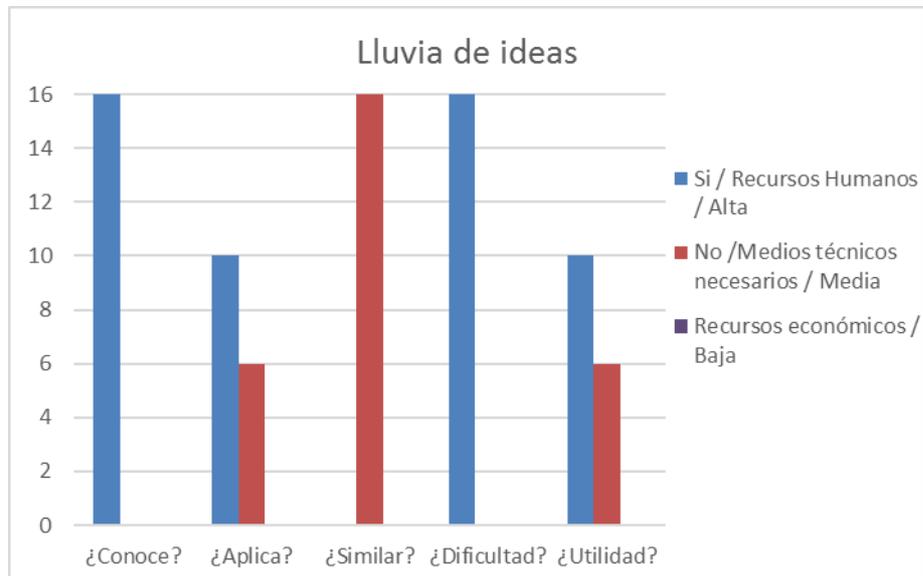
94) ¿Qué tipo de dificultades o barreras ha tenido para su aplicación?(pasadas, actual o futura)

- a) RRHH preparados, formación
- b) Medios técnicos necesarios
- c) Recursos económicos

95) Valore su utilidad.

- a) Alta
- b) Media
- c) Baja

	¿Conoce?	¿Aplica?	¿Similar?	¿Dificultad?	¿Utilidad?
Si / Recursos Humanos / Alta	16	10	0	16	10
No /Medios técnicos necesarios / Media	0	6	16	0	6
Recursos económicos / Baja				0	0



- Diseños a pruebas de errores

96) ¿Lo conoce?

- a) Si
- b) No

97) ¿Lo aplica?

- a) Si
- b) No

98) ¿Utiliza alguna técnica similar?

- a) Si ¿Cuál? _____
- b) No

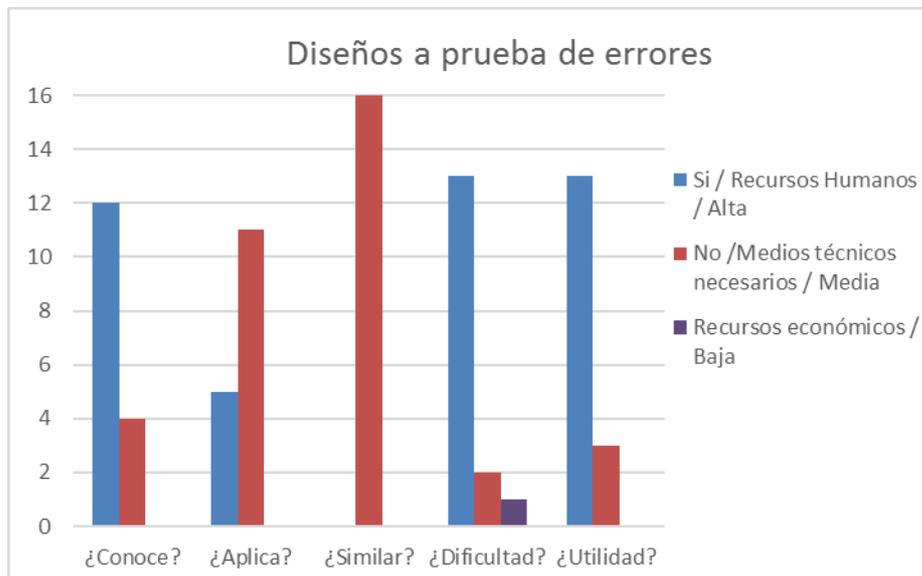
99) ¿Qué tipo de dificultades o barreras ha tenido para su aplicación?(pasadas, actual o futura)

- a) RRHH preparados, formación
- b) Medios técnicos necesarios
- c) Recursos económicos

100) Valore su utilidad.

- a) Alta
- b) Media
- c) Baja

	¿Conoce?	¿Aplica?	¿Similar?	¿Dificultad?	¿Utilidad?
Si / Recursos Humanos / Alta	12	5	0	13	13
No /Medios técnicos necesarios / Media	4	11	16	2	3
Recursos económicos / Baja				1	0



- Diseño de experimentos

101) ¿Lo conoce?

- a) Si
- b) No

102) ¿Lo aplica?

- a) Si
- b) No

103) ¿Utiliza alguna técnica similar?

- a) Si ¿Cuál? _____
- b) No

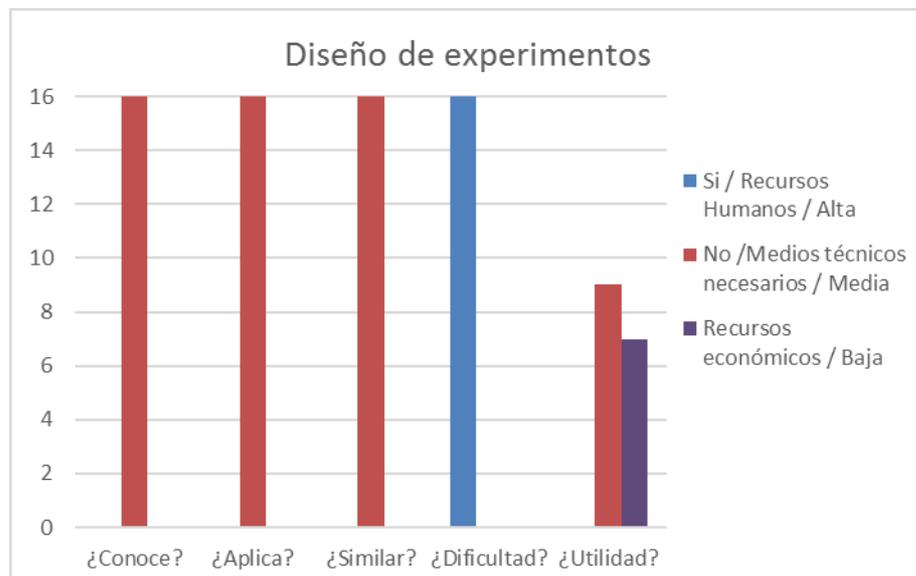
104) ¿Qué tipo de dificultades o barreras ha tenido para su aplicación?(pasadas, actual o futura)

- a) RRHH preparados, formación
- b) Medios técnicos necesarios
- c) Recursos económicos

105) Valore su utilidad.

- a) Alta
- b) Media
- c) Baja

	¿Conoce?	¿Aplica?	¿Similar?	¿Dificultad?	¿Utilidad?
Si / Recursos Humanos / Alta	0	0	0	16	0
No /Medios técnicos necesarios / Media	16	16	16	0	9
Recursos económicos / Baja				0	7



- Matriz de prioridades

106) ¿Lo conoce?

- a) Si
- b) No

107) ¿Lo aplica?

- a) Si
- b) No

108) ¿Utiliza alguna técnica similar?

- a) Si ¿Cuál? _____
- b) No

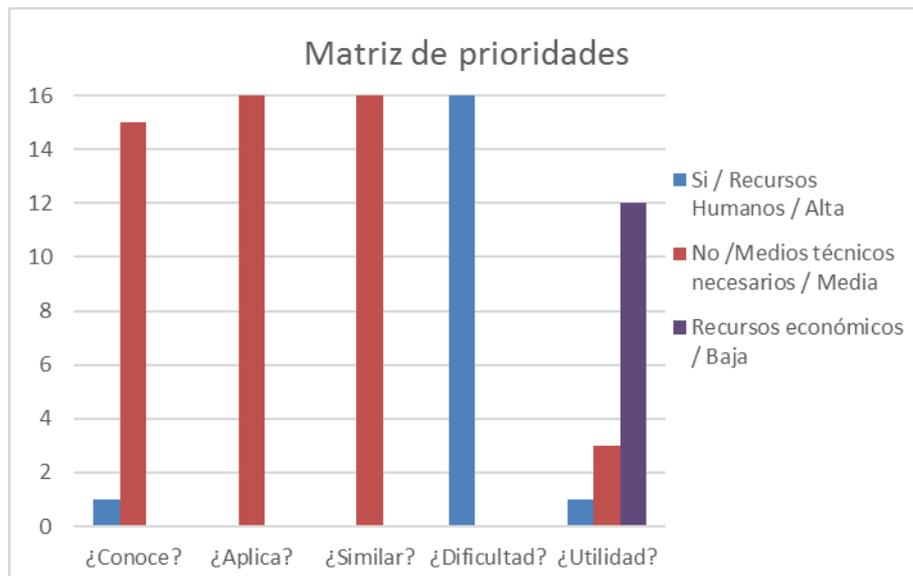
109) ¿Qué tipo de dificultades o barreras ha tenido para su aplicación?(pasadas, actual o futura)

- a) RRHH preparados, formación
- b) Medios técnicos necesarios
- c) Recursos económicos

110) Valore su utilidad.

- a) Alta
- b) Media
- c) Baja

	¿Conoce?	¿Aplica?	¿Similar?	¿Dificultad?	¿Utilidad?
Si / Recursos Humanos / Alta	1	0	0	16	1
No /Medios técnicos necesarios / Media	15	16	16	0	3
Recursos económicos / Baja				0	12



- Cálculo de capacidad de procesos

111) ¿Lo conoce?

- a) Si
- b) No

112) ¿Lo aplica?

- a) Si
- b) No

113) ¿Utiliza alguna técnica similar?

- a) Si ¿Cuál? _____
- b) No

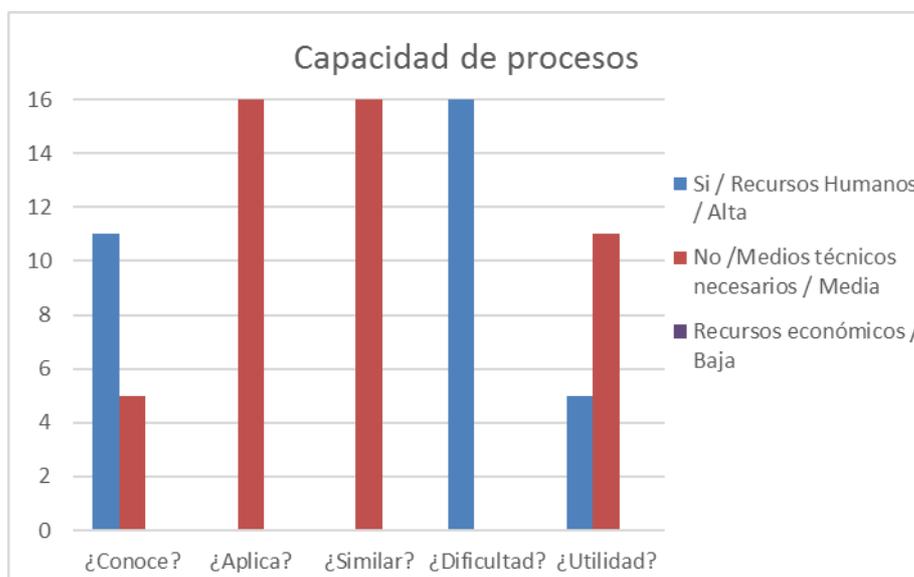
114) ¿Qué tipo de dificultades o barreras ha tenido para su aplicación?(pasadas, actual o futura)

- a) RRHH preparados, formación
- b) Medios técnicos necesarios
- c) Recursos económicos

115) Valore su utilidad.

- a) Alta
- b) Media
- c) Baja

	¿Conoce?	¿Aplica?	¿Similar?	¿Dificultad?	¿Utilidad?
Si / Recursos Humanos / Alta	11	0	0	16	5
No /Medios técnicos necesarios / Media	5	16	16	0	11
Recursos económicos / Baja				0	0



- Control estadístico de procesos (variables y atributos)

116) ¿Lo conoce?

- a) Si
- b) No

117) ¿Lo aplica?

- a) Si
- b) No

118) ¿Utiliza alguna técnica similar?

- a) Si ¿Cuál? _____
- b) No

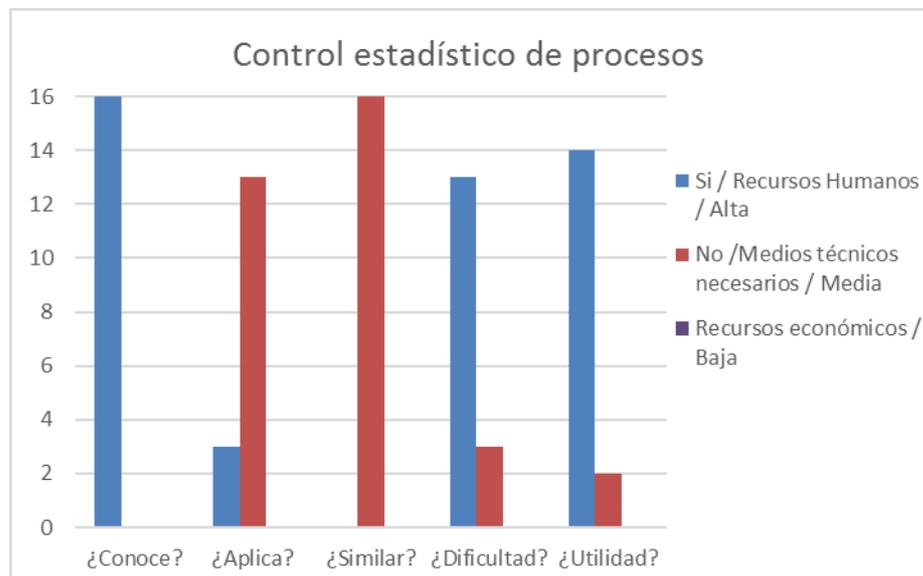
119) ¿Qué tipo de dificultades o barreras ha tenido para su aplicación?(pasadas, actual o futura)

- a) RRHH preparados, formación
- b) Medios técnicos necesarios
- c) Recursos económicos

120) Valore su utilidad.

- a) Alta
- b) Media
- c) Baja

	¿Conoce?	¿Aplica?	¿Similar?	¿Dificultad?	¿Utilidad?
Si / Recursos Humanos / Alta	16	3	0	13	14
No /Medios técnicos necesarios / Media	0	13	16	3	2
Recursos económicos / Baja				0	0



- Inspección por muestreo

121) ¿Lo conoce?

- a) Si
- b) No

122) ¿Lo aplica?

- a) Si
- b) No

123) ¿Utiliza alguna técnica similar?

- a) Si ¿Cuál? _____
- b) No

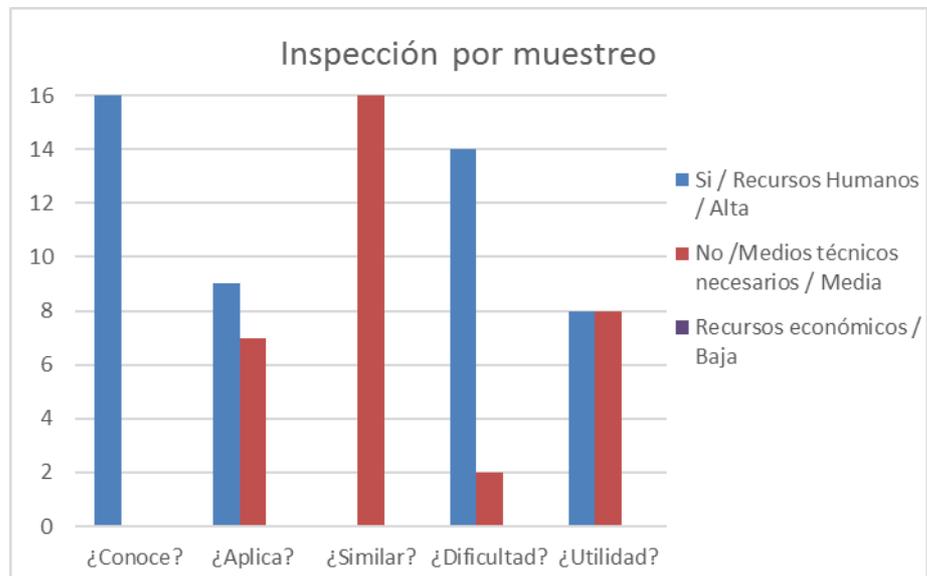
124) ¿Qué tipo de dificultades o barreras ha tenido para su aplicación?(pasadas, actual o futura)

- a) RRHH preparados, formación
- b) Medios técnicos necesarios
- c) Recursos económicos

125) Valore su utilidad.

- a) Alta
- b) Media
- c) Baja

	¿Conoce?	¿Aplica?	¿Similar?	¿Dificultad?	¿Utilidad?
Si / Recursos Humanos / Alta	16	9	0	14	8
No /Medios técnicos necesarios / Media	0	7	16	2	8
Recursos económicos / Baja				0	0



Parte 4: General

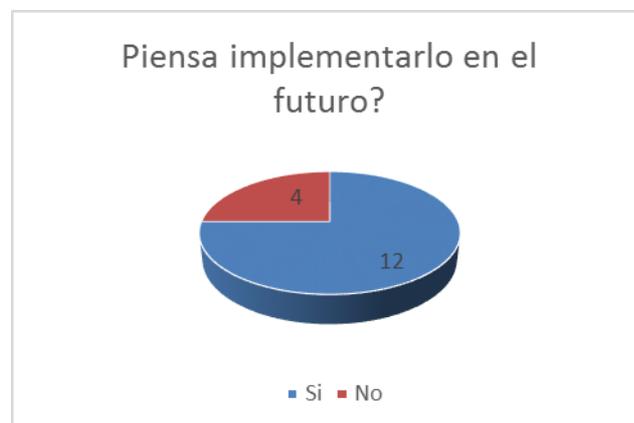
126) ¿Entiende por lo tanto, que Seis Sigma es beneficioso para su empresa?

- a) Poco
- b) Bajo
- c) Mucho



127) ¿Piensa implementarlo en el futuro?

- a) Si
- b) No

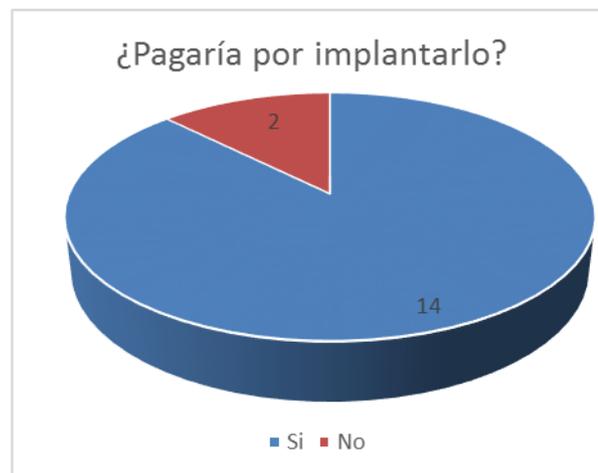


128) De las herramientas explicadas, priorice cuales cree que son las de mayor importancia para su empresa.



129) ¿Estaría dispuesto a pagar a una empresa eterna para realizar la implantación en su empresa?

- a) Si
- b) No

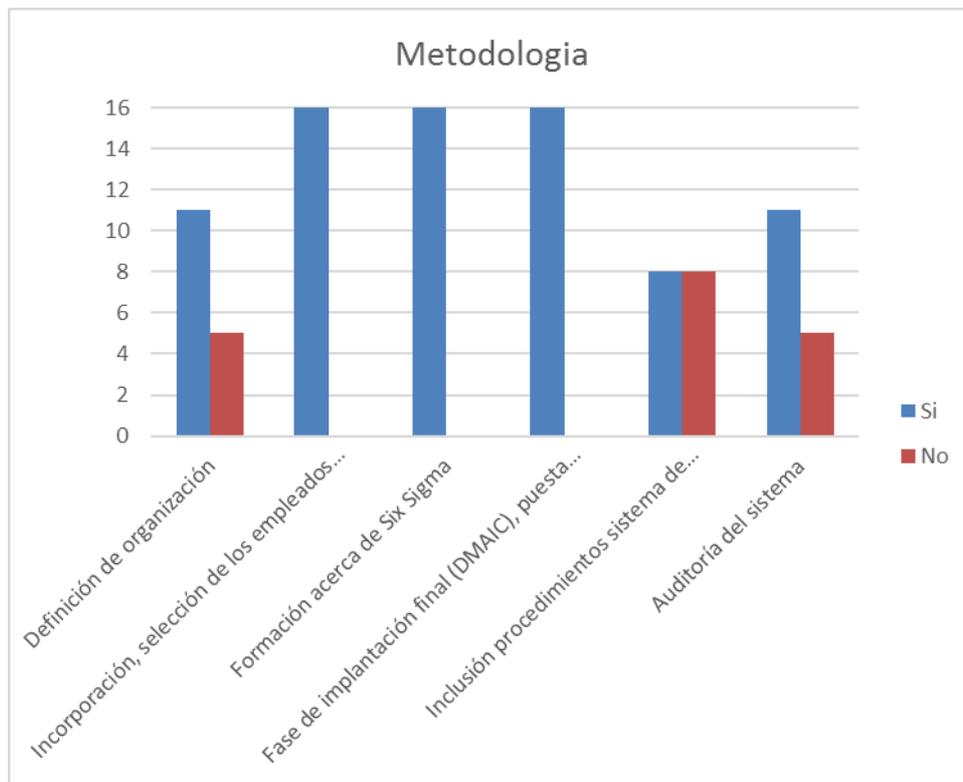


Parte 5: Metodología implantación

130) ¿Cuál de estas fases obviaría/seguiría para la implementación de Seis Sigma en su empresa?

- a) Definición de organización
- b) Incorporación, selección de los empleados y equipo.
- c) Formación acerca de Seis Sigma
- d) Fase de implantación final (DMAIC), puesta en marcha:
- e) Inclusión procedimientos sistema de gestión de la empresa
- f) Auditoría del sistema

	Definición	Incorporación	Formación	Fase implantación final	Inclusión prodedimientos	Auditoría
Si	11	16	16	16	8	11
No	5	0	0	0	8	5



8.4. Conclusiones explotación de datos

En este apartado obtendremos unas conclusiones generales sobre los resultados de cada uno de los apartados que configuran la encuesta que hemos realizado a las Pymes de nuestra zona. Estos apartados son: organización, metodología continua, herramientas, una parte general y la última sobre la metodología de implantación.

En relación a la organización, la mayoría de los responsables de dichas empresas ni conocían la organización por “belts” que utiliza el Seis Sigma. Por lo que, evidentemente, no lo aplican. Aun así, sí que nos comenta alguna empresa que sí que utilizan técnicas similares como la Mejora I+D+i 166002 y Organización Mejora continua, que no son tan “complejas” y, por lo tanto, no requieren de tantos recursos para mantenerlas. Aunque, la mayoría no tiene un plan definido. Muchas veces esto es debido a que no existe un alto número de empleados para establecer tal jerarquía y como se aprecia en las encuestas, por la dificultad que supone respecto a los recursos humanos ya que sería necesario un alto nivel de formación que normalmente una Pyme no podría asumir. Es por ello que no existe uniformidad tampoco al plantearse la utilidad de la implantación de los cinturones. Esto dependerá del tipo de empresa y del tipo de producto generado pero por norma general sería hacer un sobre esfuerzo en algo que no haría mejor ni más rentable la empresa.

En cuanto a la mejora continua o incremental propuesta por Seis Sigma (DMAIC), los resultados son casi igual de desalentadores. Al igual que el caso anterior son muy pocas empresas las que conocen esta metodología y por supuesto ninguno la aplica. Estas empresas proponen otras metodologías como Comité de Mejora ISO9001, PDCA y Comité Innovación UNE 166002 todas basados en la ISO9001 que parece el techo o guía para estas empresas aunque con los tiempos que corren a mi parecer se van quedando obsoletas en un mercado que pide más en menor tiempo con menos costes y con un servicio que satisfaga al cliente en todos sus aspectos. Como ya se ha hablado en un anterior apartado el sistema PDCA parece resultar mucho más útil para las PYMES ya es más simple y probablemente más dinámico para

mejorar procesos que se repiten dentro de estas empresas (Plan, Do, Check y Act). Alguna empresa como hemos dicho sí que lo utiliza pero aún son pocas y no lo aplican a todos los aspectos que deberían dentro de la empresa. Otra vez en este caso para estas empresas la mayor dificultad son los recursos humanos y la formación pues para llevar a cabo estos procedimientos se necesita personal que se dedique a ello y cada vez estas empresas se ven obligadas a reducir costes y personal por lo que generalmente les imposibilita hacer estas metodologías. Sobre la utilidad de lo que se les plantea, una gran parte admite que tiene un gran valor pero aun así algunas de las empresas no tienen claro su funcionamiento o simplemente rechazan esta mejora continua pues asumen que les supondría un sobrecoste.

Por todos es sabido y ya se ha comentado en este trabajo que Seis Sigma es una filosofía o una metodología fuertemente basada en las herramientas estadísticas que ayudaran a cualquier empresa a esclarecer lo que está haciendo y sobretodo donde podría mejorar. No cabe duda que para una empresa grande o pequeña es importantísimo conocer los resultados y saber al momento como produce, que recursos consume, con qué velocidad lo hace y conocer realmente que está haciendo, Las herramientas que se han mostrado en este proyecto y que se enseñan a las empresas encuestadas van dirigidas en ese camino, tener el control de una empresa. Los resultados han sido casi siempre peores que el esperado respecto a la mayoría de las herramientas, aun así se puede hacer una pequeña clasificación de estas herramientas para las empresas encuestadas;

1. Primer grupo de herramientas: Se trata de las herramientas que si tienen buena aceptación para estas empresas ya que sí que las conocen. Algunas de estas empresas utilizan estas herramientas o algunas similares pero también nos comentan que la mayor dificultad que les supone normalmente es respecto a los recursos humanos y formación dentro de su empresa y por supuesto le dan un gran índice de utilidad. Estas herramientas son; Chárter del proyecto, Diagrama de Flujo, Lluvia de ideas, Inspección por muestreo y la voz del cliente.

2. Segundo grupo de herramientas: Hablamos de herramientas que tienen una buena aceptación por algunas empresas aunque no llegan a utilizarlas generalmente. Pocas empresas llegan a utilizarlas aunque alguna sí que utiliza alguna similar. También ven la mayor dificultad en los recursos humanos y formación y por norma general opinan que tiene una utilidad buena. Estas herramientas son; Benchmarking, Histograma, diagrama de Pareto, Ishikawa, los 5 Porqués, diseños a prueba de errores y el control estadístico de procesos.
3. Por último, el tercer grupo de herramientas. Se trata de herramientas que generalmente ni conocen ni utilizan y les supone mayores dificultades que las anteriores ya sea por los recursos humanos o por recursos económicos. La mayoría de herramientas ni las conocen, ni las aplican, ni utilizan alguna similar y por lo tanto les aplican una utilidad normalmente media-baja ya que las desconocen. Estas herramientas son; Diagrama SIPOC, Variables críticas, recolección de datos, calculo variabilidad del proceso, diagramas de dispersión, regresiones simples y múltiples, gráficos de tendencia, intervalos de confianza, diseños de experimentos, matriz de prioridades y capacidad de procesos.

Aun habiendo 3 grupos es necesario destacar que generalmente estas empresas no están nada preparadas para asumir herramientas del Seis Sigma ya que las herramientas que tienen mejor aceptación son de tipo más general respecto a la empresa. Mientras que en mi opinión las que nos pueden revelar datos de mayor importancia y nos ayudarían a mejorar en los procesos más repetitivos de la empresa son por norma general la que conforman el segundo y sobretodo el tercer grupo.

Sobre las preguntas de las encuestas más generales se siente una alta aceptación por parte de la empresa de lo que podría resultar si conseguirán implantar Seis Sigma en sus empresas pues esta metodología está más que demostrada y daría un vuelco grande hacia delante para estas empresas. Por eso, la gran mayoría de las empresas valoran positivamente si sería beneficioso para ellos al igual que les gustaría llegar a implantarlo en un futuro e incluso pagar a una empresa externa para ello. Por otra parte las herramientas más valoradas no son las que más o

menos ya utilizan sino que les atraen las nuevas ideas como vemos en el ranking de herramientas y buscan en estas nuevas formas de subir un peldaño más como empresa.

Por último solo queda comentar los resultados obtenidos respecto a las fases de implementación que seguirían o no. Aquí podemos distinguir dos grupos claros; el primero respecto a la selección de empleados, la formación y la puesta en marcha de un modelo DMAIC o similar, estas tres fases tienen el 100% de valoración para las empresas. En la otra mano tenemos el segundo grupo compuesto por la definición de la organización, inclusión procedimientos sistema de gestión de la empresa y auditoría del sistema donde en este caso tienen por normal general una aceptación media pues para ellos tienen una importancia secundaria o simplemente son aspectos de la empresa más rígidos como la definición de la organización al ser una empresa más pequeña y justa de personal.

9. Un paso más Lean Seis Sigma

Seis Sigma y Manufactura Esbelta son enfoques de mejora de la calidad y productividad que han sido implementados con gran éxito en grandes empresas a nivel mundial, en el ámbito de la manufactura y los servicios. Pero en la actualidad investigadores y expertos en el tema han encontrado hallazgos que evidencian dificultades en la implementación de este tipo de enfoques en pequeñas y medianas empresas. Por esta razón, se propone una metodología para la implementation con un enfoque integrado, comúnmente llamado Lean Seis Sigma (LSS), el que se adapta a las necesidades y características de las Pymes. La metodología está compuesta de cuatro fases: donde la primera establece los factores claves en los cuales las Pymes deben prepararse para implementar LSS; en segundo lugar se plantea la identificación de focos de mejora y definición de un portafolio de proyectos; en tercer lugar, la ejecución de los proyectos priorizados; y por último, la evaluación de los resultados obtenidos.

ENFOQUE METODOLÓGICO PROPUESTO

Para estructurar la metodología que se propone, primero se realizó una revisión de los factores críticos para implementar LSS en PYMES y también se identificaron estrategias y herramientas para abordarlos.

Habiendo identificado todos estos elementos, se estructura la metodología por fases con sus actividades y herramientas. El enfoque metodológico está compuesto de cuatro fases, que en su orden son: Preparación, Identificación, Ejecución y Evaluación, todo esto soportado en una cultura de mejora Kaizen, un liderazgo enfocado en la mejora continua, cuya retroalimentación y dinamismo está impulsado por la visión, misión, los cambios en el entorno (competencia del mercado, marco regulatorio, necesidades de los clientes, entre otros factores) y la estrategia de la organización.

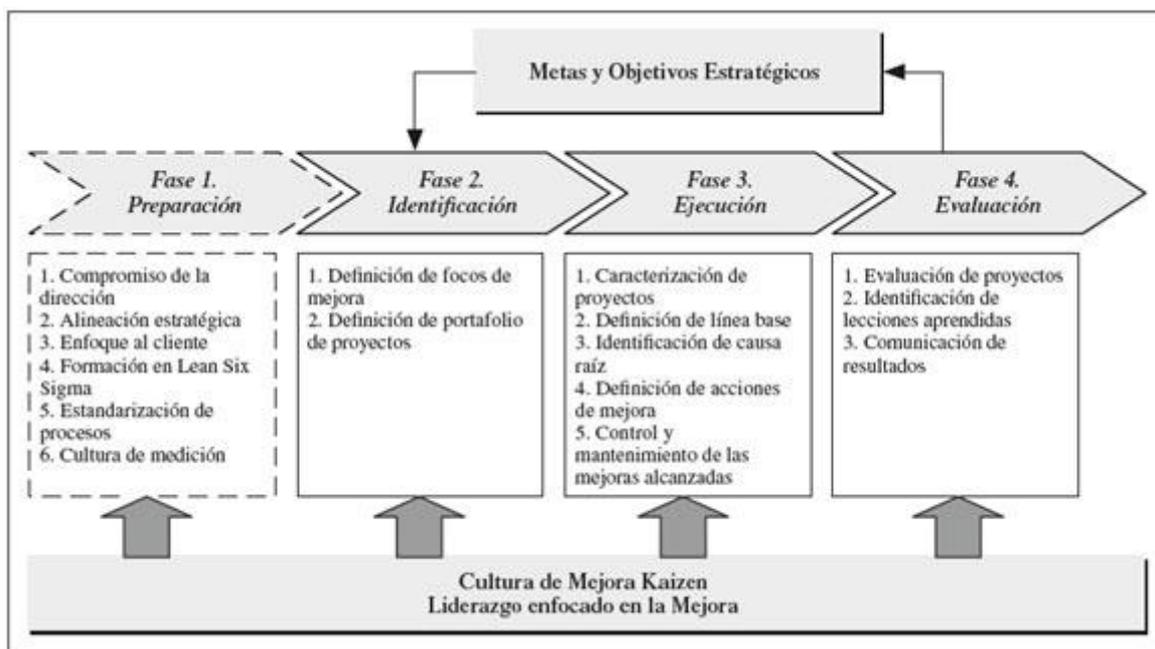


Figura 23. Metodología para implementar Lean Seis Sigma en PYMES.

METAS Y OBJETIVOS ESTRATÉGICOS

Las metas y objetivos estratégicos marcan el norte en la implementación de LSS, ya que por medio de estos las empresas definen iniciativas de mejora y fortalecimiento para sus procesos, productos y servicios.

Es importante que la empresa tenga claro cuáles son los indicadores de desempeño que marcan la evolución, el cumplimiento de las metas y objetivos, porque esto permite identificar y valorar el aporte de LSS a la organización.

ELEMENTOS DE APOYO

Los elementos de apoyo en el marco metodológico son el motor para el despliegue de LSS en la organización, se puede decir que son elementos de la cultura organizacional que garantizan el avance y la continuidad; para que esto no se convierta en un proceso intermitente con esfuerzos aislados, cuya responsabilidad recae solo en el líder de despliegue. Estos elementos se describen a continuación

Cultura de Mejora Continua Kaizen

La resistencia al cambio es uno de los grandes retos que enfrentan las organizaciones cuando se llevan a cabo proyectos LSS. Por esta razón, es necesario lograr que las personas incluyan dentro de su rutina diaria el componente de mejora continua Kaizen, que busca introducir cambios pequeños y graduales de forma constante, más que en grandes cambios proyectados en largos periodos.

Liderazgo Enfocado en la Mejora

Los cambios en la organización requieren una gestión constante y efectiva, ya que las personas necesitan ser motivadas para introducir mejoras en los procesos y conseguir resultados, pero esta responsabilidad es mayormente de la alta dirección, debido a que son los encargados de liderar e impulsar los cambios desde la planeación hasta la ejecución.

10. Conclusiones

Durante todo el trabajo se ha hecho una profunda revisión de la metodología y filosofía de trabajo de Seis Sigma. Se han explicado los pasos para la implementación en una empresa de cualquier sector. Conociendo Seis Sigma es fácil entender que no solo se trata de un modo de trabajo o de unas herramientas estadísticas en las que basar el estudio sobre los procesos de una empresa. Seis Sigma es mucho más, se trata de una filosofía de trabajo y empresa, un cambio en la mentalidad de todas y cada una de las personas que forman una organización para seguir creciendo y hacerlo en la dirección correcta.

El mercado actual es cambiante y dinámico, todos los días aparecen nuevas formas de hacer las cosas y existe una investigación continua, por lo que para las empresas es muy difícil mantenerse con tanta competitividad. Se ha demostrado que Seis Sigma funciona, algunos de los puntos más importantes de esta forma de pensar son la satisfacción del cliente, importantísima para tener éxito y acaparar clientes con tanta competencia. Además en proyectos como este se aborda fuertemente el tema de la Variabilidad importantísima para asegurar el buen funcionamiento de la empresa y sobretodo ser eficiente con los recursos que se consumen, con ello se rebajan costes y aumentan beneficios. Pero sí algo es destacable de Seis Sigma es el valor humano que conlleva, la unión de todo un equipo o personal, empezando desde el primer directivo hasta el último implicado en la empresa para conseguir los mismos objetivos.

Hoy en día, con la crisis económica en la que vivimos es necesario que las Pymes se adapten a las nuevas tecnologías, cambien su forma de trabajo y su forma de pensar. Las pequeñas empresas siempre son las más perjudicadas en estos momentos de dificultad y se da muchas veces el caso de renovarse o morir.

En este trabajo, después de profundizar en Seis Sigma y proponer una pequeña adaptación para las Pymes del "DMAIC" hacia el "PDCA" se ha realizado un estudio sobre algunas Pymes notablemente fuertes en el mercado. Los resultados estadísticos mostrados anteriormente muestran que aún no siendo empresas tan pequeñas resultaría prácticamente imposible intentar la implantación de un sistema Seis Sigma en ellas. Esto se debe primordialmente a

un amplio desconocimiento de la gran mayoría de las técnicas y herramientas necesarias para lograr la implementación.

Estas empresas no són capaces de implantar algo que no conocen por lo que antes de meterse de lleno en cualquier proceso de implementación deberían ejercer una mejora continua.

En mi opinión, la formación es la base de todo proceso de mejora. Sin conocer lo que se pretende es imposible llegar a buen fin. Las Pymes deberían formarse para, dependiendo del tipo de empresa que se trate, del tamaño de producción que tenga y las características de su producto, ser capaces de darle una dirección a lo que pretender conseguir. Deben recoger de una metodología como Seis Sigma todas las herramientas y técnicas que les convengan dejando de lado las que no le interesen y adaptarse lo máximo rápido posible para aumentar la satisfacción del cliente, bajar la variabilidad, ser más eficiente y en definitiva más competitivo.

La metodología PDCA se adapta mejor a las Pymes ya que ayudaría a optimizar esfuerzos y recursos en mejoras que realmente interesen dejando por otra parte mejoras que no añadan valor a nuestra empresa. Por otra parte, el organigrama que asume Seis Sigma basado en los “belts” o cinturones no es práctico para empresas más pequeñas pues no se dispone de tantos recursos y se asumirían costes que llevarían a la empresa a la bancarrota. Por ello, sería mejor formar al menos un alto cargo en las herramientas de Seis Sigma y que este forme a los trabajadores de su alrededor sin olvidar que lo más importante es un cambio en la mentalidad de la corporación.

Con todo esto, resulta muy difícil o prácticamente imposible desarrollar una metodología de implementación del Seis Sigma para Pymes ya que estas empresas no están preparadas para asumir estos cambios. Además, como ya se ha comentado, se trata de empresas muy heterogéneas que necesitarían un modelo prácticamente único para cada una de ellas dependiendo de las características que se han explicado anteriormente. Aunque es seguro que llevando una empresa hacia el Seis Sigma compensará con creces todos los recursos que se consuman siempre que se consiga la implicación de todo el grupo.

Hablando de futuras líneas de investigación, se ha comentado casi al final del proyecto que existe relación entre Seis Sigma y otras filosofías de trabajo como el Lean Manufacturing. De estas fusiones se pueden dar metodologías que hagan más fácil la implementación en Pymes ayudando a hacer las cosas más fáciles y a elegir el camino correcto. Así como la formación de “Black belts” capaces de formar a una empresa pequeña en técnicas y herramientas del Seis Sigma.

11. Bibliografía

Pande, P., Neuman, R., & Cavanagh, R. (2004). *Las claves del Seis Sigma*. Madrid: McGrawHill/Interamericana.

Jay, A. (2003). *Six Sigma Simplificado*. México: Panorama.

Linderman, K., Shroeder, R., Zaheer, S., & Choo, A. (2003). Six Sigma: A Goal-theoretic Perspective. *Journal of Op ns Management* 21 (2), 193-293.

Pande, P., Neuman, R., & Cavanagh, R. (2004). *Las claves del Seis Sigma*. Madrid: McGrawHill/Interamericana.

ValderreySanz,P.(2010).*SeisSigma*. Paracuellos Jarama, Madrid: StarBook Editorial.

Welch, J. (16 de Marzo de 2001). *An Interview with Jack Welch*. (C. Rose, Entrevistador)

Alderete, P., Colombo, P., Di Estefano, A., & Wade, V. (2003). Six Sigma. O de como las pinzas y martillos se tornan tecnología de punta. *XXVI Congreso de Profesores Universitarios de Costos*. BuenosAires.

Perez Marqués, M. (2010). *Metodología Seis Sigma a través de Excel*. San FernandodeHenares, Madrid: RCLibros.

Tutesigensi, A., & Pleim, V. (2008). *Why small and medium construction enterprises do not employ six sigma*. *24th Annual ARCOM Conference* (pp.

267- 276). Cardiff, UK. Association of Researchers in Construction Management.

Arias Montoya, L., Portilla, L. M., & Castaño Benjumea, J. C. (2008). *Aplicación de Six Sigma en las Organizaciones. Scientia et Technica. Año XIV, No 38*, 265- 270.

Chowdury, B. (2005). *El Poder Six Sigma*. Madrid: Pearson Educación.

Delsanter, J. (1992). Six Sigma. *Managing Service Quality, Vol. 2 No. 4* , 203-206.

DMAIC Tools. (2012). *DMAIC Tools. Six Sigma Training Resources*. www.dmaictools.com

European Foundation Quality Management. (2011). *Ocho Fundamentos de la Excelencia*. www.efqm.org

Kumar, S., & Bauer, K. F. (2010). Exploring the Use of Lean Thinking and Six Sigma in Public Housing Authorities. *Quality Management Journal. Vol 17, No 1* , 29-46.

Matemáticas y Poesía. (2012). *Control Estadístico de Procesos*. www.matematicasy poesia.com

Smith, B. (1993). Six Sigma design. *IEEE Spectrum, Vol. 30 No 9*, 43-47.

Wikipedia. www.wikipedia.com

Instituto para la calidad Perú (2012), Six Sigma: principales metodologías

<http://calidad.pucp.edu.pe/>

Heriberto Felizzola Jiménez, Carmenza Luna Amaya. (2014) *Lean Six Sigma en pequeñas y medianas empresas: un enfoque metodológico*

<http://www.scielo.cl/>

PEDRO LARA V. *Los Principios y Herramientas de Seis Sigma*
(2014) www.pedrolarav.com

Blog de EEN.edu > Calidad > *El Ciclo de Deming y cómo aplicarlo en una pyme*
<http://www.een.edu>

Carlos Almudéver Marí (2011). *Implementación de la filosofía Seis Sigma en la construcción.*

PDCA Home. *Seis Sigma* (2014)
<http://www.pdcahome.com/seis-sigma/>

CRUZ M. DE BENITO VALENCIA (2013), *La mejora continua en la gestión de calidad Seis sigma, el camino para la excelencia*

Mark O. George (2010). *La guía de Seis Sigma para hacer más con menos.*

Annabel Moreano, Ing. Patricio Cáceres. *Diseño para la Implementación de la Metodología Seis Sigma en una Línea de Producción de Queso Fresco* (2010)

Edgar Alejandro Barbosa Saucedo, Santos Gracia Villar, Luis Alonso Dzul López. *Propuesta de metodología Lean Seis Sigma en empresas Pymes: un enfoque participativo con la academia* (2013)

PAULA XIMENA PEÑA BURGOS. *Diseño de un plan de implementación de metodología Seis Sigma en la Industria manufacturera* (2010)

Yepes, V., & Pellicer, E. (2005). *Aplicación de la metodología Seis Sigma en la mejora de resultados de los proyectos de construcción.* Actas IX Congreso Internacional de Ingeniería de Proyectos. Málaga.

