

*El camino
a la excelencia
operacional*

Proyectos **Seis Sigma**

José Luis
Argüelles Ojeda

Coordinación Académica
Región Altiplano
Universidad Autónoma
de San Luis Potosí

EDITORIAL REVERTÉ

Proyectos Seis Sigma

el camino a la excelencia operacional

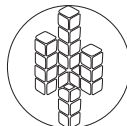
Proyectos Seis Sigma

el camino a la excelencia operacional

José Luis Argüelles Ojeda



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA
DE SAN LUIS POTOSÍ**



**COORDINACIÓN
ACADÉMICA
REGION ALTIPLANO**



**EDITORIAL
REVERTÉ**

Título de la obra original

Proyectos Seis Sigma. El camino a la excelencia operacional

D.R. © José Luis Argüelles Ojeda

luis.arguelles@uaslp.mx

Miguel Ángel Monlui Martínez

miguel.monlui@uaslp.mx

D.R. © Reverté Ediciones S.A. de C.V.

Río Pánuco 141, Col. Cuauhtémoc,

Del. Cuauhtémoc, C.P. 06500 México D.F.

D.R. © Universidad Autónoma de San Luis Potosí

Álvaro Obregón 64, Col. Centro,

C.P. 78000, San Luis Potosí, SLP.

Primera edición 2012

Edición en papel:

© Editorial Reverté, S. A., 2012

ISBN México: 978-607-7815-06-8

ISBN España: 978-84-291-2699-0

Edición ebook (PDF):

© Editorial Reverté, S. A., 2021

ISBN 978-84-291-9325-1

Diseño de cubierta: David Kimura + Gabriela Varela

Diseño y formación de interiores: Víctor M. Montalvo

Corrección de estilo: Aradaí Pardo Martínez

Reservados todos los derechos. No se permite la reproducción, total o parcial, de este libro ni el almacenamiento en un sistema informático, ni la transmisión de cualquier forma o cualquier medio, electrónico, mecánico, fotocopia, registro u otros medios sin el permiso previo y por escrito de los titulares del *copyright*.

Reverté # 1377

Índice

Prólogo	ix
Introducción	xii
Capítulo I. Mapa de ideas	
1.1 Qué es un mapa de ideas y cuál es su importancia en el desarrollo de un nuevo producto	1
1.2 Pasos para realizar un mapa de ideas	3
1.3 Formatos del mapa de ideas	4
1.4 Realización de mapas de ideas. Ejemplos prácticos	8
1.5 Beneficios del mapa de ideas	15
Preguntas	15
Ejercicios	16
Capítulo II. Mapa de producto	
2.1 Qué es un mapa de producto y cuándo se usa	17
2.2 Pasos para realizar un mapa de producto	19
2.3 Realización de mapas de producto. Ejemplos prácticos	20
2.4 Beneficios del mapa de producto	24
Preguntas	24
Ejercicios	24

Capítulo III. Desarrollo de las propuestas de diseño o modificación de un producto	
3.1 Análisis de los requerimientos y las necesidades del cliente	25
3.2 Análisis de las normas que regularán el nuevo producto o su modificación	26
3.3 Construcción de los componentes en el software de diseño	27
3.4 Ensamble de los componentes en el software de diseño	28
3.5 Presentación de las diferentes alternativas de diseño	28
3.6 Prototipo modificado	29
Preguntas	30
Ejercicios	30
Capítulo IV. Análisis del Modo y Efecto de la Falla (AMEF)	
4.1 Qué es un AMEF y para qué sirve	31
4.2 Diferentes aplicaciones o tipos de AMEF	33
4.3 El diagrama de bloques	34
4.4 El diagrama de funciones	39
4.5 Criterios de calificación del AMEF	43
4.6 Realización del Análisis del Modo y Efecto de la Falla	49
4.7 Plan de pruebas y críticos de diseño y proceso	62
4.8 Beneficios del AMEF	65
Preguntas	66
Ejercicios	67
Capítulo V. Definición de la propuesta de diseño o modificación de un producto	
5.1 Elaboración de planos de piezas individuales	69
5.2 Construcción de los planos de ensambles y subensambles	85
5.3 Análisis de tolerancias dimensionales con el método de vectores	88
5.4 Análisis de tolerancias dimensionales por el método de máximos y mínimos	92
Preguntas	94
Ejercicios	95
Capítulo VI. Mapa de procesos	
6.1 Qué es un mapa de procesos y cuál es su importancia	97
6.2 Relación del mapa de procesos con el mapa de ideas	99

6.3 Pasos para realizar un mapa de procesos	101
6.4 Componentes del mapa de procesos	104
6.5 Realización de mapas de procesos	104
6.6 Beneficios del mapa de procesos	113
Preguntas	114
Ejercicios	114
Capítulo VII. Calidad estadística y su importancia en los procesos o productos desde la fase de diseño	
7.1 Estrategias y árboles de muestreo	115
7.2 Definición de los parámetros de calidad estadística principales	123
7.3 Método gráfico para interpretar los principales parámetros de calidad	138
7.4 Ejercicios prácticos de generación de gráficos de control y análisis de los principales parámetros de calidad	158
7.5 Repetibilidad y reproducibilidad (<i>Gage R&R</i>) o Análisis del Sistema de Medición (MSA)	178
Preguntas	189
Ejercicios	190
Capítulo VIII. Diseño de experimentos (DOE)	
8.1 Método de experimentación por prueba y error	195
8.2 El árbol de pruebas y sus componentes	198
8.3 Recopilación de datos, realización del DOE e interpretación de los resultados	202
8.4 Confiabilidad	217
Preguntas	217
Ejercicios	218
Capítulo IX. Implementación y control	
9.1 Tiempo estimado de la implementación	219
9.2 Métodos de control una vez iniciado el proceso de implementación	223
9.3 Mejora continua	225
Preguntas	232
Índice analítico	233
Bibliografía	237

Prólogo

Este libro fue escrito para los estudiantes, tanto de licenciatura como de posgrado en ingeniería, que incluyan en su formación temas selectos de calidad. Los temas selectos de calidad suelen abarcar el desarrollo de proyectos en la industria por medio de alguna de las metodologías de punta de calidad y, en esta obra, nos enfocamos en la metodología Seis Sigma. Este libro también está dirigido a aquellos egresados de carreras de ingeniería que no hayan estudiado principios o herramientas del Seis Sigma, para que su incorporación a la industria privada o pública sea menos complicada. En la actualidad, los temas de calidad son fundamentales en la formación de los ingenieros que egresan día a día de las diferentes universidades de Hispanoamérica, y este libro pretende ser una plataforma de integración a la vida laboral para cada uno de ellos.

Para la realización de esta obra se contó con la invaluable cooperación del ingeniero Miguel Ángel Monlui Martínez, catedrático de la Coordinación Académica Región Altiplano de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, México. Agradezco y reconozco su vasta experiencia industrial, así como su activa colaboración en los capítulos 3 y 5. Es importante también mencionar a las autoridades de la UASLP, sin cuya ayuda difícilmente hubiera sido posible la publicación de este trabajo. A la editorial, agradezco infinitamente todo el trabajo realizado para que esta obra pudiera llegar a manos de muchos futuros ingenieros en toda Hispanoamérica.

Esta obra está dedicada, principalmente, a mi madre, la señora María del Refugio Ruth Ojeda Olvera, quien ha apoyado en todo momento mi vida personal y mi carrera profesional. No menos importante ha sido mi esposa, la L.D.G. Jenny Calvillo Alba, sin cuyo ánimo y colaboración con las imágenes y el diseño gráfico tampoco hubiera sido posible realizar este libro. También quiero agradecer a mi hermano, el M.C. Marco Arturo Zapata Ojeda, a mi hermana, la Lic. Rocío Argüelles Ojeda, a mis sobrinos Mariana y Juan, a mi cuñado Juan y al M.C. Marcos A. Zapata Velásquez, todos ellos personas invaluable que me han acompañado y guiado a lo largo de la vida. A todos ellos, y a mis amigos más allegados, agradezco su apoyo, compañía y cariño.

JOSÉ LUIS ARGÜELLES OJEDA
San Luis Potosí, enero del 2012.

Introducción

En la actualidad se suele escuchar sobre la mejora continua de los procesos, la optimización de los costos y el incremento de la productividad. Tratamos de hacer más con menos, reducir material, desarrollar proveedores, desarrollar diseños con una vida que corresponda a lo indicado en la garantía e, incluso, reducir costos contratando personal con un perfil insuficiente. Del mismo modo, cuando una empresa entra en crisis, recurrimos a los terribles despidos masivos de personal de producción y empleados, para luego, una vez superada la crisis, contratar nuevo personal e invertir una cantidad impresionante de capital en su capacitación. Todas estas “mejoras” del mundo industrial actual resultan demasiado caras para los dueños e inversionistas de las empresas, y los ingenieros deberíamos analizar el sacrificio en la calidad del producto y preguntarnos, antes de implementar cualquiera de estos cambios rápidos, si las “mejoras” realmente se traducen en beneficios para las empresas. A menudo, escuchamos también que todas estas prácticas de manufactura, administración, planeación o diseño del producto han quedado en el pasado; sin embargo, al trabajar en una empresa, observamos que, en realidad, dichas políticas se siguen aplicando y cada vez con más frecuencia. Si a esta situación aunamos la falta de capacitación provista por parte de las gerencias nos daremos cuenta de que los empleados cada vez cuentan con menos herramientas para mejorar su desempeño en el trabajo de manera constante.

La eliminación de malas prácticas de administración, manufactura, planeación o diseño del producto no es algo que se vislumbre como imposible, y en este libro planteamos una propuesta a esta problemática. Recordemos que cuando algo en lo que estamos inmersos está mal, no podemos verlo ni proponer soluciones para mejorarlo; nos acostumbramos a las situaciones y no planteamos cambio ni movimiento alguno. Nuestra propuesta en este libro es apostar por la metodología Seis Sigma, la cual ofrece, mediante el uso de herramientas actuales e innovadoras, los beneficios que el proyecto necesita para su aprobación e implementación, sin sacrificar la calidad de los productos o servicios.

La implementación del Seis Sigma puede llevarse a cabo por medio de dos metodologías distintas: la llamada DMAIC (Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar), que considera sus siglas como los pasos a seguir en un proyecto Seis Sigma; y la metodología de la Excelencia operacional, la cual permite que el experto determine, a partir de un número ilimitado, las herramientas del Seis Sigma a utilizar y que las aplique en una secuencia ordenada y sistemática. Este libro aborda ambas metodologías de manera práctica y sencilla. Recordemos que no existen recetas mágicas para que un proyecto Seis Sigma se implemente de manera exitosa y se logren los objetivos; el secreto es echar mano de las herramientas que tengamos a nuestro alcance y que se adecuen al proyecto. Esto quiere decir que un proyecto Seis Sigma no necesariamente implica seguir la secuencia de definir, medir, analizar, mejorar y controlar; debemos definir las herramientas necesarias para que nuestro proyecto tenga éxito, de tal manera, ganamos mucho en términos de aprendizaje, productividad, calidad y diseños, lo cual, a su vez, se traduce en oro molido para nuestra empresa.

Las herramientas que incluye este libro son las más prácticas y las que mejor nos pueden orientar en la solución de un problema, ya sea de diseño o de proceso. Es particularmente importante tomar en cuenta el tiempo de realización de las actividades para optimizar los tiempos, ya que la industria actual así lo exige. El primero de los temas que aborda este libro es el mapa de ideas, una herramienta indispensable para la resolución de un problema de cualquier tipo. Esta herramienta induce al pensamiento crítico, necesario para alcanzar diversas soluciones y para elegir la alternativa óptima.

El mapa de ideas está vinculado con otras herramientas del Seis Sigma como el mapa de producto y el mapa de procesos. El mapa de producto es una herra-

mienta que nos muestra las variables más importantes de un proyecto. Su utilidad es ayudar al líder del proyecto a no perder de vista, a lo largo del desarrollo del proyecto, las variables presentadas en el mapa de producto.

En el capítulo 3, veremos el diseño por computadora, donde los programas de diseño y los análisis de tolerancias establecen las bases para fabricar diseños robustos y duraderos.

Posteriormente abordamos de forma original uno de los temas fundamentales en la creación del diseño: El AMEF (Análisis del Modo y Efecto de la Falla). El AMEF es una herramienta que prevé los posibles modos de falla y sus efectos en el producto, generando información crucial para el diseño y para el proceso. El AMEF es el pilar de nuestro diseño y nuestro proceso.

Al llegar al capítulo 6, revisaremos el tema del mapa de procesos, una herramienta indispensable para ubicar nuestro nuevo producto en la línea de producción real, que nos entrega el espacio y el tiempo en que nuestro producto podrá ensamblarse, así como la manufactura necesaria para su implementación. El mapa de procesos es un arma mental que nos ayuda a imaginar y a ubicar cada una de las operaciones de la producción y a planear cómo incluiremos la modificación del producto en la línea de ensamble. Recordemos que la parte más significativa, aquella que define el éxito del proyecto, es la implementación, en la cual participan muchos actores que deben entender e interpretar la información generada. El mapa de procesos, como todo lo que hagamos con la metodología del Seis Sigma, debe quedar documentado de la forma más sencilla posible, pero con la información correcta y esencial para que cualquier persona que la lea, pueda entenderla.

El siguiente paso será el análisis de calidad de los productos que, en la actualidad, no puede quedar excluido. Este libro presenta tanto la teoría como ejemplos prácticos de interpretación de gráficas de control de procesos para que el estudiante aprenda a identificar las causas especiales de variación y las tendencias en los procesos.

Por último, el libro revisa el diseño de experimentos (DOE) por medio de ejemplos prácticos y sencillos, similares a los que los líderes de proyectos encuentran en campo. El DOE invita a tomar la experimentación con seriedad y a dejar

de lado el método de prueba y error, y nos ayuda a darle a la optimización de los recursos de la empresa la importancia que merece.

Es por medio de la revisión de estos temas que este libro contribuirá a que los estudiantes lleguen a las diversas plataformas de trabajo con un conocimiento del Seis Sigma y de su aplicación equivalente al de un especialista certificado en Seis sigma. El Seis Sigma es una metodología que ha llegado para quedarse y es indispensable que los aspirantes a puestos de ingeniería en empresas de calidad mundial conozcan su aplicación.

Este libro también será de gran utilidad para egresados de carreras profesionales ya incorporados a la industria, pues funciona como una guía en el diseño, modificación, implementación y control de los productos en una línea de producción. No es necesario estar certificado en Seis Sigma para poder aplicar estas herramientas, este libro ayuda a cualquier profesional a hacer uso práctico de ellas.

El estudio de los temas de este libro también es pertinente para los estudiantes de las diversas maestrías de ingeniería pues la mayoría de ellas contiene materias como Seis Sigma, diseño del producto, diseño de experimentos, etc. Al resolver y analizar los ejercicios de este libro, estudiantes y maestros serán capaces de llevar a la práctica la resolución de problemas de manera más eficaz, pues recordemos que, una vez en el campo laboral, lo que se espera de un profesional de ingeniería es que resuelva los problemas que se le asignen con el mayor éxito posible a nivel personal y corporativo.

Capítulo I

Mapa de ideas

1.1 Qué es un mapa de ideas y cuál es su importancia en el desarrollo de un nuevo producto

El primer paso en un proyecto de lanzamiento o de cambio de diseño de un producto es, sin duda, el mapa de ideas. Se trata del cimiento sobre el que construiremos un diseño robusto para el producto pues es una herramienta que reúne todas las preguntas posibles sobre un nuevo diseño, un cambio en el diseño, un nuevo proceso, una modificación en el proceso o un problema de calidad específico.

Al iniciar una sesión de preguntas, no es esencial que éstas estén ordenadas según el tema principal; lo importante en este primer paso es enunciar el mayor número de preguntas posible para evitar que se nos escapen los detalles relevantes del diseño o el proceso. El objetivo del mapa es que el grupo de trabajo y el líder del proyecto generen todas las preguntas posibles vinculadas al tema y las plasmen en un documento que permita encontrarles respuesta para poder, después, eliminar gradualmente los puntos problemáticos u obstáculos en el desarrollo del proyecto. Cabe señalar que el líder del proyecto no debe limitar la creatividad del grupo de trabajo; al contrario, debe ser una persona que aliente a los demás a participar esporádica y aleatoriamente.

Durante el proceso de creación del mapa de ideas, el pensamiento crítico es esencial para dirigir las preguntas hacia los principales problemas que enfrentaremos en el desarrollo del proyecto. Si alguno de los miembros del grupo de trabajo tiene

particularmente desarrollado este tipo de pensamiento o, como decimos coloquialmente, “hace buenas preguntas”, preguntas relevantes para el desarrollo del proyecto, deberá trabajar con el líder del proyecto en la etapa de construcción del mapa de ideas. Definiremos el pensamiento crítico como cualquier aportación individual o colectiva que ayude a nuestro proyecto, ya sea el planteamiento de un problema esencial, su solución o la disminución de su impacto negativo. El pensamiento crítico incluye todo tipo de ideas y propuestas dirigidas a solucionar los puntos medulares de un proyecto.

Uno de los aspectos más importantes del mapa de ideas es la documentación de las preguntas, lo cual permitirá contar con una serie de preguntas y respuestas en las etapas subsiguientes del proyecto. No todas las preguntas se contestarán inmediatamente; de hecho, hay ocasiones en que las preguntas clave del proyecto se contestan al final. El mapa de ideas no pretende que sus participantes sepan todo, sino que se complementen con las experiencias individuales sin pasar por alto los elementos más importantes para el lanzamiento o el cambio de diseño del producto. El mapa de ideas constituye una guía que indica por dónde comenzar a trabajar en el proyecto, de forma ordenada y consistente.

Un problema común a los proyectos de lanzamiento o modificación es el corto tiempo con que se cuenta para su implementación, lo cual obliga al equipo de trabajo a enfocarse en encontrar soluciones para los problemas sin pensar en sus causas. Una virtud del mapa de ideas es que nos obliga a plantear una pregunta antes de proponer una solución. El mapa de ideas contribuye a la correcta toma de decisiones ya que nos muestra un panorama completo de soluciones que evita que tomemos la primera opción que se nos venga a la mente como única alternativa. El mapa de ideas fomenta la participación e integración del grupo de trabajo y mejora la organización del trabajo colectivo.

Finalmente, otra ventaja del mapa de ideas es el ahorro de tiempo que implica el tener siempre presentes las preguntas para buscar y proponer respuestas, lo cual evita distracciones a lo largo del desarrollo o implementación del proyecto. Este tipo de proyectos abarca todos los aspectos de la empresa: la mercadotecnia, el diseño del producto, las pruebas de laboratorio, la realización de prototipos, la manufactura, la ingeniería industrial, la producción, el almacenamiento de materia prima y el producto terminado, los abastecimientos y las compras, el mantenimiento, etc.

1.2 Pasos para realizar un mapa de ideas

Los pasos para realizar un mapa de ideas son:

1. Redactar una lista con todas las preguntas recabadas en la reunión del grupo de trabajo.
2. Analizar las preguntas. El líder de proyecto analizará cada una de las preguntas y, sin borrar ninguna, marcará en rojo aquellas que, de acuerdo con su experiencia, considere deban quedar de forma definitiva en el documento. Posteriormente, reunirá de nuevo al grupo de trabajo y, en una sesión corta, acordarán la lista definitiva. El trabajo individual del líder es esencial para que la segunda reunión sea breve y productiva.
3. Clasificar las preguntas de acuerdo con su naturaleza o el área de trabajo a la que pertenezcan.
4. Determinar el formato de mapa de ideas más adecuado para el proyecto (en el punto 1.3 mostraremos algunos de los más utilizados). Es importante que el formato se adapte a los requerimientos de la empresa y que sea fácil de usar, de leer y de modificar. Asimismo, hay que considerar la posibilidad de hacer un mapa interactivo que permita agregar imágenes o videos.
5. Vaciar todas las preguntas de la lista, incluyendo el objetivo, la pregunta inicial y los datos históricos existentes o la información relacionada con la historia del producto. El líder deberá cuidar que esta historia no influya de manera negativa en la etapa de respuestas a las preguntas del mapa.
6. Contestar cada una de las preguntas, comenzando por las más sencillas. No olvidar documentar cada una de las respuestas. Aun cuando se respondieran preguntas más complicadas, alterando el orden de presentación o de importancia, es importante vaciar toda la información recabada. Recordemos que el mapa de ideas es un documento vivo que se debe actualizar y consultar continuamente a lo largo del desarrollo o de la implementación del proyecto; de la misma manera, el grupo de trabajo debe tener acceso a su última versión en todo momento. Si la empresa cuenta con una red cibernética que permita incluir a todos los participantes del proyecto, el líder se encargará de enviar la versión actualizada del documento cada que vez que sufra una modificación.

7. Generar nuevas preguntas conforme avance el proyecto hasta que se cubran los temas principales del proyecto.

El mapa de ideas finaliza su función una vez que el proyecto ha sido implementado y se encuentra en fase de control, con el producto bien afianzado en la línea de producción. Aun en este momento, el mapa constituye una referencia siempre disponible de nuestro conocimiento y nuestras dudas sobre la fabricación del producto.

1.3 Formatos del mapa de ideas

Aunque actualmente existen diversos formatos de mapas de ideas entre los cuales elegir, el lector siempre podrá diseñar uno propio; lo que es realmente importante es que el formato sea de fácil acceso, almacenable en computadora, coherente, de fácil seguimiento, que se adapte a las necesidades y al lenguaje de la empresa y que permita incluir material gráfico, como fotografías y videos.

A continuación mostraremos algunos formatos de mapas de ideas diseñados para este libro con un propósito didáctico.

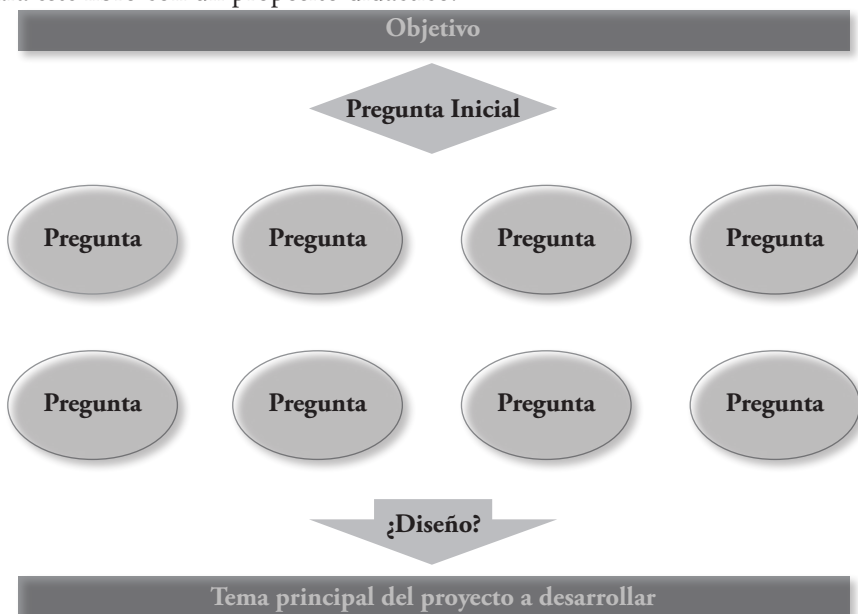


Figura 1.3.1 Formato de mapa de ideas para el lanzamiento o la modificación de un producto

La figura 1.3.1 muestra un ejemplo clásico de formato de mapas de ideas para un proyecto de lanzamiento o modificación de producto que cuenta con un cuadro de diálogo donde indicaremos el objetivo del proyecto para nunca perder de vista su razón de ser. El formato incluye, además, un cuadro de diálogo para la pregunta inicial, aquella cuestión en torno a la cual se generarán todas las preguntas. Las preguntas, a su vez, se ubican en la parte inferior del mapa. Observemos también las nubes de pensamiento que contendrán cada una de las preguntas generadas y que se dirigen, estratégicamente, hacia el tema principal del proyecto, del cual emana el área de la empresa implicada en el mapa de ideas.

Retomando el tema de la clasificación de las preguntas, aclararemos que podemos dividir el mapa en cuantas áreas deseemos, poniendo, por ejemplo, debajo del tema principal del proyecto, las preguntas que emanen del proceso. Aprovechando las funciones del programa en que se realice el mapa de ideas, Excel en este caso, también podríamos agregar hipervínculos a las preguntas, de modo que, con sólo dar clic, pudiéramos ver la respuesta o los avances de investigación sobre el punto en cuestión en otra hoja del libro de Excel. Ampliaremos esta información en el apartado 1.4.

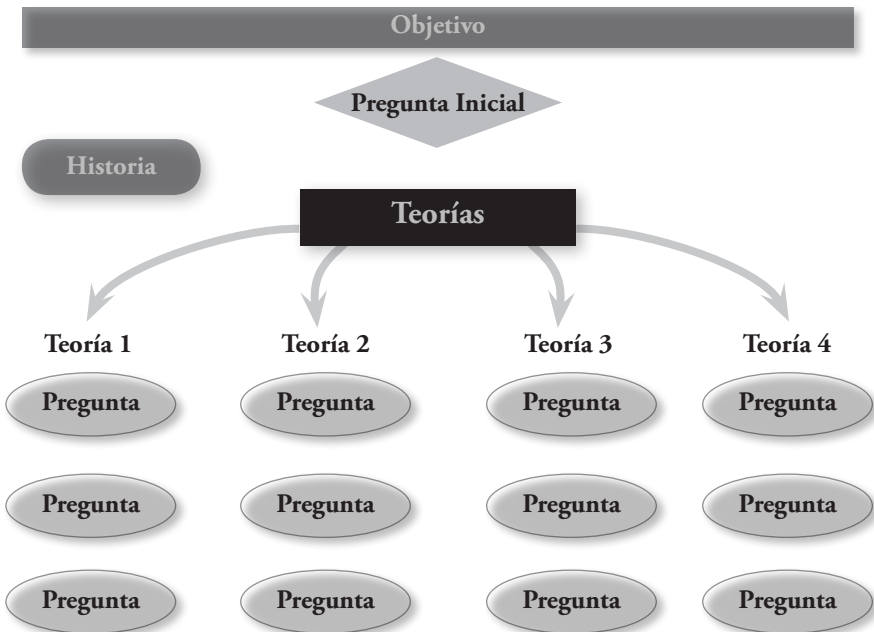


Figura 1.3.2 Formato de mapa de ideas para problemas de calidad de campo

El ejemplo de la figura 1.3.2, es otro formato de mapa de ideas que muestra en primer plano un hipervínculo con la historia o los datos históricos del proyecto; el formato también contiene el objetivo, la pregunta inicial y, a diferencia del ejemplo anterior, un espacio donde aparecen las teorías en vez de las áreas productivas de la planta. Este modelo es ideal para representar problemas de calidad. Las preguntas se clasifican de acuerdo con la teoría a la que pertenezcan. También se recomienda realizar este formato en Excel para facilitar la interacción con el usuario.

En la figura 1.3.3, el tercer ejemplo muestra un mapa de ideas más sencillo que los anteriores. No incluye hipervínculos y está en formato PowerPoint con diapositivas. Se recomienda su uso para problemas menores o de fácil solución. Este formato es ideal para aquellos temas que todos los participantes conocen a profundidad previamente. En este formato sólo se requiere incluir las preguntas y el objetivo a solucionar pues, con cada pregunta, el grupo de trabajo comprenderá rápidamente el tema sin necesidad de recurrir a fotografías o videos.

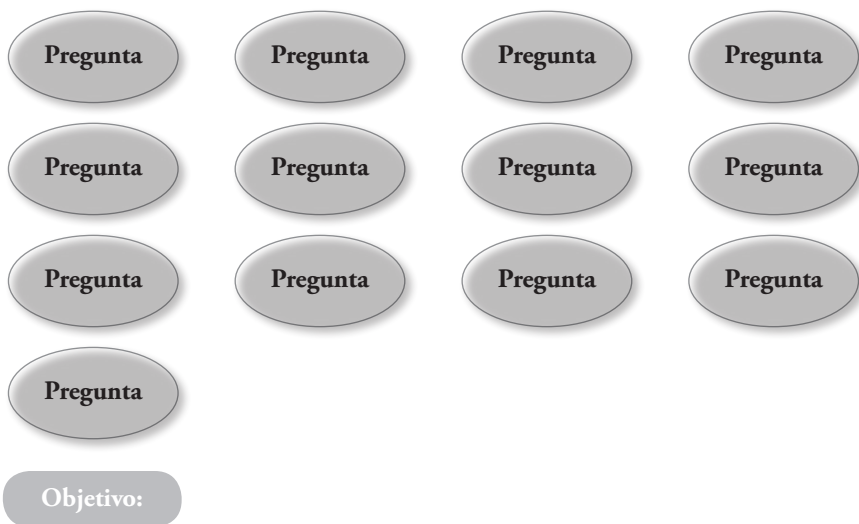


Figura 1.3.3 Formato de mapa de ideas para un problema menor

El cuarto y último ejemplo muestra, en la figura 1.3.4, un mapa de ideas apto para aquellos proyectos en los que de una pregunta se desprenden una o varias preguntas más. Podemos observar que las respuestas se generan a partir de la pregunta planteada, lo cual se ilustra de forma lateral para incluir las nuevas

preguntas que pudieran surgir. Podemos ver cómo de una pregunta pueden salir tres o cuatro preguntas nuevas, las cuales, a su vez, deberán ser contestadas. Este formato también es apto para un problema sencillo y se puede realizar en Power-Point con diapositivas o en Excel con hipervínculos. Lo esencial es mostrar la prioridad de las preguntas por medio de una cascada; es decir, de arriba hacia abajo según su importancia. Puesto que se usa para problemas de escasa complejidad, este formato sólo contiene preguntas y respuestas y no contempla el objetivo, la historia o la pregunta inicial. Cabe mencionar que los problemas de la industria deberán haber sido previamente calificados por el personal de calidad, tomando en consideración las partes por millón defectuosas que generen; en general se califican como proyectos menores, medianos, mayores y mega.

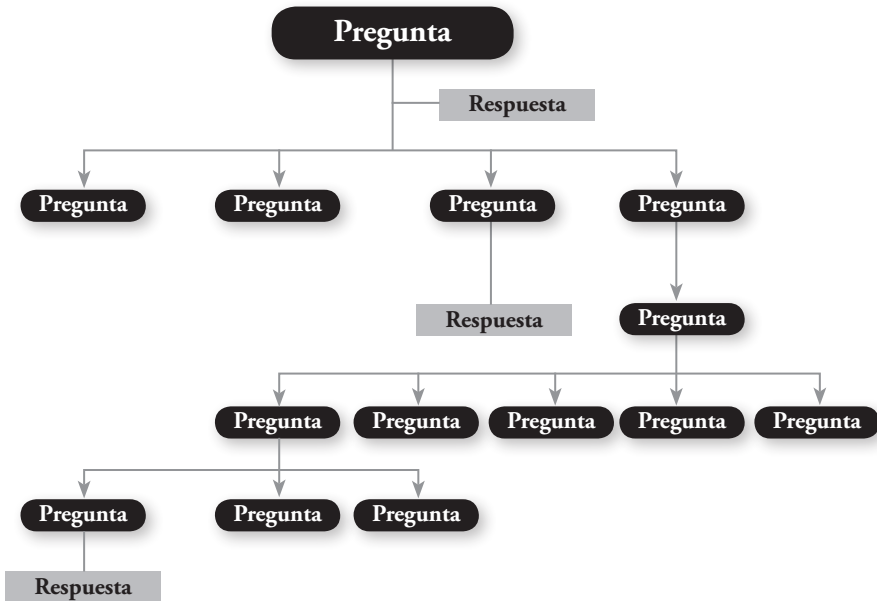


Figura 1.3.4 Formato de mapa de ideas para un problema menor

Recordemos que estos ejemplos son únicamente propuestas para el diseño de un mapa de ideas pero el lector puede combinar los elementos de cada una de ellas de acuerdo con sus necesidades, pues el objetivo del mapa es constituir un documento vivo y útil a lo largo del desarrollo del proyecto de lanzamiento o modificación de productos.

1.4 Realización de mapas de ideas. Ejemplos prácticos

A continuación realizaremos algunos mapas de ideas para ilustrar cada uno de los formatos del apartado anterior. El objetivo es que el lector vea su aplicación en un problema real de la industria, y que conozca algunas de las respuestas que se pueden plantear.

Una vez que tengamos el formato, procederemos a llenar el mapa con todas las preguntas que se nos ocurran y, posteriormente, lo llenaremos con las respuestas. El problema que elegimos para el formato de la figura 1.3.1 consiste en desarrollar un nuevo modelo de electrodoméstico solicitado por el departamento de mercadotecnia de la empresa al departamento de ingeniería de producto. En esta parte del desarrollo del mapa de ideas revisaremos únicamente el diseño. Como podemos ver, se trata de un tema con bastantes factores, por lo que incluiremos hipervínculos.

La figura 1.4.1 ilustra cómo llenar el mapa de ideas con preguntas relacionadas al tema principal, el objetivo y la pregunta inicial.

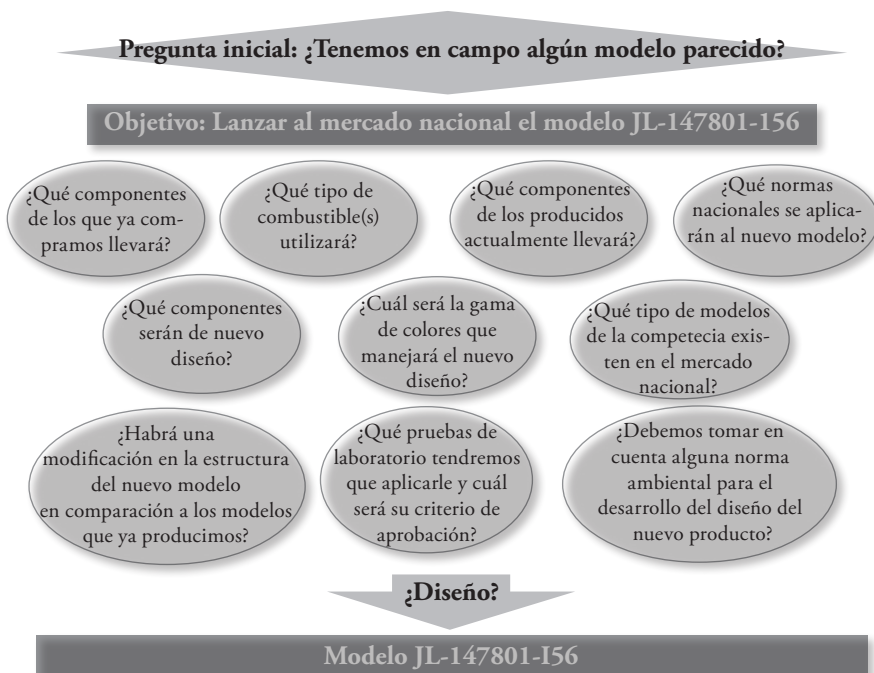


Figura 1.4.1 Ejemplo de mapa de ideas para el formato de la figura 1.3.1

Un ejemplo adicional del mismo formato es el mapa de ideas de un sistema de frenos de un automóvil de reciente producción:

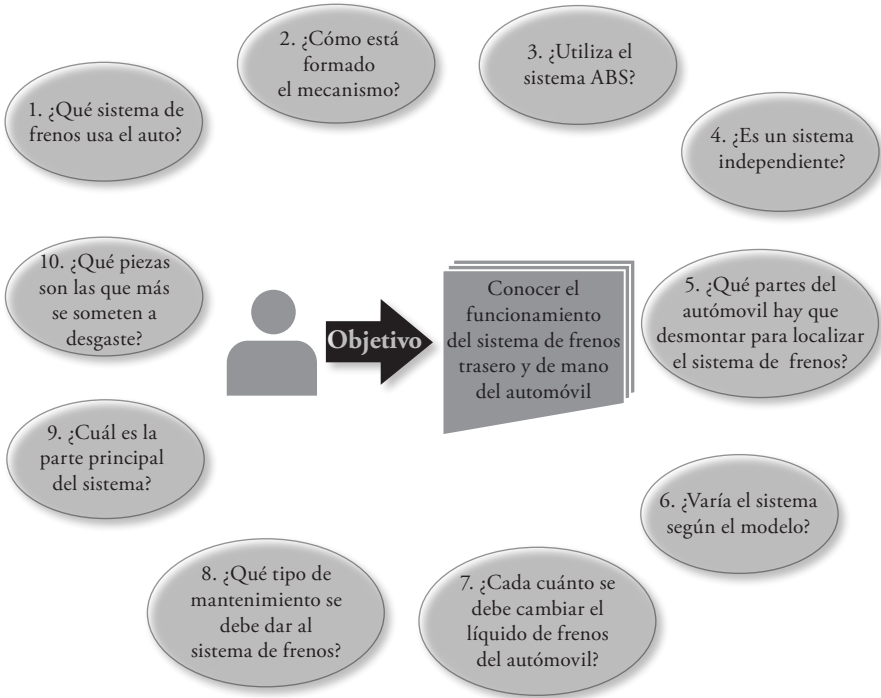


Figura 1.4.2 Segundo ejemplo de mapa de ideas para el formato de la figura 1.3.1

A continuación, un ejemplo de respuesta a una pregunta del mapa de ideas del sistema de frenos:

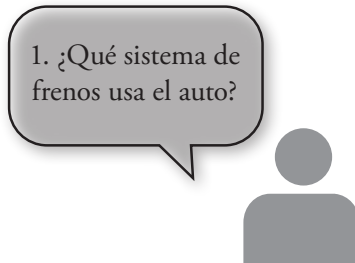


Figura 1.4.3 Ejemplo de pregunta