

CARRERA ENDARA CARLOS FERNANDO ATAHUALPA
MANOBANDA CUITO WILLIAM GERMAN
CASTRO LOOR DIVAR SEBASTIAN
VALLEJO HERRERA HENRY VLADIMIR

MEJORAMIENTO CONTINUO DE PROCESOS DE CALIDAD



EDWARDS DEMING®
saber qué hacer y cómo hacerlo



Primera edición: febrero 2019

© Ediciones Grupo Compás 2019

ISBN: 978-9942-33-236-3

Diseño de portada y diagramación: Grupo Compás

Este texto ha sido sometido a un proceso de evaluación por pares externos con base en la normativa de la editorial.

Quedan rigurosamente prohibidas, bajo las sanciones en las leyes, la producción o almacenamiento total o parcial de la presente publicación, incluyendo el diseño de la portada, así como la transmisión de la misma por cualquiera de sus medios, tanto si es electrónico, como químico, mecánico, óptico, de grabación o bien de fotocopia, sin la autorización de los titulares del copyright.

Guayaquil-Ecuador 2019

MEJORAMIENTO CONTINUO DE PROCESOS DE CALIDAD

Autores

CARRERA ENDARA CARLOS FERNANDO ATAHUALPA
MANOBANDA CUITO WILLIAM GERMAN
CASTRO LOOR DIVAR SEBASTIAN
VALLEJO HERRERA HENRY VLADIMIR

MEJORAMIENTO CONTINUO DE PROCESOS DE CALIDAD

Autor.

CARRERA ENDARA CARLOS FERNANDO ATAHUALPA
MANOBANDA CUITO WILLIAM GERMAN
CASTRO LOOR DIVAR SEBASTIAN
VALLEJO HERRERA HENRY VLADIMIR

Experiencia académica:

Docentes del Instituto Superior Tecnológico
Corporativo Edwards Deming

Este libro fue elaborada en el contexto de desarrollo de la educación por el Instituto Superior Tecnológico Corporativo Edwards Deming, sus contenidos son una estructura básica para lograr un proceso de aprendizaje ideal.

El documento mantiene una revisión de doble par ciego lo que permite considerarse como una obra que contribuye con la formación profesional, consiguiendo el aval de universidades en América como la Universidad de Oriente y UO University.

Contenido

Introducción	3
Capítulo I	4
Introducción al mejoramiento de la calidad	4
Principios de la calidad	4
Herramientas y técnicas para el mejoramiento de la calidad .	4
Herramientas para el mejoramiento continuo de la calidad	6
Hoja de verificación.....	6
Diagrama de Pareto.....	7
Diagrama de causa y efecto.....	11
Histograma.....	14
Diagrama de dispersión.....	18
Estratificación	23
Gráficos de control	27
Técnicas para el mejoramiento continuo de la calidad	31
Cinco porqués.....	31
Ejemplo de aplicación:	32
Lluvia de ideas.....	33
Capítulo II	35
La mejora continua y la reingeniería de procesos	35
Introducción	35
Mejora continua	35
Metodologías para la mejora continua	37
Ciclo Deming o ciclo PHVA.....	37
Metodología Six Sigma.....	40
Lean manufacturing	42
Reingeniería	43
Fases de un proyecto de reingeniería de procesos.....	44
Definición del proyecto	44
Comprensión del proceso actual.....	45
Innovación del proceso	46
Capítulo III	47
Valor agregado y los nueve desperdicios.....	47
El valor agregado.....	47
Desperdicio	49
Las tres Ms.....	49
Muda	50
Mura.....	50
Muri	50

El desperdicio en la manufactura Esbelta.....	51
Sobreproducción.....	52
Esperas	53
Exceso de movimiento	53
Transporte	54
Sobre procesamiento	54
Re-trabajos y Scrap	55
Inventario.....	56
Desperdicio de talento	57
Inacción o dejadez.....	57
Programa de actividades para la eliminación de las mudas o desperdicios.....	57
Capítulo IV	61
La ruta de la calidad	61
La ruta de la calidad	61
Definir el proyecto	62
Situación actual.....	63
Análisis	64
Acciones.....	65
Ejecución	66
Verificación	67
Estandarización.....	68
Documentar (definir nuevos proyectos)	69
Glosario de términos	70
Referencias bibliográficas	73

Introducción

Para (Cubillos Rodríguez & Rozo Rodríguez, 2009) "La calidad es un concepto inherente a la misma esencia del ser humano. Desde los mismos orígenes del hombre, éste ha comprendido que el hacer las cosas bien y de la mejor forma posible le proporciona una ventaja competitiva sobre sus congéneres y sobre el entorno con el cual interactúa."

La evolución de calidad en los servicios y primordialmente en la industria representan el paso de una etapa donde la calidad solamente se refería al control final, para separar los productos malos de los productos buenos, a una etapa de Control de Calidad en el proceso, como indico Deming Edwards (1950) "**La Calidad no se controla, se fabrica**".

Finalmente llegamos a una Calidad de Diseño que significa no solo corregir o reducir defectos sino prevenir que estos sucedan, como se postula en el enfoque de la Calidad Total.

El camino hacia la Calidad Total además de requerir el establecimiento de una filosofía de calidad, crear una nueva cultura, mantener un liderazgo, desarrollar al personal y trabajar un equipo, desarrollar a los proveedores, tener un enfoque al cliente y planificar la calidad, demanda vencer una serie de dificultades en el trabajo que se realiza día a día. Se requiere resolver las variaciones que van surgiendo en los diferentes procesos de producción, reducir los defectos y además mejorar los estándares de actuación.

Para resolver estos problemas o variaciones y mejorar la Calidad, es necesario basarse en hechos y no dejarse guiar solamente por el sentido común, la experiencia o la audacia. Basarse en estos tres elementos puede ocasionar que en caso de fracasar nadie quiera asumir la responsabilidad.

Capítulo I

Introducción al mejoramiento de la calidad

Para realizar un mejor análisis de dichas variaciones resulta útil apoyarse en lo que se denominan técnicas gráficas de calidad, como lo son las siete herramientas básicas de calidad.

Principios de la calidad

- La calidad empieza con la educación y termina con la educación.
- Aquellos datos que no tengan información dispersa (variabilidad) son falsos.
- El primer paso hacia la calidad es conocer las necesidades de los clientes.
- El estado ideal del control de calidad ocurre cuando ya no es necesaria la inspección.
- Elimine la causa raíz y no los síntomas.
- El control de calidad es responsabilidad de todos los trabajadores en todas las divisiones.
- Ponga la calidad en primer término y dirija su vista hacia las utilidades a largo plazo.
- La gerencia superior no debe mostrar enfado cuando sus subordinados les presenten los hechos.
- 95% de los problemas de una empresa se pueden resolver con simples herramientas de análisis.

Herramientas y técnicas para el mejoramiento de la calidad

Historia: En la década de los años 50 se empezó a aplicar en Japón las herramientas estadísticas de Control de Calidad, desarrolladas anteriormente por Shewhart y Deming. Fue el profesor Kaoru Ishikawa quién extendió su utilización en los años 60, acuñando la expresión de 7 herramientas para el control de la calidad, estas son las siguientes:

1. Hoja de Verificación
2. Diagrama de Pareto
3. Diagrama de Causa y Efecto
4. Histograma
5. Diagrama de Dispersión
6. Estratificación
7. Gráficos de Control

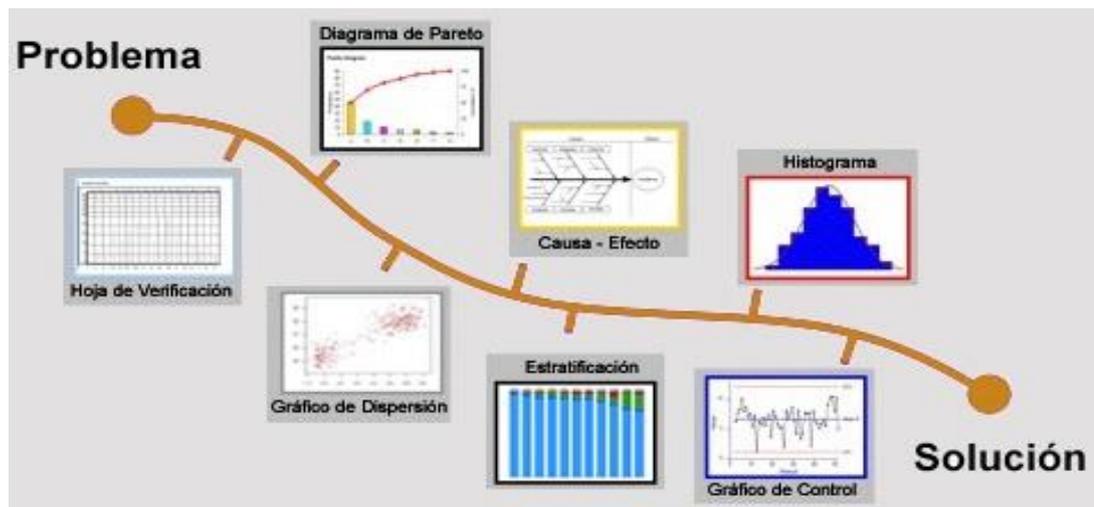


Figura 1. **Herramientas para el mejoramiento de la calidad**

Fuente: (spcgroup, 2019)

- **¿En qué consisten estas Herramientas?**

Son técnicas gráficas que ayudan a comprender los procesos de trabajo de las organizaciones con la finalidad de analizar diferentes situaciones, de manera que, de existir algún problema pueda mejorarse o corregirse.

La experiencia de los especialistas en la aplicación de estos instrumentos o herramientas estadísticas señalan que bien aplicadas y utilizando un método estandarizado de solución de problemas pueden ser capaces de resolver hasta el 95% de los problemas. En la práctica estas herramientas requieren ser complementadas con otras técnicas cualitativas como son: Cinco porqués y lluvia de ideas

- **Objetivo de las herramientas y técnicas para el mejoramiento de la calidad**

El objetivo primordial se centra en resolver la mayor parte de problemas de calidad, con el uso combinado de estas herramientas en cualquier proceso de manufactura industrial. Las herramientas y técnicas para el mejoramiento de la calidad sirven para:

- Detectar problemas
- Delimitar el área problemática
- Estimar factores que probablemente provoquen el problema
- Determinar si el efecto tomado como problema es verdadero o no
- Prevenir errores debido a omisión, rapidez o descuido
- Confirmar los efectos de mejora

Herramientas para el mejoramiento continuo de la calidad

Hoja de verificación

También llamada hoja de control o de chequeo, es un impreso con formato de tabla o diagrama, destinado a registrar y compilar datos mediante un método sencillo y sistemático, como la anotación de marcas asociadas a la ocurrencia de determinados sucesos. Esta técnica de recogida de datos se prepara de manera que su uso sea fácil e interfiera lo menos posible con la actividad de quien realiza el registro.

A continuación, tenemos un ejemplo de una hoja de recogida de datos en una empresa de inyección de plásticos, en donde los datos han sido tomados por el departamento de calidad durante 1 día de producción.

Hoja de registro

Producto: _____	Fecha: _____
Etapas de manufactura: Insp. final	Sección: _____
Tipo de defecto: rayones, incompleto, rajado, deformado	Nombre del inspector: _____
Número total inspeccionado: 1.525	Número del lote: _____
	Número de orden: _____

Observaciones: Se inspeccionaron todos los ítems

Tipo	Registro	Subtotal
Rayas superficiales	//// //	17
Rajaduras	//// /	11
Incompleto	//// // // // //	26
Deforme	///	3
Otros	////	5
	Total:	62
Total rechazados	//// // // // //	42

Figura 2. Hoja de verificación

Diagrama de Pareto

¿Qué es?

Es una técnica que separa los “pocos vitales” de los “muchos triviales”, es decir, como indica (Sales Matías, 2013) “Una gráfica de Pareto es utilizada para separar gráficamente los aspectos significativos de un problema desde los triviales de manera que un equipo sepa dónde dirigir sus esfuerzos para mejorar”.

Reducir los problemas más significativos (las barras más largas en una gráfica de Pareto) servirá más para una mejora general que reducir los más pequeños. Como indica Pareto en (1896) con frecuencia uno o dos aspectos tendrán el 80% de los problemas, el resto de los aspectos serán responsables por el 20% restante.

¿Cuándo se utiliza?

Al identificar un producto o servicio susceptible de aplicar sobre éste un análisis para la mejora de su calidad.

Cuando existe la necesidad de destacar los problemas o causas sistemáticamente para que se tomen en serio y se planifiquen acciones que permitan la mejora.

- Al identificar oportunidades de mejora.
- Al analizar los diferentes datos recogidos durante la realización de las actividades.
- Al buscar las causas principales de los problemas y establecer la prioridad de las soluciones.
- Al evaluar los resultados de los cambios efectuados a un proceso, analizando la situación anterior y posterior a la toma de medidas para ver la evolución.
- Cuando los datos se pueden agruparse en categorías, lo que facilita su análisis.
- Cuando se pretende planificar una mejora continua.

¿Cómo se construye un diagrama de Pareto?

Paso 1: en este punto se define tres aspectos importantes relacionados con los datos para análisis, clasificación y recolección.

- Decidir qué problemas de datos analizará.
- Decidir qué datos necesita y como los va a clasificar.
- Definir donde se va a recoger los datos (En el puesto de inspección, donde el trabajador, usted mismo) y cuánto tiempo se va a recoger.

Paso 2: se realiza el diseño de una tabla para recoger los datos, llénela y calcular los totales para cada ítem.

Tabla 1. Hoja de control

Tipo de defecto	Conteo	Total
Raya	☑☑☑	16
Mancha	☑☑☑.....☑	63
Burbuja	☑☐	9
Gota	☑☑☑☑.....☑	156
Desconchado	☑	6
Chorreos	☑☑☑☑☑☑	30
Otros	☑☑☑☑	21

Paso 3: Ordenando los datos de mayor a menor, se procede a elaborar una tabla de datos como muestra la tabla 2 que contenga la lista de los elementos que contendrá el gráfico de Pareto.

Tabla 2. Tabla de datos ordenados de mayor a menor

Tipo de defecto	Número de defectos	Número acumulado de defectos	Porcentaje de cada uno	Porcentaje acumulado
Gota	156	156	52%	52%
Mancha	63	219	21%	73%
Chorreos	30	249	10%	83%
Otros	21	270	7%	90%
Raya	15	285	5%	95%
Burbuja	9	294	3%	98%
Desconchado	6	300	2%	100%

Paso 4: Dibuje dos ejes verticales y uno horizontal.

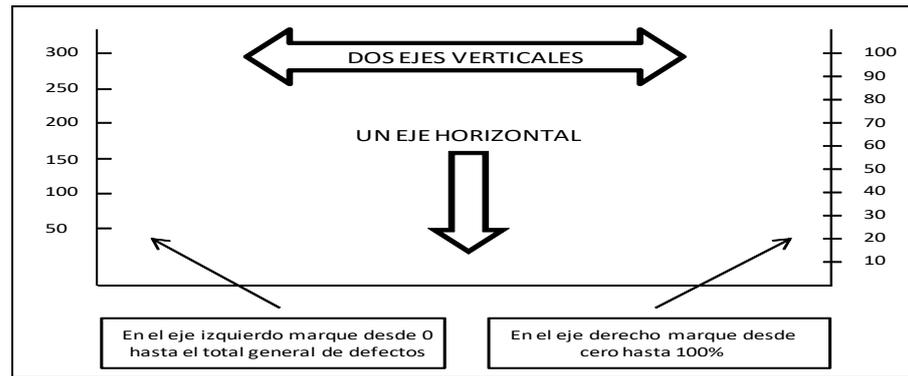


Figura 3. Herramientas y técnicas para el mejoramiento de la Calidad

Paso 5: Construya el diagrama de barras.

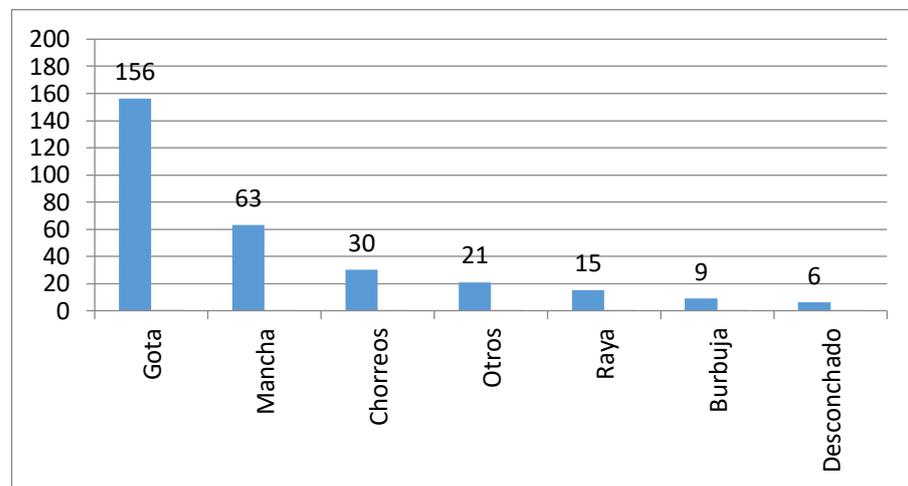


Figura 4. Herramientas y técnicas para el mejoramiento de la Calidad

Paso 6: Construya la curva de Pareto.

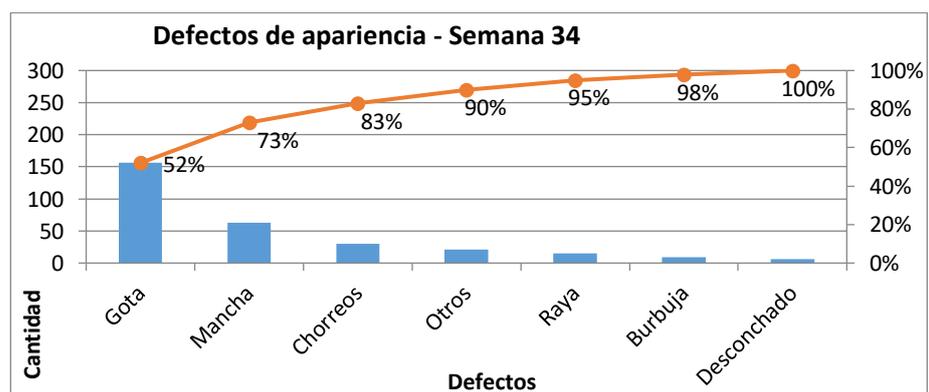


Figura 5. Herramientas y técnicas para el mejoramiento de la Calidad

Ver ejemplo: ¿Cómo construir un diagrama de Pareto? en <https://youtu.be/YCqrwfx5qos>

Paso 7: Diligencie la totalidad de la información del diagrama.

Se encontrará que el 20% de las causas determina el 80% de los efectos.

En la siguiente tabla se puede ver un formato comúnmente usado para establecer planes de acción, para las causas que ocasionan el 80% de los efectos.

Tabla 3. Formato para establecer planes de acción diagrama de Pareto

Causa	Actividad	Fecha	Responsable	Cómo Verificar

Diagrama de causa y efecto

¿Qué es?

Un diagrama de Causa y Efecto es la representación de varios elementos de un sistema (causas) que pueden contribuir a un problema (efecto). Fue desarrollado por el profesor Ishikawa Kaoru (1943). También es conocido como Diagrama Ishikawa o Espina de Pescado por su parecido con el espinazo de un pez. La variación de una característica de calidad “es un efecto o consecuencia de múltiples causas, por ello, al observar alguna inconformidad con alguna característica de calidad de un producto o servicio, es sumamente importante detallar las posibles causas de la inconsistencia.” (Salazar López Bryan, 2016). Es aquí donde el diagrama de causa efecto permite encontrar donde ocurren los problemas. Esta herramienta de la Gestión de la Calidad es ampliamente utilizada dado que

orienta la toma de decisiones al abordar las bases que determinan un desempeño deficiente.

¿Por qué usarlo?

Para permitir que un equipo identifique, explore y exhiba gráficamente, con detalles crecientes, todas las posibles causas relacionadas con un problema o condición a fin de descubrir sus raíces.

¿Qué hace?

Permite que el equipo se concentre en el contenido del problema, no en la historia del problema ni en los distintos intereses personales de los integrantes del equipo.

Crea como una fotografía del conocimiento y consenso colectivo de un equipo alrededor de un problema. Lo anterior concluye en el apoyo para las soluciones resultantes. Hace que el equipo se concentre en causas y no en síntomas.

¿Cómo se hace?

Paso 1: Coloque el problema en un recuadro en la parte central derecha. Asegúrese de que todo el mundo esté de acuerdo con el planteamiento del problema. Incluya toda la información que pueda en cuanto al “qué”, “dónde”, “cuándo” y “cuánto” del problema. Use datos para especificar el problema.

Paso 2: Escriba las categorías de causas principales (5M’s). Conéctelas a la “espina dorsal” del diagrama. Tenga en cuenta que no existe un conjunto o número de categorías perfecto, haga que éstas se adecuen al problema.

Paso 3: Usando la lluvia de ideas, coloque las causas analizadas o basadas en datos en la categoría apropiada. Algunas causas parecen encajar en más de una categoría, idealmente cada causa debe ir en una sola categoría, pero algunas pueden pertenecer legítimamente a dos categorías,

colóquelas y vea como resultan al final. Si el surgimiento de ideas es lento, use las categorías de causas principales como catalizadores, por ejemplo: “¿Qué cosa de “materiales” está causando...?”

Paso 4: Con respecto a cada causa de las espinas, pregunte repetidamente: “¿por qué sucede?”. Para cada causa más profunda, continúe tratando de obtener una comprensión más profunda, pero sepa cuándo detenerse usando el sentido común.

Paso 5: Luego de enunciadas todas las posibles causas, elegir por consenso del grupo las causas más probables, encerrándolas en un círculo.

Paso 6: Validar cada una de las causas elegidas en el paso anterior, determinando su real incidencia en el problema (no es suficiente que cuando esté la causa se presente el problema, sino que al desaparecer la causa desaparece el problema).

Paso 7: Lo anterior nos llevará a encontrar la(s) causa(s) generadora(s) del problema.

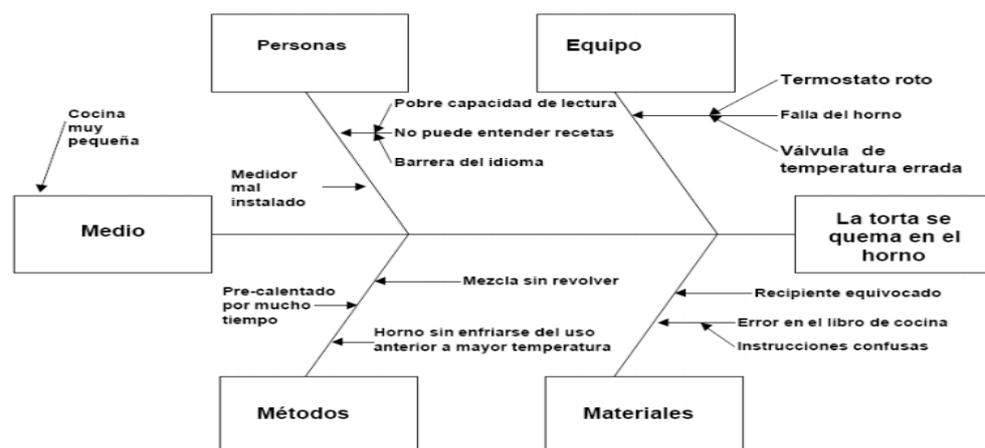


Figura 6. Ejemplo del diagrama causa efecto

Fuente: Google imágenes

En la siguiente tabla se puede ver un formato sencillo usado para establecer planes de acción para las causas que están generando el problema.

Tabla 4. Formato para establecer planes de acción diagrama de causa efecto

Causa	Actividad	Fecha	Responsable	Cómo Verificar

Histograma

¿Qué es?

Es un gráfico que muestra la distribución de frecuencias de una variable alrededor de un valor central. Es usado para:

- Comparar la situación actual y pasada.
- Estratificar
- Verificar los resultados de una acción de mejoramiento.
- Juzgar la estabilidad y capacidad de un proceso.

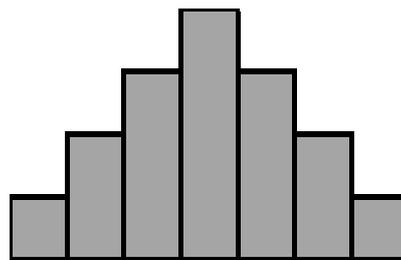


Figura 7. Ejemplo de histograma

La organización de un buen número de datos en un histograma nos permite comprender la población de manera objetiva.

¿Cómo se elabora un histograma?

Paso 1: Obtenga un número de datos que sea representativo del problema que pretenda analizar, los cuales se deben ubicar en una tabla donde se puedan visualizar y contar.

Tabla 5. Formato de recopilación de datos

75	86	99	95	97
99	97	99	88	76
84	99	90	89	95
76	75	74	81	76
90	94	75	89	74
87	77	99	78	77
85	78	92	75	87
78	92	88	95	79
96	94	90	94	74
90	77	92	92	80

Paso 2: Calcule el rango **R** restando del valor máximo, el valor mínimo $R = V \text{ máx.} - V \text{ min.}$

Se puede agilizar señalando en cada fila de la tabla de datos el valor máximo y mínimo y luego se toma el mayor de los máximos y el menor de los mínimos.

Tabla 6. Formato para encontrar el valor del rango de manera ágil

					MAX.	MIN.
75	86	99	95	97	99	75
99	97	99	88	76	99	76
84	99	90	89	95	99	84
76	75	74	81	76	81	74
90	94	75	89	74	94	74
87	77	99	78	77	99	77
85	78	92	75	87	92	75
78	92	88	95	79	95	78
96	94	90	94	74	96	74
90	77	92	92	80	92	77
					99	74

$$R = V_{\text{máx}} - V_{\text{min}}$$

$$R = 99 - 74$$

$$R = 25$$

Paso 3: Determine el número de clases en las cuales se va a dividir el rango. Dependiendo del número de datos se recomienda un número de clases especificadas en la siguiente tabla.

Tabla 7. Tabla normalizada para encontrar el número de clase

No de datos	No de clases (K)
Menos de 50	De 5 a 7
50 a 100	De 6 a 10
101 a 250	De 7 a 12
Más de 251	De 12 a 20

Para el ejemplo que son **50 datos**, seleccionamos $K=5$

Otra forma de obtener el número de clases es sacando la raíz cuadrada del número de datos (Para nuestro ejemplo es raíz de 50).

Paso 4: Determine el intervalo o amplitud de cada clase A , en donde $A= R/K$. Es conveniente redondear dicha amplitud a un número acorde con las cifras o fracciones de los datos.

$$A= 25/5$$

$$A= 5$$

Paso 5: Tome el valor mínimo de los datos y aproxímelo hacia el número inmediatamente menor (según las fracciones que se manejan entre los datos). Ese será el límite inferior de la primera clase. Súmele la amplitud de clase y tendremos el límite superior. Para obtener el límite inferior de la segunda clase se le adiciona al límite superior de la primera clase una fracción acorde, menor a las diferencias que se manejan entre los datos y así se va repitiendo el procedimiento hasta obtener los dos límites de cada clase.

Paso 6: Construya la tabla de frecuencias con los datos obtenidos como: número de clases, límites inferior y superior, valor medio.

Tabla 8. Tabla de clases y límites

Clase	Límite Inferior	Límite Superior
1	74	79
2	79,1	84
3	84,1	89
4	89,1	94
5	94,1	99

Paso 7: Traslade los datos de la tabla inicial a la tabla de frecuencias ubicando cada uno en la respectiva clase, haciendo una raya vertical por cada dato, luego totalice el número de datos hallados en cada clase y regístrelos en la última columna.

Tabla 9. Tabla de frecuencias

Clase	Sup.	Inf.	Datos															Cantidad	
1	74	79	75	76	78	77	78	77	76	74	77	74	76	78	75	74	75	75	16
2	79,1	84	81	79	80	84													4
3	84,1	89	87	88	85	87	88	86										6	
4	89,1	94	92	92	90	90	94	94	90	92	92	90	89						11
5	94,1	99	96	99	97	99	99	99	99	95	99	94	89	97	95				13

Paso 8: Construya el histograma basado en la tabla de frecuencias, ubicando en el eje vertical el número de datos o frecuencias hallados para cada clase, en el eje horizontal las clases, señalando los límites inferiores y superiores en forma progresiva de izquierda a derecha.

Dibuje un rectángulo para cada clase delimitado verticalmente por los límites inferior y superior y horizontalmente por el eje X y la frecuencia de cada clase.

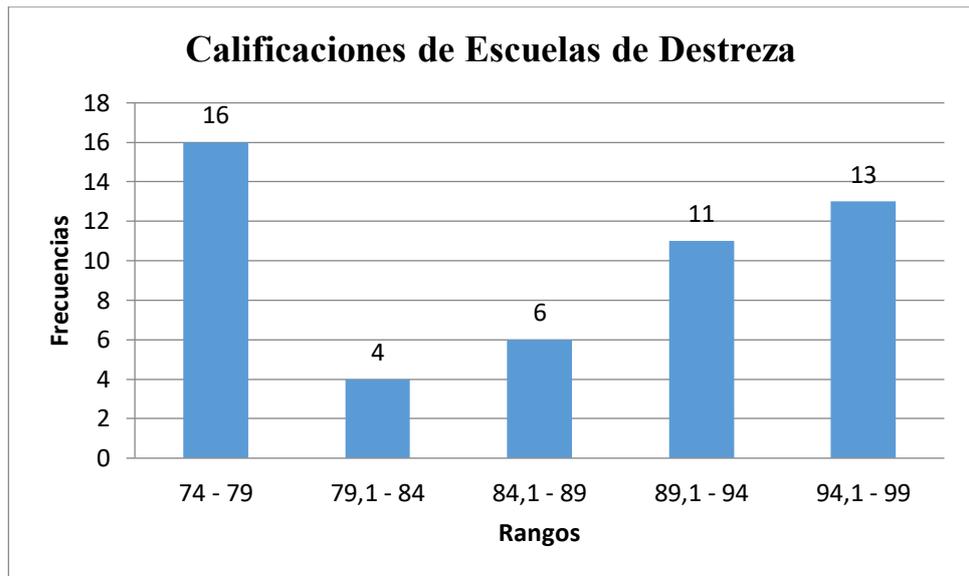


Figura 8. Histograma con frecuencias y rangos

Ver ejemplo: ¿Cómo construir un histograma? en https://youtu.be/Wnd_BFBZLZU

Diagrama de dispersión

¿Qué es?

Las medidas de dispersión como indica (Batanero, C., González-Ruiz, I., López-Martín, M. , 2015) “son esenciales en una distribución de datos, complementando a las de posición central, al caracterizar la variabilidad de los datos respecto a las mismas”. Consecuentemente, estos diagramas permiten básicamente estudiar la intensidad de la relación entre 2 variables para un conjunto de datos y hacer predicciones basadas en ellos. Dadas dos variables X y Y, se dice que existe una correlación entre ambas.

- **Correlación.** - Con los diagramas de dispersión podemos ver cómo se relacionan ambas variables entre sí. Esto es lo que se conoce como correlación. Hay tres tipos de correlación: positiva, negativa y nula (sin correlación).

- **Correlación positiva:** Ocurre cuando una variable aumenta y la otra también. Por ejemplo, la altura de una persona y el tamaño de su pie; mientras aumenta la altura, el pie también.
- **Correlación negativa:** Es cuando una variable aumenta y la otra disminuye. El tiempo de estudio y el tiempo que pasas jugando videojuegos, tienen una correlación negativa, ya que cuando tu tiempo de estudio aumenta, no te queda tanto tiempo para jugar videojuegos.
- **Sin correlación:** No hay una relación aparente entre las variables. Los puntos en tus videojuegos y tu talla de zapato no parecen tener ninguna correlación; mientras una aumenta, la otra no tiene ningún efecto.

En un gráfico de dispersión se representa cada par (X, Y) como un punto donde se cortan las coordenadas de X y Y.

Ejemplo:

Supongamos que en un proceso se ha evidenciado cierta fluctuación del peso del producto terminado, luego de efectuar un análisis de posibles causas se presume que el parámetro de humedad del proceso (que se puede controlar) tiene una directa relación con los cambios del peso. Para ello se efectúa un registro del parámetro del proceso y el peso del producto final, tal como observaremos en el siguiente tabulado:

Tabla 10. Tabulación de humedad vs peso

HUMEDAD	PESO
1,94	
1,82	
1,79	
1,69	
1,8	
1,88	
1,57	
1,81	
1,76	
1,63	
1,59	
1,84	
1,92	
1,84	
1,88	
1,62	
1,86	
1,91	
1,99	
1,76	
1,55	
1,71	
1,75	
1,76	
2	

Fuente: (Salazar López Bryan, 2016)

Se desea establecer si existe una correlación entre las variables del proceso, por ello se tabula en un diagrama de dispersión:

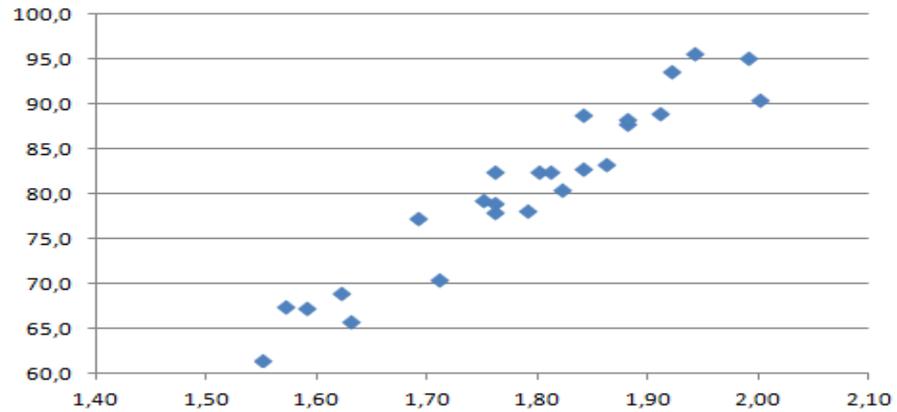


Figura 9. **Gráfico de un diagrama de dispersión que relaciona humedad vs peso.**

Fuente: (Salazar López Bryan, 2016)

Podemos observar que existe cierta correlación positiva entre las variables del proceso. Para entender la elaboración de un diagrama de dispersión, revisemos el siguiente ejemplo: El diagrama de dispersión que se presenta expresa la cantidad de dinero que se ganó Mateo cada semana trabajando en la tienda de su padre.

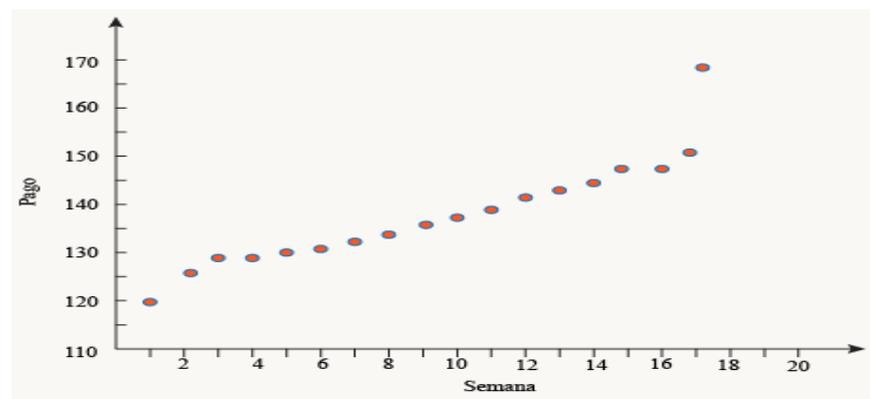


Figura 10. **Gráfico de un diagrama de dispersión que relaciona cantidad de dinero vs trabajo**

Las semanas están diagramadas en el eje x, y la cantidad de dinero que se ganó en esa semana en el eje y. En general, la variable independiente (la variable que no está influenciada por nada) está en el eje x y la variable dependiente (la que es modificada por la variable independiente) está en el eje y.

En este diagrama podemos ver que en la semana 2 Mateo se ganó alrededor de \$125, y en la semana 18 estuvo cerca de los

\$165. Pero más importante aún es la tendencia. Por ejemplo, con estos datos podemos ver que Mateo gana cada vez más según pasan las semanas. Quizá su padre le da más horas a la semana o más responsabilidades.

El diagrama de dispersión que analizamos tiene una fuerte correlación positiva: a medida que las semanas aumentan, su pago también.

Línea de ajuste: Usamos la "línea de ajuste" para hacer predicciones basándonos en datos pasados. Hay muchas y muy complicadas fórmulas para encontrar esta recta, pero por ahora solo la dibujaremos a través de los puntos en la gráfica para que se ajuste a la tendencia que nos marcan los datos. Cuando dibujes la recta, asegúrate de que encaje con la mayor parte de los datos. Si hay un punto que está muy por encima o muy por debajo con respecto al resto (los atípicos) déjalo fuera de la recta.

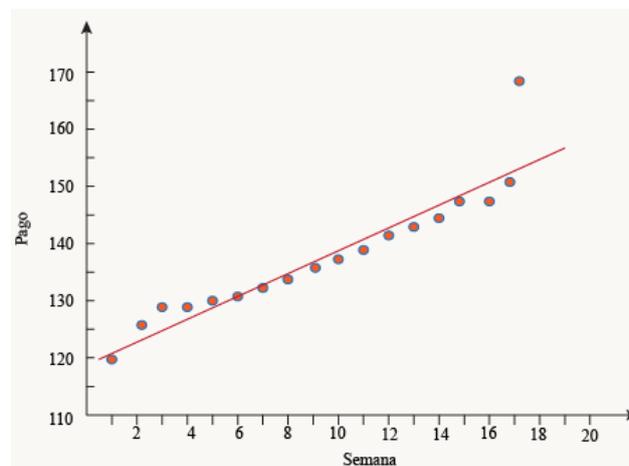


Figura 11. Línea de ajuste en un diagrama de dispersión que relaciona cantidad de dinero vs trabajo

Usando esta recta podemos predecir cuánto dinero ganará Mateo en 20 semanas de trabajo (asumiendo que el patrón continúa). Basándonos en estos ejemplos, Mateo se ganará, aproximadamente, \$157 en la semana 20.

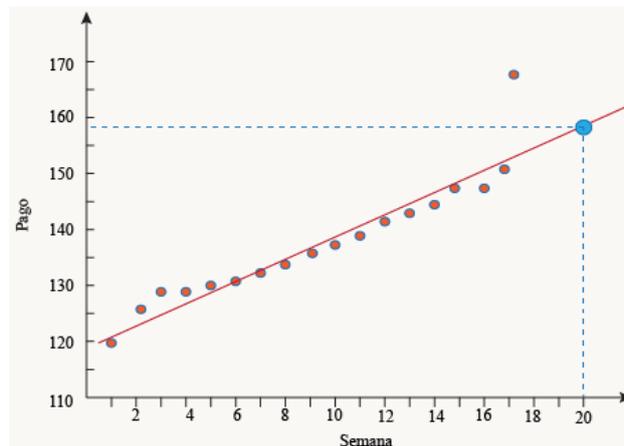


Figura 12. **Predicción con el uso de un diagrama de dispersión que relaciona cantidad de dinero vs trabajo**

Estratificación

¿Qué es?

Es una herramienta estadística que clasifica los elementos de una población que tiene afinidad para así analizarlos y determinar causas comunes de su comportamiento. La estratificación contribuye a identificar las causas que hacen mayor parte de la variabilidad, de esta forma se puede obtener una comprensión detallada de la estructura de una población de datos, examinando así la diferencia en los valores promedio y la variación en los diferentes estratos. Es decir "divide la población en sub poblaciones distintas, basado en algunas de sus características, ubicación, estratos de valores o cualquier otro elemento de interés." (Cubillos Rodríguez & Rozo Rodríguez, 2009)

A cada grupo se le denomina estrato. El objetivo es aislar la causa de un problema, identificando el grado de influencia de ciertos factores en el resultado de un proceso.

Los estratos a definir lo serán en función de la situación particular de que se trate, pudiendo establecerse estratificaciones atendiendo a:

- Personal.

- Materiales.
- Maquinaria y equipo.
- Áreas de gestión.
- Tiempo.
- Entorno.
- Localización geográfica.
- Otros.

La estratificación puede apoyarse en distintas herramientas de calidad, siendo el histograma el modo más habitual de presentarla.

¿Cómo se elabora?

- Seleccionar las variables de Estratificación.
- Establecer las categorías que se utilizarán en cada variable de Estratificación.
- Clasificar las observaciones dentro de las categorías de la variable de Estratificación.
- Mostrar los resultados.
- Utilización de gráficos de barras
- Preparar y exponer los resultados para otras variables de Estratificación
- Planificar una confirmación adicional.

Beneficios

- Mayor detalle de la información.
- Establecer prioridades.

Ejemplo:

En una empresa del ramo metal-mecánico se tiene interés en evaluar cuáles son los problemas más importantes por los que las piezas metálicas son rechazadas cuando se inspeccionan y contienen algún tipo de defecto. Este rechazo se da en las tres líneas de producción y en diversas fases del proceso, en donde

los supervisores simplemente desechan las piezas por lo que es difícil conocer la naturaleza del problema.



Figura 13. Proceso productivo en una empresa del ramo metal-mecánico

Para analizar a mayor detalle el problema le pedimos a cada supervisor que ordene las piezas de acuerdo a cada tipo de defecto que presenta.

Para realizar tal evaluación se estratifican los rechazos por tipo y por línea que produjo la pieza. Los resultados obtenidos en una semana se aprecian en la siguiente tabla, donde se ven los diferentes tipos de problemas, la frecuencia con que han ocurrido y la línea donde se originaron.

Tabla 11. Hoja de recolección de datos de defectos por línea y por tipo

Defecto	Máquina 1	Máquina 2	Máquina 3	Total
Porosidad	6	16	10	32
Llenado	12	34	15	61
Maquinado	2	1	2	5
molde	3	6	7	16
Ensamblado	2	2	2	6
Total	25	59	36	120

Como se puede observar en la tabla nuestra prioridad será resolver el proceso de llenado en la máquina número 2.

Otra situación que se torna evidente es el desempeño general de la máquina número 2 por cuanto, presenta una cantidad

de defectos que superan por mucho a la máquina número 1. Finalmente se sugiere tengamos cuidado con el proceso de llenado, pues resulta ser el más problemático para las tres máquinas.

A continuación, debemos elaborar un diagrama de barras en el que, por cada causa de defecto, se distribuyen las frecuencias de cada una de las máquinas que se analizaron.

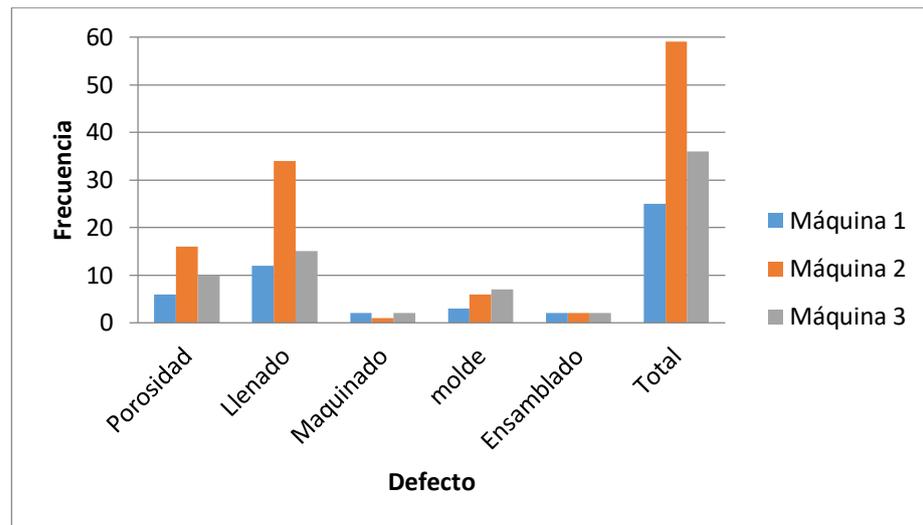


Figura 14. **Diagrama de estratificación de los defectos producidos en un proceso productivo**

La gráfica nos permite comparar el desempeño de las tres máquinas entre sí para los distintos tipos de errores que se producen y una vez más podemos observar que el proceso de llenado de la máquina 2 es el que más problemas presenta para la producción de piezas de autopartes mientras que las otras dos máquinas presentan una menor incidencia de defectos.

Con la gráfica podemos identificar fácilmente el origen de los defectos, así como precisar el problema con mayor detalle ya que no es lo mismo reportar 120 piezas defectuosas que identificar el problema y medir el efecto que tiene en la producción.

Ver ejemplo: ¿Cómo construir una estratificación? en <https://youtu.be/LC3PKmlWCfo>

Gráficos de control

¿Qué es?

Es un gráfico que muestra durante un período de tiempo el comportamiento de un proceso dentro de unos límites de control establecidos. Usado para determinar la estabilidad de un proceso, su capacidad para cumplir especificaciones o si las causas de la variación son especiales o comunes.

Los gráficos de control o “diagramas de control se utilizan para analizar, supervisar y controlar la estabilidad de los procesos, mediante el seguimiento de los valores de las características de calidad y su variabilidad.” (Arbós, L. C., & Babón, J. G., 2017)

Se clasifican dependiendo de la naturaleza de los datos en:

Control de variables: donde las muestras son expresadas en unidades cuantitativas como la longitud o el peso.

Control de atributos: donde las muestras se expresan en unidades cualitativas como el ser o no defectuosos, o el pasa no pasa.

¿Cómo se elabora un gráfico de control?

Paso 1: Recoja más o menos 100 datos dividiéndolos en subgrupos de 2 a 6 datos cada uno.

Paso 2: Calcule el valor promedio **X** para cada subgrupo, obteniendo una cifra decimal más que aquellas de los datos originales.

Paso 3: Calcule el valor promedio **X** para los valores promedio de los subgrupos **X** obteniendo dos cifras decimales adicionales a las de los datos originales.

Paso 4: Calcule el rango **R** restando del valor máximo el valor mínimo para cada subgrupo

$$R = V \text{ máx.} - V \text{ min.}$$

Paso 5: Calcule el valor promedio **R** de los rangos de todos los subgrupos

Paso 6: Calcule cada una de las líneas de control para la gráfica de valor promedio **X** y para la gráfica de los rangos **R** con las siguientes formulas:

Para X

$$\text{Línea Central LC} = \bar{\bar{X}}$$

$$\text{Limite de control superior LCs} = \bar{\bar{X}} + A2 * \bar{R}$$

$$\text{Limite de control inferior LCi} = \bar{\bar{X}} - A2 * \bar{R}$$

Para R

$$\text{Línea Central LC} = \bar{R}$$

$$\text{Limite de control superior LCs} = D4 * \bar{R}$$

$$\text{Limite de control inferior LCi} = D3 * \bar{R}$$

Donde D4, D3 y A2 son constantes que varían según el tamaño de la muestra. A continuación, se presenta la tabla, en donde están los valores de dichas constantes.

n	A	A2	A3	c4	1/c4	B3	B4	B5	B6	d2	d3	1/d2	D1	D2	D3	D4
2	2.121	1.880	2.659	0.798	1.253	0.000	3.267	0.000	2.606	1.128	0.853	0.886	0.000	3.686	0.000	3.267
3	1.732	1.023	1.954	0.886	1.128	0.000	2.568	0.000	2.276	1.693	0.888	0.591	0.000	4.358	0.000	2.575
4	1.500	0.729	1.628	0.921	1.085	0.000	2.266	0.000	2.088	2.059	0.880	0.486	0.000	4.698	0.000	2.282
5	1.342	0.577	1.427	0.940	1.064	0.000	2.089	0.000	1.964	2.326	0.864	0.430	0.000	4.918	0.000	2.114
6	1.225	0.483	1.287	0.952	1.051	0.030	1.970	0.029	1.874	2.534	0.848	0.395	0.000	5.079	0.000	2.004
7	1.134	0.419	1.182	0.959	1.042	0.118	1.882	0.113	1.806	2.704	0.833	0.370	0.205	5.204	0.076	1.924
8	1.061	0.373	1.099	0.965	1.036	0.185	1.815	0.179	1.751	2.847	0.820	0.351	0.388	5.307	0.136	1.864
9	1.000	0.337	1.032	0.969	1.032	0.239	1.761	0.232	1.707	2.970	0.808	0.337	0.547	5.394	0.184	1.816
10	0.949	0.308	0.975	0.973	1.028	0.284	1.716	0.276	1.669	3.078	0.797	0.325	0.686	5.469	0.223	1.777
11	0.905	0.285	0.927	0.975	1.025	0.321	1.679	0.313	1.637	3.173	0.787	0.315	0.811	5.535	0.256	1.744
12	0.866	0.266	0.886	0.978	1.023	0.354	1.646	0.346	1.610	3.258	0.778	0.307	0.923	5.594	0.283	1.717
13	0.832	0.249	0.850	0.979	1.021	0.382	1.618	0.374	1.585	3.336	0.770	0.300	1.025	5.647	0.307	1.693
14	0.802	0.235	0.817	0.981	1.019	0.406	1.594	0.398	1.563	3.407	0.763	0.294	1.118	5.696	0.328	1.672
15	0.775	0.223	0.789	0.982	1.018	0.428	1.572	0.421	1.544	3.472	0.756	0.288	1.203	5.740	0.347	1.653
16	0.750	0.212	0.763	0.983	1.017	0.448	1.552	0.440	1.527	3.532	0.750	0.283	1.282	5.782	0.363	1.637
17	0.728	0.203	0.739	0.985	1.016	0.466	1.534	0.459	1.510	3.588	0.744	0.279	1.356	5.820	0.378	1.622
18	0.707	0.194	0.718	0.985	1.015	0.482	1.518	0.475	1.496	3.640	0.739	0.275	1.424	5.856	0.391	1.609
19	0.688	0.187	0.698	0.986	1.014	0.497	1.503	0.490	1.483	3.689	0.733	0.271	1.489	5.889	0.404	1.596
20	0.671	0.180	0.680	0.987	1.013	0.510	1.490	0.503	1.470	3.735	0.729	0.268	1.549	5.921	0.415	1.585
21	0.655	0.173	0.663	0.988	1.013	0.523	1.477	0.516	1.459	3.778	0.724	0.265	1.606	5.951	0.425	1.575
22	0.640	0.167	0.647	0.988	1.012	0.534	1.466	0.528	1.448	3.819	0.720	0.262	1.660	5.979	0.435	1.565
23	0.626	0.162	0.633	0.989	1.011	0.545	1.455	0.539	1.438	3.858	0.716	0.259	1.711	6.006	0.443	1.557
24	0.612	0.157	0.619	0.989	1.011	0.555	1.445	0.549	1.429	3.895	0.712	0.257	1.759	6.032	0.452	1.548
25	0.600	0.153	0.606	0.990	1.010	0.565	1.435	0.559	1.420	3.931	0.708	0.254	1.805	6.056	0.459	1.541

Figura 15. Constantes para graficas de control

Cuando se requiere estimar la desviación estándar usamos el valor de d2 y la calculamos con la siguiente fórmula:

$$\sigma = \frac{\bar{R}}{d2}$$

Paso 7: Dibuje las líneas de control marcando el eje vertical por el lado izquierdo con los valores de X y de R y el eje horizontal con el número de subgrupos.

Paso 8: Marque el número de subgrupos sobre la línea horizontal a intervalos de 5mm. Encierre en un círculo los puntos de los valores que estén por fuera de límites.

Paso 9: Escriba el tamaño del subgrupo en la parte superior izquierda de la gráfica X además el nombre del proceso y del producto, el período, el método de medición, condiciones de trabajo y turno.

Ejemplo:

Realizar la gráfica de control del tiempo de espera promedio en un consultorio.

En la tabla 12 muestra, el tiempo promedio que demora en ser atendido el paciente desde que llega hasta que ingresa al consultorio externo de medicina (en minutos). Información tomada durante 10 semanas de lunes a viernes (n=5)

Tabla 12. Hoja de recolección de datos de defectos por línea y por tipo

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Lunes	130	90	100	70	15	75	175	65	70	150
Martes	25	135	95	140	65	135	60	65	110	200
Miércoles	100	60	85	65	125	55	55	180	30	190
Jueves	80	60	35	30	70	85	55	90	75	180
Viernes	60	35	120	60	70	105	55	50	85	180
X	79	76	87	73	69	91	80	90	74	180
R	105	100	85	110	110	80	120	130	80	50

Primero calculamos el promedio y el rango de cada subgrupo, tal como lo tenemos en la tabla 2, en dónde X es el promedio y R es el rango de cada subgrupo.

A continuación, se calcula el promedio del proceso y el promedio del rango.

$$\bar{\bar{X}} = (79+76+87+73+69+91+80+90+74+180)/10$$

$$\bar{\bar{X}} = 89,9$$

$$\bar{R} = (105+100+85+110+110+80+120+130+80+50)/10$$

$$\bar{R} = 97$$

Calcular los límites de control para **X**

LIMITE SUPERIOR DE CONTROL

$$LSC_x = \bar{\bar{X}} + A_2 \bar{R} \quad (\text{Siendo } A_2 = 0,577)$$

$$LSC_x = 89,9 + (0,577 * 97)$$

$$LSC_x = 145,87$$

LIMITE INFERIOR DE CONTROL

$$LIC_x = \bar{\bar{X}} - A_2 \bar{R} \quad (\text{Siendo } A_2 = 0,577)$$

$$LIC_x = 89,9 - (0,577 * 97)$$

$$LIC_x = 33,93$$

$$LC = \bar{\bar{X}} = 89,9$$

Realizar la gráfica de control

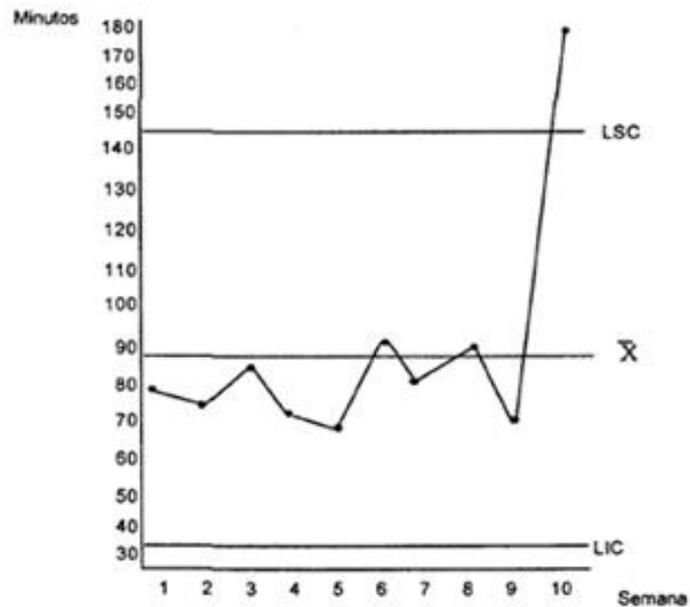


Figura 16. Constantes para graficas de control

Al igual que **X** se deben calcular los límites de control de **R** con las formulas dadas anteriormente y luego proceder a realizar la gráfica de control.

Como se puede observar en el gráfico, el tiempo promedio por semana que demora en ser atendido un paciente desde que llega al establecimiento hasta que ingresa al consultorio externo de medicina se encuentra dentro de los límites permisibles ($L_{ic} = 33,93$ y $L_{sc} = 145,87$ min), excepto en la semana 10 en que el tiempo promedio es de 180 minutos, el cual se encuentra fuera del límite de control superior (145,87 min), lo que indica una variación inusual (acontecimientos no planificados como la tardanza o inasistencia de personal entre otros), pues los equipos de mejora deberán analizar las causas que ocasionaron esta situación, y concentrar sus esfuerzos en eliminarla y encauzar el proceso dentro de los límites establecidos.

Técnicas para el mejoramiento continuo de la calidad

Cinco porqués

El objetivo final de los 5 porqués es determinar la causa raíz de un defecto o problema. Esta técnica se utilizó por primera vez en Toyota durante la evolución de sus metodologías de fabricación.

La estrategia de los 5 porqués consiste en examinar cualquier problema y realizar la pregunta: "¿Por qué?" La respuesta al primer "porqué" va a generar otro "porqué", la respuesta al segundo "porqué" te pedirá otro y así sucesivamente, de ahí el nombre de la estrategia 5 porqués.

La técnica es sencilla, sin dificultad de aplicación, así, constituye una herramienta fácil y muchas veces eficaz para descubrir la raíz de un problema. Ya que es simple, se puede adaptar de forma rápida para que puedas resolver casi

cualquier problema, por lo que debemos hacerla nuestra y aplicarla siempre que sea necesario.

Cuando se busca resolver un problema, comienza con el resultado final de la situación que quieres analizar y trabaja hacia atrás (hacia la raíz), pregunta de manera continua: “¿Por qué?”. Repite una y otra vez la pregunta hasta que la causa raíz del problema se hace evidente. No obstante, se debe tener en cuenta que, si no se obtiene una respuesta correcta de manera rápida, es posible que tener que aplicar otras técnicas de resolución de problemas.

Conviene indicar que el número de “cinco” porqués atribuido a esta técnica no es fijo puesto que el proceso iterativo de pregunta y respuesta se puede repetir tantas veces como sea necesario para encontrar la causa raíz del problema.

La experiencia dice que a partir del quinto porqué resulta suficiente para sacar a la luz las causas principales del problema. El siguiente ejemplo muestra el desarrollo de esta técnica, así como el resultado que se obtiene:

Ejemplo de aplicación:

MONUMENTO DE LINCOLN

Se descubrió que el monumento de Lincoln se estaba deteriorando más rápido que cualquiera de los otros monumentos de Washington D.C.

¿Por qué?: Porque se limpiaba con más frecuencia que los otros monumentos.

¿Por qué?: Se limpiaba con más frecuencia porque había más depósitos de pájaros en el monumento de Lincoln que en cualquier monumento.

¿Por qué?: Había más pájaros alrededor del monumento de Lincoln que en cualquier otro monumento, particularmente la población de gorriones era mucho más numerosa.

¿Por qué?: Había más comida preferida por los gorriones en el monumento de Lincoln, específicamente ácaros.

¿Por qué?: Descubrieron que la iluminación utilizada en el monumento de Lincoln era diferente a la de los otros monumentos y esta iluminación facilitaba la reproducción de ácaros.

Acción: Cambiaron la iluminación y solucionaron el problema.

Lluvia de ideas



Figura 17. Constantes para graficas de control

Es una técnica por la cual un equipo identifica, desarrolla o genera varias ideas sobre un tema determinado. Da la oportunidad a todos los miembros del equipo de opinar o sugerir con relación al tema seleccionado.

¿Cómo se utiliza?

Formulación del enunciado, del problema o del tema, el mismo que se pone a consideración del grupo:

- Cada integrante, en silencio, escribe el máximo número de ideas y las lista en un papel, o en un post-its.
- Las ideas ponen a la vista de todos, para ir revisando y eliminando las ideas comunes.
- Las ideas que quedan se pueden reformular, o validar
- Se agrupan las ideas por afinidad.
- Se priorizan las ideas, en consenso (alternativa: voto $n/2 + 1$).

- Las ideas clasificadas son base para un plan de acción.
- A continuación, un ejemplo de lluvia de ideas para salida de vacaciones:
- Se reúne toda la familia en la sala de la casa y el padre expone la propuesta general.
 - En segundo término, la mamá o uno de los hijos realizan una proposición de salir a vacacionar a la playa.
 - Otro hijo agrega que salieron las vacaciones pasadas a la playa, y es mejor visitar a un familiar.
 - Algunos de los demás miembros incluyendo a la abuela, afirman que es una muy buena idea.
 - Es entonces que se llega a una resolución unánime.
 - Y la siguiente situación es decidir qué familiar será el que será visitado.
 - La primera proposición es de la hija mayor, quien propone visitar a la tía Rosa que vive en la misma ciudad y quedarse con ella todas las vacaciones.
 - Entonces el abuelo propone que sea a su hermana que vive en Inglaterra.
 - Algunos familiares aceptan esta proposición, pero no quieren que se quede la tía Rosa y sus familiares.
 - El abuelo hace la propuesta de juntar dinero entre todos para poder hacer un viaje familiar con todos los familiares cercanos.
 - La propuesta es aceptada y todos ofrecen el dinero que tienen disponible sin desbalancear los gastos programados.
 - El padre decide comunicarse con su hermana e invitarla.
 - Así es como se realiza una lluvia de ideas.

Capítulo II

La mejora continua y la reingeniería de procesos

Introducción

Según la NTP-ISO 9000:2001, Mejora continua es una "actividad recurrente para aumentar la capacidad para cumplir los requisitos" siendo los requisitos la "necesidad o expectativa establecida, generalmente implícita u obligatoria". (García, M., Quispe, C., & Guevara, L. R., 2001)

Para (Andrés, G. P., Soler, V. G., & Bernabeu, E. P., 2017) "la reingeniería de procesos constituye una gran ventaja competitiva para las empresas, dado que si se realiza de forma adecuada, rediseñando los procesos" se obtiene mejoras, aumentando así el rendimiento e incluso reduciendo costes.

Existe una diferencia entre la mejora continua y la reingeniería de procesos, aunque los dos sirven para realizar mejoras en un proceso concreto. La mejora continua consiste en la implantación de pequeños cambios en los procesos que lo requieran, con el objetivo de incrementar de forma suave pero constante los niveles de calidad de la empresa. En contraposición, la re-ingeniería de procesos se refiere a realizar un cambio radical y una reestructuración de todo el proceso, desde el principio al final, ya que no consigue los objetivos marcados en un principio.

Mejora continua

La excelencia ha de alcanzarse mediante un proceso de mejora continua. Mejora, en todos los campos, de las capacidades del personal, eficiencia de los recursos, de las relaciones con el público, entre los miembros de la organización, con la sociedad y cuanto se le ocurra a la organización, que pueda mejorarse en dicha organización, y

que se traduzca en una mejora de la calidad del producto o servicio que prestamos.

Alcanzar los mejores resultados, no es labor de un día. Es un proceso progresivo en el que no puede haber retrocesos. Han de cumplirse los objetivos de la organización, y prepararse para los próximos retos.

Lo deseable es mejorar un poco día a día, y tomarlo como hábito, y no dejar las cosas tal como están, teniendo altibajos. Lo peor es un rendimiento irregular. Con estas últimas situaciones, no se pueden predecir los resultados de la organización, porque los datos e información, no son fiables ni homogéneos. Cuando se detecta un problema, la respuesta y solución, ha de ser inmediata. No nos podemos demorar, pues podría originar consecuencias desastrosas.

La mejora continua implica tanto la implantación de un Sistema como el aprendizaje continuo de la organización, el seguimiento de una filosofía de gestión, y la participación activa de todas las personas.

Las empresas no pueden seguir dando la ventaja de no utilizar plenamente la capacidad intelectual, creativa y la experiencia de todas sus personas. Ya se ha pasado la época en que unos pensaban y otros sólo trabajaban. Como en los deportes colectivos donde existía una figura pensante y otros corrían y se sacrificaban a su alrededor, hoy ya en los equipos todos tienen el deber de pensar y correr. De igual forma como producto de los cambios sociales y culturales, en las empresas todos tienen el deber de poner lo mejor de sí para el éxito de la organización. Sus puestos de trabajo, su futuro y sus posibilidades de crecimiento, de desarrollo personal y laboral dependen plenamente de ello.

En conclusión, como indica (Flores María, 2019) “la Mejora Continua es una forma de trabajar para hacer más productivo y agradable nuestro sitio de trabajo.”

Si es tan evidente y necesaria la mejora continua, cómo es factible pues que muchos empresarios y directores de empresas se nieguen a verla y adoptarla, o, dicho en otras palabras, ¿por qué se niegan a tomar conciencia de dicha “obligatoria” necesidad? (Guía de la calidad, 2019)

Hay varias metodologías asociadas a la Mejora Continua; entre ellas están Lean Manufacturing, Six Sigma, Kaizen, entre otras pero podemos decir que la piedra angular de la Mejora Continua en cualquier ámbito de los procesos, productos y/o servicios, es el llamado Ciclo de Deming como indica Deming Edwards (1950).

Metodologías para la mejora continua

Ciclo Deming o ciclo PHVA



Figura 18. **Ciclo Deming o ciclo PHVA**

Fuente: (Wikilibros, 2018)

(García, M., Quispe, C., & Ráez, L., 2003) “Deming empleó el Ciclo PHVA como introducción a todas y cada una de las capacitaciones que brindó a la alta dirección de las empresas

japonesas. De allí hasta la fecha, este ciclo, ha recorrido el mundo como símbolo indiscutido de la Mejora Continua”.

“Dentro del contexto de un sistema de gestión de la calidad, el ciclo PHVA es un ciclo que está en pleno movimiento. Que se puede desarrollar en cada uno de los procesos. Está ligado a la planificación, implementación, control y mejora continua, tanto para los productos como para los procesos del sistema de gestión de la calidad.” (García, M., Quispe, C., & Guevara, L. R., 2001)

El proceso de **mejora continua** como hemos mencionado anteriormente, se basa en la aplicación del Ciclo de Deming, el cual consta de las siguientes etapas:

Planificar. - Primero es necesario identificar las actividades que son susceptibles de mejoras, además se establecen los objetivos que se quieren alcanzar.

Para ello se realiza una recopilación de toda la información necesaria para analizar las causas que han originado esa situación desfavorable para poder elaborar un **Plan de Acción**, con las acciones preventivas y correctivas que se consideren necesarias. Esta fase incluye la formación al personal con el propósito de que sean capaces de aplicar y entender las medidas que se hayan definido. Además involucra “planes sobre el mejoramiento por medio de diagramas de Pareto, diagrama causa y efecto, histogramas, cartas de control, gráficas y lista de comprobación.” (Rueda, R. A. S, 2018)

Hacer. - Consiste en ejecutar todas las acciones que se han planeado en la fase anterior.

En esta fase es recomendable hacer una prueba piloto para validar el funcionamiento de las acciones antes de realizar cambios a gran escala.

Verificar. - Se debe evaluar la eficacia de las acciones llevadas a cabo. Si las actividades no tienen el efecto que se desea, habrá que modificarlas para que se puedan conseguir los objetivos establecidos.

Actuar. - Una vez que se ha finalizado el proceso, se deben estudiar los resultados obtenidos y compararlos con los datos que se recogían antes de aplicar las acciones de mejora. También, hay que documentar cada acción que se haya realizado.

Una vez que se ha alcanzado la última fase del ciclo **PHVA** se pueden dar dos situaciones:

- **Positiva.** - En la que se ha alcanzado el objetivo. Lo que implica que las acciones tomadas son eficaces y se pueden seguir aplicando. Esto no implica que no haya que repetir el proceso, es más se deben identificar nuevas acciones de mejora y comenzar un nuevo ciclo para continuar con la mejora de la organización.
- **Negativa.** - En la que no se ha alcanzado el objetivo. En este caso habría que examinar todo el ciclo para identificar los errores que se hayan cometido y, a continuación, se debe empezar un nuevo ciclo PHVA.

El **ciclo PHVA de mejora continua** debe incorporarse en los procesos diarios de la organización, siendo aceptada como un valor fundamental, ya que forma parte de los Sistemas de Gestión.

Existen varias **normas ISO** en las que se hace mención a la mejora continua. Por ejemplo, en la **norma ISO 9001** se habla de la mejora continua del **Sistema de Gestión de Calidad**, y según ésta, todo sistema de Gestión de Calidad debe aplicar el ciclo de mejora continua de forma normalizada. (ISO 9001, 2015)

Otra norma muy extendida que hace alusión a la mejora continua es la (ISO 14001, 2015), referente a los requisitos de los **Sistemas de Gestión Ambiental**. En ella, se establece el **ciclo PHVA** como base para la implementación del sistema de gestión.

Metodología Six Sigma

“La globalización de los mercados y los altos niveles de exigencia para las empresas, ha llevado al desarrollo de las técnicas y herramientas de mejoramiento continuo de procesos, lo que permite medirlos para detectar sus deficiencias, disminuir los costos y el tiempo del ciclo, aspectos imprescindibles que hacen a las organizaciones más eficientes y competitivas para poder transformarse en líderes y referentes en los mercados.” (Dubé-Santana, M., Hevia-Lanier, F., Michelena-Fern, 2017)

Six Sigma es una metodología basada en la **mejora continua de los procesos**, que se centra en reducir, eliminar los defectos o fallos en los mismos, buscando satisfacer las necesidades del cliente. Este modelo de gestión de calidad también es conocido como **DMAIC** (Define, measure, analyze, improve and control, en castellano, definir, medir, analizar, mejorar y controlar), y consiste en aplicar, en cada proceso. Es decir, todo lo que se puede medir se puede controlar, todo lo que se puede controlar se puede mejorar.

Las fases de la metodología Six Sigma son las siguientes:

Definir. - Se define el proceso, o procesos, que deben ser evaluados por parte de la dirección y a la vez se define el equipo de trabajo que llevará a cabo este proyecto. En este punto se definen los objetivos de mejora.

Medir. - Este punto consiste en entender el estado actual del problema o defecto. Se clasifica y evalúa cada parte del

proceso y se identifican todas las variables relacionadas con el mismo.

Analizar. - En este paso se analizan e interpretan los resultados actuales e históricos del proceso y se averiguan las causas del problema.

Mejorar. - Se llevan a cabo las acciones necesarias para mejorar el proceso. Con lo cual se pretende “evaluar e implementar todas las posibles soluciones, aseverar que se efectúen los planteamientos establecidos como metas. Se diseñan posibles soluciones que aborden el problema raíz y se obtengan los resultados hacia las expectativas del cliente.” (Terán, P., & Alvarado, A., 2017)

Controlar. - Se toman medidas para asegurar la eficacia y continuidad del proceso, adecuado a los nuevos objetivos.

Es importante que durante el proceso de mejora participe todo el equipo relacionado con el proceso a mejorar, ya que se conseguirá una mayor implicación y mejores resultados.

Durante las fases iniciales se tienen que definir los indicadores. Una vez se han obtenido y se ha analizado la información que se ha obtenido, se habrán detectado oportunidades de mejora y se podrá empezar a mejorar la productividad.

Se puede decir que la medición de datos y la mejora continua son una “**cultura de empresa**” y no un proceso más de la organización.

Lean manufacturing

Introducción. - Seguramente al menos una vez en los últimos años hemos escuchado el concepto de Manufactura Esbelta (Lean Manufacturing en inglés) en la industria. Sin embargo, es pertinente iniciar haciendo mención que Lean no sólo es aplicable en la manufactura, sino que también cualquier área de la organización puede aprovechar sus conceptos y verse beneficiada por su pensamiento. Es común escuchar a muchas personas en el ámbito empresarial que al hablar de Lean, piensan que puede ser la solución a todos sus problemas, que es la moda que los llevará de la mano a competir con los grandes en este mundo globalizado, pero nunca se detienen a pensar si es la mejor herramienta (filosofía por concepto) para solucionar un problema en específico, sino por el contrario, ven sus problemas como un todo o más bien como uno solo y como tal quieren que se solucione con una sola herramienta.

El concepto de Manufactura Esbelta

Lean Manufacturing (manufactura esbelta) como indica (Socconini, L. , 2019) “es el nombre que recibe el sistema justo a tiempo (just in time) en occidente. También se denomina manufactura de clase mundial y sistema de producción Toyota.

La mayoría de los autores la define como una filosofía enfocada a la reducción de desperdicios. El concepto surge principalmente del Sistema de Producción de Toyota (Toyota Production System, TPS). Lean es un conjunto de “Herramientas” que ayudan a la identificación y eliminación de desperdicios (muda), a la mejora en la calidad y a la reducción del tiempo y del costo de producción. Algunas de estas herramientas son la mejora continua (kaizen), métodos de solución de

problemas como 5 porqués y son sistemas a prueba de errores (poka-yokes).

En un segundo enfoque, se considera el "flujo de Producción" (mura) a través del sistema y no hacia la reducción de desperdicios. Algunas técnicas para mejorar el flujo son la producción nivelada (reducción de muri), kanban o la tabla de heijunka. La diferencia entre estos dos enfoques, no es el objetivo, sino la forma en cómo alcanzarlo.

Reingeniería

La reingeniería es un método que, dependiendo de las necesidades del cliente, rediseña los procesos de manera radical, con el objetivo de alcanzar mejorías notorias en costos, calidad, servicio y rapidez. Para lograr estos objetivos, la reingeniería regresa a la esencia del negocio y pone en duda todos sus principios fundamentales y la forma en que opera, de modo que su éxito no se basará en las mejoras que hizo a lo existente sino en olvidar cómo se hacían las cosas y volver a diseñarlas.

Este método analiza el proceso, lo observa completo desde que se reciben los primeros insumos hasta una salida que, por principio básico, debe tener valor para un cliente. Hay que tener en cuenta que el cliente forma parte importante de esta cadena de producción.

La reingeniería pretende cambiar las preguntas ¿Cómo? ¿Cuándo? ¿Dónde? y ¿Con quién? mediante la anteposición de la pregunta ¿Por qué? Por ejemplo, la pregunta ¿Cómo podemos cambiar lo que estamos haciendo? Cambia por; Lo que estamos haciendo, ¿es lo correcto? Mediante la elaboración y cambio de estas preguntas, la empresa se ve en la obligación de examinar los supuestos y las reglas en las que se basa el manejo de su negocio.

La premisa de la reingeniería es borrar todo lo pasado y empezar desde cero. Por ende, este método “se centra en lo esencial, en un conjunto de actividades que agregan valor y son estratégicas para el servicio al Cliente y busca rehacerlas para optimizar la productividad”.

Utilizar la reingeniería ayuda a determinar lo que debe hacer una compañía y luego cómo debe hacerlo, de modo que, no da nada por sentado, se olvida de todo lo que fue y se concentra en lo que la compañía debe ser. La reingeniería termina, por ende, reorientando los procesos hacia el cliente para lograr mejoras en la calidad, servicios y costos. En conclusión “representa la reconcepción de los mecanismos que se vienen desarrollando en determinada organización.” (Ojeda, E. C., 2018)

Fases de un proyecto de reingeniería de procesos

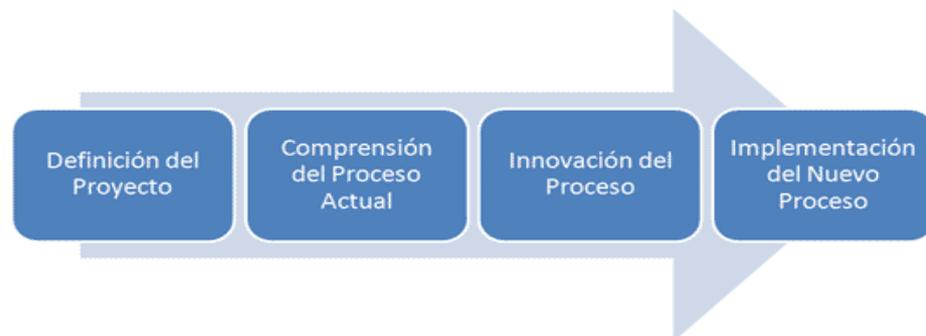


Figura 19. El modelo PHVA

Definición del proyecto

Se sitúa el proyecto de reingeniería con relación a la estrategia de la organización, decidiendo qué hay que cambiar. Es el momento de planificar el proyecto y llevar a cabo cuatro actividades añadidas.

Crear un mapa de procesos, dónde se muestre el flujo de los distintos procesos que operan en la organización, las conexiones entre ellos y las áreas funcionales implicadas.

El objetivo es alcanzar una visión de conjunto que permita tomar decisiones sobre qué procesos serán objeto de la reingeniería.

Seleccionar los procesos objeto de la actuación.

Seleccionar los miembros del equipo de reingeniería. Esto se hará según el alcance del proyecto y las áreas implicadas. El equipo será interfuncional y sus miembros deberán representar los agentes relevantes para el proceso.

Iniciar la campaña de comunicación interna. Lo normal es que aparezcan fuertes resistencias desde el principio. Por esta razón es crucial llevar a cabo una campaña de comunicación. Se centraría en mensajes fuerza que superen esas resistencias y dispongan a la organización para los cambios que se producirán.

Comprensión del proceso actual

Una vez seleccionado el proceso y subprocesos, el equipo de reingeniería comienza a trabajar sobre ellos. Los procesos implicados son examinados para determinar sus objetivos y quiénes intervienen en sus actividades. Los elementos críticos de esta fase, son:

- Definición de los componentes claves del proceso.
- Comprensión de las necesidades del cliente y de sus requerimientos para con el resultado del proceso.
- Identificación de debilidades y de posibles puntos de ruptura que constituirán oportunidades de mejora radical.
- Establecimiento de objetivos de rendimiento.

Serán varias las tareas a llevar a cabo. Por una parte, se modelará el proceso existente. Es decir, se describirá completamente identificando las distintas actividades y quién las ejecuta. Se trata de describir el proceso **tal como es**, descomponiéndolo paso a paso. El resultado será un preciso

diagrama multinivel del proceso. Este diagrama reflejará las entradas a cada actividad, sus salidas y los puntos de control existentes. También los recursos consumidos y las operaciones de transformación (entradas – salidas).

De otro lado, se modelarán los datos. Esto quiere decir que se describirá exactamente la información y documentación necesarias para llevar a cabo todas y cada una de las actividades comprometidas en el proceso. Esta operación producirá un modelo **tal como es** precisando los datos y documentos empleados por el proceso, así como las relaciones entre ellos.

Innovación del proceso

Se rediseñará el proceso, pasando **del tal como es al tal como debe ser**. En realidad, este trabajo habrá comenzado durante la fase anterior, en la que el hecho de modelar el proceso habrá puesto de manifiesto posibles puntos de ruptura y alternativas de rediseño al quedar al descubierto las causas – raíz de las debilidades del proceso existente.

Una idea básica es organizar en función de los resultados del proceso y de sus salidas, y no sobre sus actividades. En este caso, se estaría reproduciendo el tipo de estructura funcional.

Los elementos clave de esta fase, son:

- Identificar innovaciones potenciales.
- Desarrollar una perspectiva inicial del nuevo proceso.
- Identificar posibles mejoras incrementales.
- Asegurar el compromiso de la dirección con la óptica del nuevo proceso.

Capítulo III

Valor agregado y los nueve desperdicios

El valor agregado

El valor es definido por los requisitos específicos del cliente con respecto al producto o servicio, por lo tanto, el trabajo de valor añadido, es sólo aquel trabajo que el cliente está dispuesto a pagar.

El valor agregado significa llevar a la empresa o a los productos pasos adelante de lo esperado para generar ventas y obtener más clientes, muchas de estos valores se dan por medio de la palabra **regalar** lo que ha generado que el público se interese más.



Figura 20. **El valor agregado**

Algunos ejemplos de valor agregado que utilizan algunas empresas son:

- Contar con áreas para niños dentro de restaurantes. Lugares como Vips, Palacio de Hierro, McDonald's y otros lo implementan.
- Ofrecer productos de consumo mientras los clientes esperan un servicio. Ihop implementa un claro ejemplo de esto cuando ofrece tazas de café a los que esperan su turno de entrada.
- Asesorías gratuitas en la compra de un artículo. Canon cuenta con este sistema en la compra de una cámara.

VALOR vs. DESPERDICIO



El tiempo de valor añadido, es solo un pequeño porcentaje de los plazos de entrega

Por lo tanto hay que **Centrarse en los desperdicios** para optimizar el tiempo de entrega.

Figura 21. El valor agregado valor vs. Desperdicio

"Valor Agregado" Actividades

- Fundición
- Formado
- Templado
- Maquinado
- Platinado

"Valor no Agregado" Actividades

- Mover canastillas
- Cargas y descargar canastillas
- Ajuste de partes
- Programación
- Inspección de partes
- Caminar hacia la herramienta

Figura 22. Valor Agregado vs. Valor no Agregado

¿Qué añade valor a nuestro producto?

Aquellas actividades que transforman la materia prima en partes o productos.

Ejemplos:

- Leche transformada en queso.
- Barra de acero convertida en flecha.
- Madera, tornillos, barniz = silla.
- Pellets (grano de plástico) en pieza inyectada.

¿Qué no añade valor a nuestro producto?

Aquellas actividades que consumen recursos, pero no hace que el producto se enriquezca.

Ejemplos:

- Inspección de calidad.

- Transporte de material.
- Selección de material.
- Re-trabajos.

Desperdicio

Para (Vargas-Hernández, J. G., Muratalla-Bautista, G., &, 2016) al referirse a desperdicio indica “entendiéndose estos como todas aquellas actividades que no aportan valor al producto y por las cuales el cliente no está dispuesto a pagar.

Cualquier cosa que no sea la mínima cantidad de equipos, materiales, personal, etcétera, que sean absolutamente esenciales para trabajar productivamente o cualquier actividad que no agregue valor al producto o servicio.

La implementación de un flujo de producción deja al descubierto problemas de calidad, los cuales siempre han existido y entonces la reducción del desperdicio se tendría que dar como una consecuencia, la ventaja de éste es que su propuesta está basada desde una perspectiva de todo el sistema, mientras que el de reducción de desperdicios la asume por concepto. Aunque por el contrario el enfoque de las herramientas es necesario en áreas donde el flujo no puede ser completamente implementado.

Las tres Ms.

Tres términos son comúnmente utilizados en el TPS (llamados Las Tres Ms) y que colectivamente ayudan a identificar los desperdicios a ser eliminados.

Como indica (Castillo, V. A. H., Vazquez, P. S. Z., & Torres, A, 2018) “las tres principales limitantes de la productividad son sobrecarga (muri), viabilidad (mura) y desperdicios (muda), de este último se deriva sobreproductividad, sobreinventario, producto defectuoso, transporte de materiales y herramientas, procesos innecesarios, espera, movimientos innecesarios del

trabajador, aunque después se adicione talento humano no aprovechado

Muda

Actividad que consume recursos sin crear valor para el cliente. Dentro de este concepto tenemos dos tipos de muda, donde las primeras serán difíciles de eliminar inmediatamente (agregan un valor de negocio) por ejemplo, transportar el material a un centro de distribución, y las segundas las cuales son aquellas actividades que pueden ser eliminadas fácilmente a través de un proceso kaizen, por ejemplo, eliminar pasos entre una estación y otra.

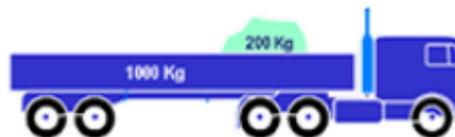


Figura 23. **La muda como uno de los desperdicios**

Mura

O bien desigualdad en la operación. Por ejemplo, cualquier producción de más, la cual no fue demandada por el cliente si nomás bien por un problema en la producción, lo cual genera que el proceso de producción primero esté aprisa y luego tenga que esperar.



Figura 24. **La mura como uno de los desperdicios**

Muri

Sobrecargar equipos u operadores solicitándoles que corran a un nivel más alto del cual están diseñados o bien permitidos.

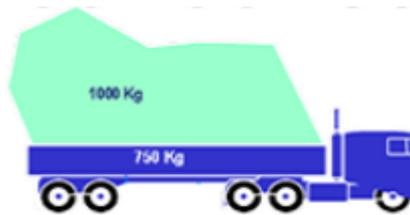


Figura 25. **El muri como uno de los desperdicios**

Por ejemplo, se tiene que enviar 6 cajas a un cliente en los camiones de la empresa, se pueden considerar estas opciones:

- La primera es enviar las 6 cajas en un solo viaje, lo cual generaría muri, debido a que la capacidad máxima de carga de los camiones es de 3 cajas y el camión ira sobrecargado.
- La segunda opción es realizar dos viajes, el primero con cuatro cajas (le urgen al cliente) y el segundo con los 2 últimos, esto generaría mura, porque la llegada desigual del material generaría primero prisa y luego espera en la puerta del cliente.
- La tercera opción es cargar 2 cajas en cada camión y realizar tres viajes, esto nos generaría muda porque el camión no estará completamente cargado.

Muchas veces así de sencillas son las actividades en las cuales no es posible enfocar la eliminación de desperdicio, es claro que la mejor opción es enviar dos camiones cada uno con 3 cajas al cliente. En conjunto la eliminación de alguno de estos tres conceptos también elimina los otros, todos ellos serán denominados desperdicios de ahora en adelante.

***Recuerde:** Tómese el tiempo para todas las cosas: gran prisa hace gran desperdicio*

El desperdicio en la manufactura Esbelta

Si se realizara una búsqueda histórica es posible encontrar que los principios de lean han estado presentes en la vida diaria desde hace mucho tiempo, Benjamín Franklin una vez habló

acerca del tiempo perdido, incluso llegó a hablar de la carga innecesaria de inventario (Franklin Benjamín (1725)).

El concepto de desperdicio en el trabajo fue detectado por (Gilbreth Frank, 1950), pionero del estudio de los movimientos de las personas, el cual detectó a un albañil que en cada ocasión que necesitaba un ladrillo se agachaba hasta el piso para poder tomarlo, para ello introdujo un pequeño andamio, el cual acercaba los ladrillos a la altura de la cintura del albañil, lo que permitió al albañil trabajar tres veces más rápido (eliminando movimiento) y con mucho menos esfuerzo. También se puede citar a Frederick Taylor, el cual a diferencia de Gilbreth, que se enfocaba a la reducción de movimientos, se enfocaba a la reducción del tiempo de los procesos. Encontrar la mejor forma de hacer las cosas ("The one best way"), él introdujo el estudio de tiempos y movimientos (Taylor Frederick, 1880).

Actualmente se han clasificado 9 tipos de desperdicio o mudas de las cuales los primeros 7 fueron identificados por (Ohno Taiichi, 1949), creador del Toyota Production System.

Sobreproducción

Es considerado el peor de las mudas ya que genera los demás, consiste "procesar artículos más temprano o en mayor cantidad que la requerida por el cliente" (Quezadas, M. M., & Villegas, J. B. G., 2017). Es una de las peores formas de desperdicio porque genera otra forma grave de desperdicio: el inventario.

Ejemplos:

- Fabricar productos que no fueron ordenados.
- Fabricar de acuerdo a la capacidad de la línea y no de acuerdo a la demanda del cliente.
- Visitar dos veces al cliente para hacer un solo servicio.



Figura 26. **La sobreproducción, considerado el peor de los desperdicios**

Esperas

Indica el tiempo perdido entre operaciones o durante una operación, debido a material olvidado, líneas no balanceadas, errores de programación, etc.

Ejemplos:

- Sin material para producir.
- Retraso en procesamiento de un lote.
- Maquinaria descompuesta.
- Cuellos de botella en producción.
- Aprobación del trabajo por el cliente.

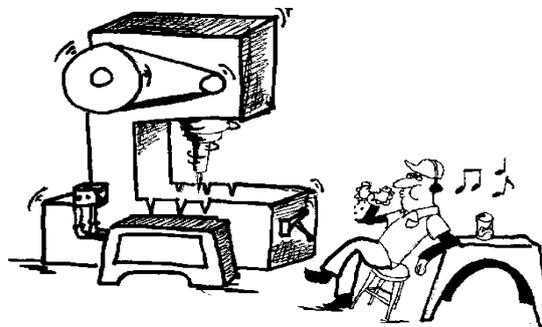


Figura 27. **Las esperas como uno de los desperdicios**

Exceso de movimiento

Se define como cualquier movimiento que no es necesario para completar de manera adecuada una operación o actividad.

Ejemplo:

- Cada vez que una persona se estira, inclina o gira, genera un desperdicio de movimiento, así como desplazarse para ir por material, herramientas, planos, formatos, copias, etc....

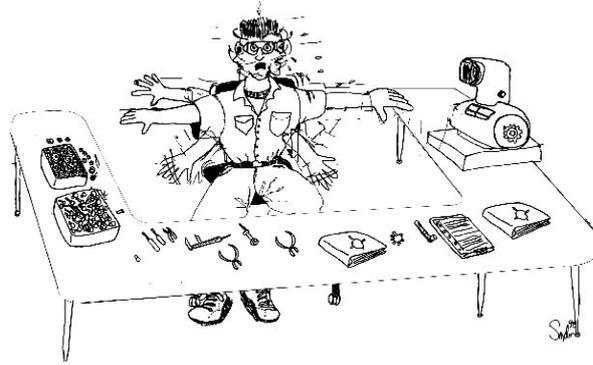


Figura 28. **El exceso de movimientos**

Transporte

Se refiere a mover el material más de lo necesario, ya sea desde un proveedor o un almacén hacia el proceso, entre procesos e incluso dentro de un mismo proceso. Temporalmente localizar o mover materiales, gente, información o papel más allá de lo estrictamente necesario. Incluye archivar o ubicar cosas en lugares temporales.

Ejemplos:

- Largas distancias de transporte de material en proceso.
- Transporte ineficiente.
- Lay-out mal diseñado.

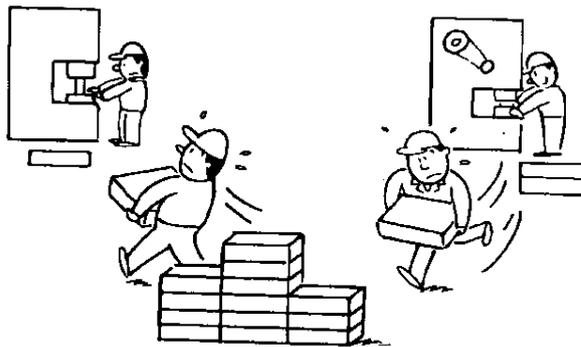


Figura 29. **El transporte como uno de los desperdicios**

Sobre procesamiento

Se genera cuando a un producto o servicio se le hace más trabajo del necesario, que no es parte normal del proceso y que el cliente no está dispuesto a pagar. Esta forma de desperdicio es la más difícil de identificar y eliminar. Reducirlo implica eliminar elementos innecesarios del trabajo mismo.



Figura 31. Los re-trabajos dentro de los desperdicios

Inventario

Es la acumulación de productos y/o materiales en cualquier parte del proceso, es un inventario "stock" de cualquier cosa, es especialmente dañino pues las compañías lo usan para ocultar problemas, lo que ocasiona que las personas no estén motivadas a realizar mejoras. No conforme con lo anterior, el inventario genera otras formas de desperdicio como son: el tiempo de espera, el transporte, fallas y re trabajos.

"El objetivo primordial de tener inventario consiste en el almacenamiento sistemático de materiales utilizados en la manufactura del producto, sin embargo, cuando existe sobreproducción es inevitable la existencia de sobre-inventario de materia prima, producto en proceso y productos terminados." (Castañeda, M. P. , 2016)

Ejemplos:

- Exceso de materia prima, material en proceso o producto terminado.
- Documentos en espera de procesarse en el escritorio de alguien.

Recuerde: demasiados márgenes de inventarios ocultan los problemas

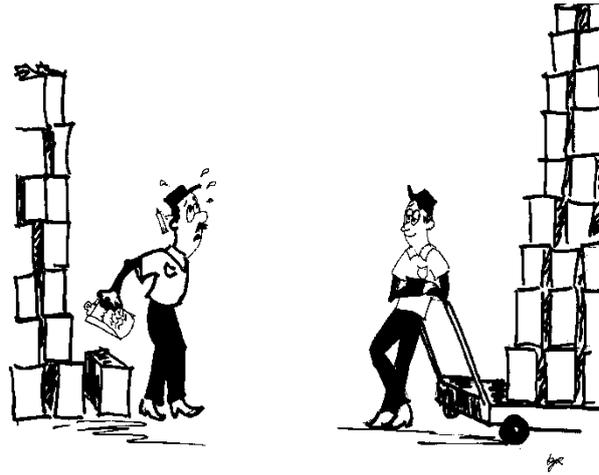


Figura 32. **El inventario como consecuencia de la sobreproducción**

Desperdicio de talento

“La octava muda es el talento poco utilizado, en el cual se desaprovecha la creatividad e inteligencia de los colaboradores, sus competencias y potencial para eliminar desperdicios, mejorar la productividad y resolver los problemas de calidad e innovación” (Tapia Coronado, J., Escobedo Portillo, T., Barrón , 2017), especialmente a los dueños del proceso.

Ejemplos:

- No dar participación a la gente.
- No conocer los talentos de los compañeros.
- No administrar el conocimiento.

Inacción o dejadez

Ejemplos:

- No dar un paso al frente o la milla extra.
- No tomar las decisiones oportunamente.
- Dejar que un problema crezca

Programa de actividades para la eliminación de las mudas o desperdicios

1. Lo primero y fundamental es que la **Alta Dirección tome conciencia** de los diversos tipos de despilfarros y desperdicios a

los cuales está o puede estar sujeta la empresa, a los efectos de tomar decisiones estratégicas para su eliminación.

2. Proceder a elaborar planes estratégicos, tácticos y operativos, destinados a la eliminación de los despilfarros y desperdicios. Implantar dichos planes y objetivos dentro del Cuadro de Mando Integral.

Debe capacitarse a los niveles medios, de supervisión y empleados de primera línea en los siguientes aspectos:

- Concientización acerca de los diversos tipos de desperdicios y sus efectos nocivos para la organización.
- Capacitación en tareas de detección, medición, resolución de problemas, prevención y eliminación de los diversos tipos de mudas.
- Capacitar al personal en materia de: trabajo de equipo, herramientas de gestión, SPC (Control Estadístico de Procesos), Calidad, Productividad y Mejora Continua.
- Capacitar y entrenar en la detección y eliminación de actividades sin valor agregado. Y por otra parte mejorar la eficiencia o productividad de los procesos y actividades con valor agregado para el cliente o con valor agregado para la empresa (actividades de apoyo).

3. Instaurar o mejorar los sistemas de información a los efectos de contar con sistemas que permitan conocer en tiempo, con exactitud y a un bajo costo los desvíos, niveles de desperdicios y los diversos ratios vinculados a la calidad, productividad y satisfacción de los clientes y consumidores.

4. Instaurar los sistemas de medición de costos de calidad y de Control Estadístico de Procesos.

5. Conformación de Equipos para la Detección, Prevención y Eliminación de Desperdicios (EDPED).

6. Aplicar para los procesos críticos o estratégicos labores de benchmarking destinados a llevar sus niveles de productividad y calidad a la altura de los mejores competidores u organizaciones.

7. Puesta en práctica de los planes previstos, la evaluación de los resultados respectivos, y las medidas correctivas (PHVA – Planear / Hacer / Verificar / Actuar).

8. Reinicio del proceso partiendo de la planificación a los efectos de desarrollar un proceso de mejora continua (Kaizen).

9. Concientización de la Alta Dirección

Hacer conocer a la Alta Dirección las pérdidas a las cuales se encuentra expuesta la organización, y la decisión y apoyo indelegable que la misma debe adoptar a los efectos de iniciar un proceso rápido y eficaz destinado a reducir los costos, mejorar los niveles de productividad y disminuir los fallos o errores en productos y servicios, resulta el primer gran paso a dar.

Sin embargo, si bien el proceso debe iniciarse rápidamente, y los primeros resultados podrán observarse a la brevedad, es menester subrayar la necesidad de mantenerse siempre en guardia ante la reaparición o la generación de nuevos despilfarros.

La Alta Dirección debe tener y a la vez potenciar la disciplina y ética de trabajo necesarios para una lucha continua contra los desperdicios y despilfarros.

El ejemplo que los directivos den al resto de la organización resulta fundamental, ya que de nada sirve exigir mejorar día a día los rendimientos y eficiencia, si por otro lado los directivos despilfarran alegremente los ahorros e incrementos de eficiencia.

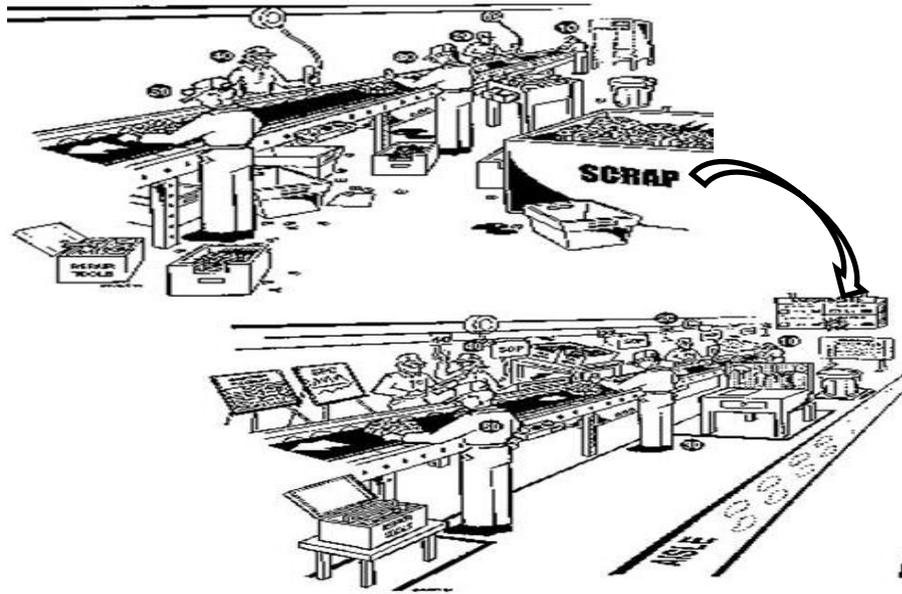


Figura 33. **Grandes cambios del antes al después de implementar un plan de eliminación de desperdicios**

Capítulo IV

La ruta de la calidad

La ruta de la calidad

La **Ruta de la Calidad** es una metodología sistemática basada en el ciclo de Deming, conocido con el nombre de PHVA (Planear, Hacer, Verificar, Actuar), cuyo propósito es el de brindar una secuencia normalizada que permita solucionar problemas o gestionar proyectos relacionados con el control de calidad, soportándose en el uso adecuado e intensivo de las herramientas básicas de calidad.

La aplicación correcta y sistemática del ciclo PHVA permite que la Ruta de la Calidad consista en un proceso de mejora continua; en el cual se efectúan mejoras incrementales sostenidas en el tiempo, al mismo tiempo que se establecen sus correspondientes directrices de control.

(Correa Jiménez, A. M, 2017) Algunos de los beneficios el aplicar la Ruta de Calidad son:

- Metodología de fácil comprensión.
- Su difusión organizacional es fácil de entender y se la puede expandir horizontalmente.
- Constituye una herramienta de comunicación.
- Mejora habilidades analíticas de los participantes en el proceso.
- Desarrolla habilidades para manejo de grupos.
- Facilita el incremento de experiencias y lecciones aprendidas.

Cada ciclo PHVA asociado a la Ruta de la Calidad consiste en la aplicación estandarizada de ocho pasos básicos, tal como se relacionan a continuación:

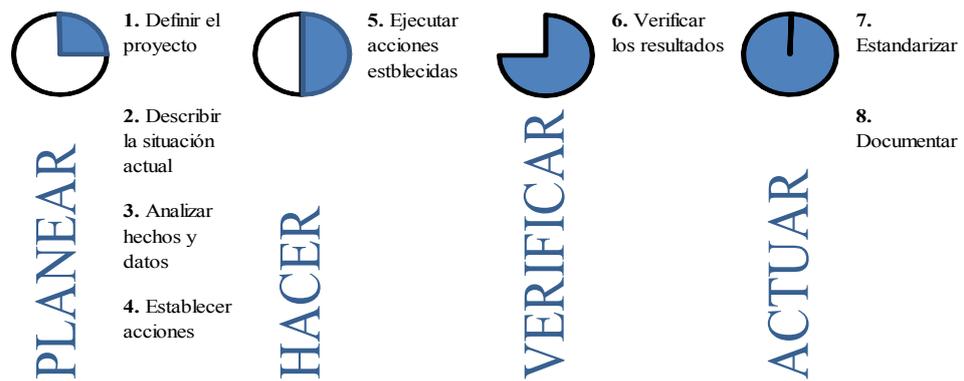


Figura 34. La ruta de la calidad

Definir el proyecto

Razón de la selección ¿Por qué?



Figura 35. Factores para definición del proyecto

Ejemplo: Se enfoca el tema de manera multilateral con la matriz de evaluación

Criterio de evaluación	9 Puntos		3 Puntos			1 punto
	Evaluación					
Problema	Importancia	Prioridad	Política Dpto.	Período de ejecución	Factibilidad	Orden
Devoluciones	◇	◇	◇	○	□	30 puntos 1er lugar
Entregas Tardías	□	□	◇	○	□	19 puntos 2o. Lugar
Documentos Inadecuados	□	□	◇	○	□	19 puntos 2o. Lugar
Nivel de servicio	○	○	◇	□	□	17 puntos 3er lugar

Objetivo: Definir y delimitar el problema o proyecto reconociendo su importancia.

Herramientas: Lluvia de ideas, matriz de prioridades, Histogramas, Gráficos de control, Diagrama de Pareto.

Siempre que se aborde un proyecto de calidad, es importante partir de unos requerimientos claros y precisos; de manera que

el problema quede muy bien delimitado en función del alcance, de la meta y del impacto que el mismo persigue.

Las actividades que se abordan en la definición del proyecto son las siguientes:

- Definición del proyecto: estado actual y estado deseado.
- Recolección de datos, organización y análisis de información asociada con el problema, sus causas y sus efectos.
- Establecimiento del grado de mejora; fijación del horizonte de tiempo del primer ciclo de mejora (PHVA).
- Establecimiento de metas de corto y mediano plazo.

Situación actual

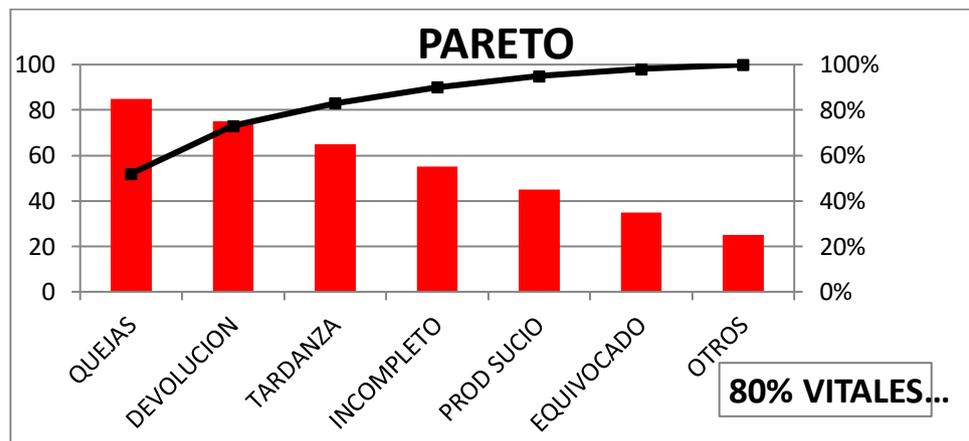


Figura 36. Ejemplo de Pareto para definir la situación actual

Objetivo: Investigar la situación con espíritu analítico y crítico desde diferentes puntos de vista y acudiendo a diversas disciplinas.

Herramientas: Gráficos de control, gráficos de línea, diagramas de flujo, Histogramas.

"Varios fenómenos en los resultados pueden descubrirse cuando se observa la situación actual desde diferentes perspectivas" (Salazar López Bryan, 2016). Es necesario entonces determinar todas las variables y parámetros que gobiernan el sistema objeto del estudio, con el fin de predecir

sus efectos y por ende descubrir las pistas de resolución que se encuentran en el problema mismo.

Vale la pena considerar que uno de los principales objetivos de esta fase consiste en, de ser necesario, atajar efectos negativos por medio de medidas temporales y sintomáticas.

Las actividades que se abordan en la situación actual son las siguientes:

- Estratificar información.
- Describir la situación actual en función de:
 - Tiempo de ocurrencia.
 - Lugar.
 - Tipo de producto.
 - Pronóstico.
 - Síntomas.

Análisis

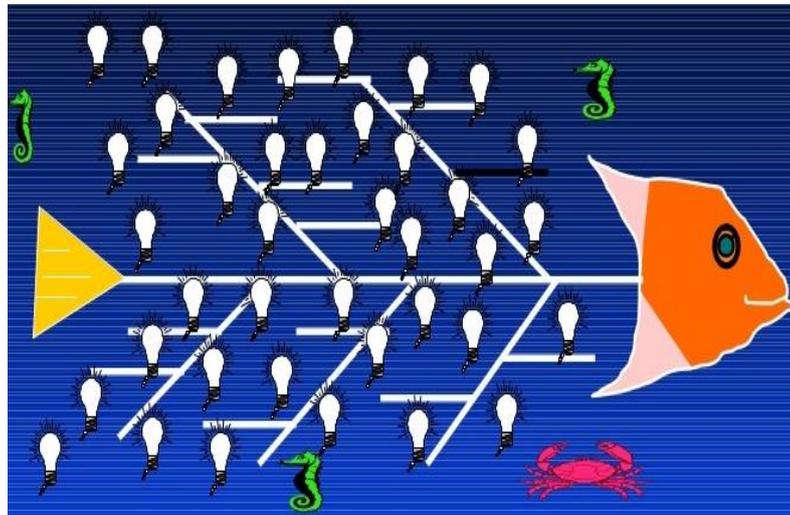


Figura 37. Esquema de análisis de proyecto

Objetivo: Descubrir las causas fundamentales del problema.

Herramientas: Diagrama de Ishikawa, Diagrama de dispersión, Diagrama de Pareto.

Establecer las causas principales del problema implica plantear inicialmente unas hipótesis y comprobar su relación con el efecto puesto que, en la Ruta de la Calidad, las causas son determinadas científicamente (hechos y datos).

Las actividades que se abordan en el análisis son las siguientes:

- Análisis minucioso de todas las posibles causas que pueden originar el problema, con la participación de todas las personas que intervienen en el problema. Es decir, se plantea lo que se denomina las hipótesis de causas. Para ello se debe efectuar un diagrama de causa-efecto, utilizando la información obtenida en la observación. A partir de este Diagrama determinar las causas que parecen tener una alta prioridad de ser las principales.
- Comprobación de hipótesis, someter a prueba las causas más probables (hipótesis de causas), a fin de verificar y concluir con la determinación de las causas que realmente tienen incidencia en el problema. Esto exige a veces nueva información o nuevos experimentos. La herramienta utilizada para verificar las causas es básicamente la Hoja de Recogida de Datos. También se recomienda aplicar encuestas u otra herramienta dentro de un plan cuidadosamente diseñado.
- Valoración de impacto de las causas.

Acciones

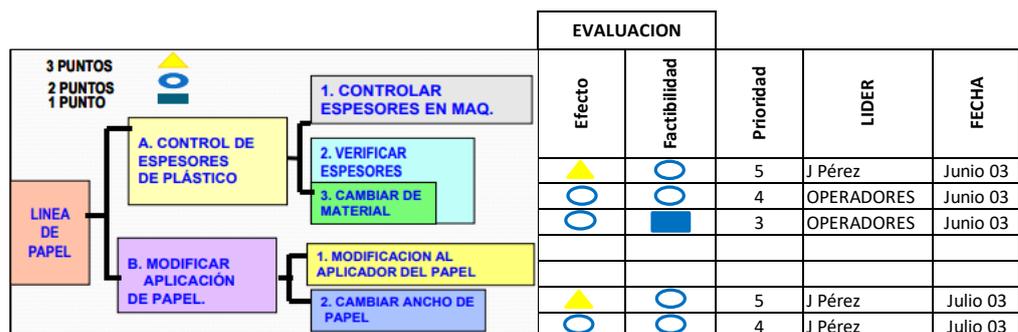


Figura 38. Matriz de acciones

Objetivo: Determinar un plan de acción efectivo.

Herramientas: Lluvia de ideas, Diagrama de Gantt.

Las actividades que se abordan en las acciones son las siguientes:

- Planteamiento de las alternativas de solución para eliminar las causas del problema. Es preciso distinguir aquí las

soluciones que solamente constituyen remedios inmediatos de las que realmente eliminan los factores causales. Debe examinarse las ventajas y desventajas de cada alternativa diseñada, seleccionando aquella que sea más conveniente.

- Diseño de medidas para los efectos secundarios, en caso necesario.

Complementariamente a las herramientas expuestas en este paso se suele hacer uso del Diagrama denominado "COMO" para la formulación de las alternativas de solución, luego en el Diagrama Gantt programar la implantación.

Ejecución

Tabla 13. Listado de las medidas correctivas

LISTADO DE LAS MEDIDAS CORRECTIVAS								
NO	CUANDO	¿A QUE? - ¿COMO?			DONDE	RESULTADO	JUICIO	QUIEN
		TOPE		PROC. DE LIMPIEZA				
1	JULIO 03				BARRA DE APLICACIÓN		AUNQUE SE DA EFECTO NO ES PERSISTENTE	J. PÉREZ
2	JULIO 03				PARA LOS MOLDES		EXISTE POCO DEFECTO	L.TORRES

Objetivo: Llevar a cabo el plan de acción, documentando los resultados.

Herramientas: Hojas de verificación.

La ejecución corresponde a la segunda fase del ciclo PHVA, es decir, un paso más allá del plan. Las acciones preventivas y causales deben ejecutarse según lo establecido en toda la fase de planeación; dicha implementación debe realizarse con la participación activa del equipo involucrado directamente en los procesos afectados, al mismo tiempo que debe ser monitoreado de forma constante.

Las actividades que se abordan en la ejecución son las siguientes:

- Involucrar al personal del proceso.
- Entrenar al equipo de implementación.
- Hacer seguimiento permanente a la ejecución del plan de acción
- Registrar toda la información posible, utilizando los indicadores establecidos para identificar la situación actual.

Verificación



Figura 39. Ejemplo de verificación

Objetivo: Verificar si las acciones ejecutadas han sido efectivas.

Herramientas: Gráficos de control, gráficos de línea, histogramas.

La verificación de las acciones no solo depende de la recolección de información del proceso de ejecución; también precisa de los indicadores que lograron revelar el estado de la situación actual (antes de la implementación de acciones).

De manera que la verificación consiste en comprobar la efectividad de las acciones considerando los resultados parciales y/o finales y la situación inicial. Recuerde que el éxito de la Ruta de la Calidad se mide en función de la productividad, de manera que debe evaluarse con espíritu crítico en los términos en los cuales está establecida la meta del proceso.

En caso de que los resultados no sean los esperados, es decir, no sean efectivos, debe retomarse el segundo paso de la metodología.

Estandarización

5 WH Medidas correctivas		Por qué	Qué	Donde	Cuándo	Quién	Cómo
		Why	What	Where	When	Who	How
	INTEGRAR TOPE	CORECTA APLICACIÓN DEL PAPEL	TOPE	APLICADOR DE PAPEL TISSUE	JULIO 2017	J. PEREZ	CHEQUEO VISUAL
	ELABORAR PROCEDIMIENTO	PARA ESTANDARIZAR LAS OPERACIONES	INST. PARA APLICAR DE PAPEL TISSUE	PROCESO DEL USUARIO	AGOSTO 2017	ING. DE PRODUCTO	PROCEDIMIENTO

Figura 40. Ejemplo de estandarización

Objetivo: Prevenir la reaparición del problema.

Herramientas: Manuales de procedimientos.

Un ciclo PHVA transita en ascenso por medio de mejoras incrementales en la pendiente inclinada del devenir de los procesos; en cuyo caso, la cuña que asegura que no se vuelva gradualmente a las prácticas anteriores es la estandarización. Las actividades que se abordan en la estandarización son las siguientes:

- Elaborar un nuevo diagrama de flujo, plano, diagrama de distribución, plan operativo estándar, o simplemente un nuevo manual de procedimientos.
- Diseñar un programa de entrenamiento relacionado con las nuevas prácticas.
- Establecer un sistema que asegure el cumplimiento de las normas (PokaYoke).

Documentar (definir nuevos proyectos)



El objetivo de la fase de documentación del cierre del proyecto consiste en recapitular información que servirá como guía y derrotero para futuros proyectos. De manera que en esta fase el equipo deberá revisar el proceso llevado a cabo y los resultados obtenidos.

Es necesario cerrar el proyecto con un reporte final de la Ruta de la Calidad.

Glosario de términos

Acuñando. Se le considera acuñar a aquella expresión que origina gran popularidad y, por ende, pasa a ser parte de la lengua común.

Afinidad. Parecido, relación o analogía de una cosa con otra.

Atípicos. Que se aparta de los tipos conocidos por sus características peculiares.

Compilar. Se refiere a reunir diversos fragmentos o elementos de algo en una misma unidad

Contraposición. La palabra contraposición puede emplearse para dar cuenta de la comparación que se efectúa de una cosa respecto de otra contraria.

Correlación. En el ámbito de las matemáticas y las estadísticas, la correlación alude a la proporcionalidad y la relación lineal que existe distintas variables.

Cualitativas. Lo cualitativo es aquello que refiere a la cualidad o calidad de una entidad.

Cuantitativas. La idea de cuantitativo hace alusión a la cantidad de algo, es decir, su número. Todo aquello que sea posible medir a través de un valor numérico.

Enfoque. Una manera de ver las cosas o las ideas y en consecuencia también de tratar los problemas relativos a ellas.

Entorno. Conjunto de circunstancias o factores sociales, culturales, morales, económicos, profesionales, etc., que rodean una cosa o a una persona.

Estándares. Que es lo más habitual o corriente, o que reúne las características comunes a la mayoría.

Estratificar. El término estratificación hace referencia a la noción de estratos o niveles para diferentes órdenes y circunstancias de la vida.

Evidenciado. Probar o mostrar que una cosa es tan clara y manifiesta que no admite duda.

Filosofía. Conjunto de reflexiones sobre la esencia, las propiedades, las causas y los efectos de las cosas naturales, especialmente sobre el hombre y el universo.

Hipótesis. Suposición hecha a partir de unos datos que sirve de base para iniciar una investigación o una argumentación.

Homogéneos. Es aquello que pertenece o que está relacionado a un mismo género

Innovación. Es un cambio que introduce novedades. Y se refiere a modificar elementos ya existentes con el fin de mejorarlos o renovarlos.

Interfuncional. El conjunto de mecanismos integradores y relaciones que se establecen en una organización con el fin de lograr la interconexión

Iterativo. Es el acto de repetir un proceso con la intención de alcanzar una meta deseada

Objetiva. Que se basa en los hechos y la lógica.

Ocurrencia. Frecuencia de un evento o característica.

Parámetro. Se conoce como parámetro al dato que se considera como imprescindible y orientativo para lograr evaluar o valorar una determinada situación.

Perspectiva. La perspectiva es el punto de vista concreto, particular y subjetivo que tiene una persona sobre un tema en concreto.

Postula. Defender verbalmente una idea o sentar un principio.

Scrap. Chatarra, desperdicio.

Tendencia. Inclinação o disposición natural que una persona tiene hacia una cosa determinada.

Triviales. Que no tiene importancia, trascendencia o interés.

Variabilidad. La variabilidad se refiere a todo aquello que tiene la posibilidad de cambiar

Vitales. Es es tan importante que resulta imprescindible.

Referencias bibliográficas

- Andrés, G. P., Soler, V. G., & Bernabeu, E. P. (2017). Reingeniería de procesos. *Empresa: investigación y pensamiento crítico*, 81-91.
- Arbós, L. C., & Babón, J. G. (2017). *Gestión integral de la calidad: implantación, control y certificación*. Profit Editorial.
- Batanero, C., González-Ruiz, I., López-Martín, M. . (2015). La dispersión como elemento estructurador del currículo de estadística y probabilidad. *Epsilon*, 32(2), 7-20.
- Castañeda, M. P. . (2016). Análisis de propuestas metodológicas de implementación de Lean manufacturing en pequeñas y medianas empresas. *Reacción Ciencia y tecnología universitaria*.
- Castillo, V. A. H., Vazquez, P. S. Z., & Torres, A. (2018). Mejoramiento del área de manufactura de una línea aplicando la manufactura esbelta. *Jóvenes en la Ciencia* , 284-288.
- Correa Jiménez, A. M. (2017). *Aplicación de la ruta de calidad en el servicio de "desarrollo de asesora de belleza"*. Caso: empresa de venta directa de cosméticos. Quito: Master's thesis, PUCE.
- Cubillos Rodríguez, M., & Roza Rodríguez, D. (2009). El concepto de calidad: historia, evolución e importancia en la competitividad. *Revista de la Universidad de la Salle*, 80-99.
- Dubé-Santana, M., Hevia-Lanier, F., Michelena-Fern. (2017). Procedimiento de mejora de la cadena inversa utilizando metodología seis sigma. *Ingeniería Industrial*, 38 (3).
- Flores María. (01 de agosto de 2018). *Mejora Continua*. Obtenido de <https://www.eoi.es/blogs/mariavictoriaflores/definicion-de-mejora-continua/>

García, M., Quispe, C., & Guevara, L. R. (2001). Serie de Normas NTP ISO 9000: 2001. *Industrial Data*, 37-42.

García, M., Quispe, C., & Ráez, L. (2003). Mejora continua de la calidad en los procesos. *Industrial data*, 89-94.

Guía de la calidad. (01 de Agosto de 2018). Obtenido de Sistema de gestión : <https://guiadelacalidad.com/sistema-de-gestion/mejora-continua-ciclo-pdca/>

ISO, N. (2015). *14001: 2015–Sistemas de Gestión Ambiental. Requisitos con orientación para su uso*.

Mederos, J. A. C., Padrón, N. C., Castro, I. C., &. (2015). El muestreo estadístico, herramienta para proteger la objetividad e independencia de los auditores internos en las empresas cooperativas. *Cooperativismo y desarrollo*, 3(1), 36-45.

Ojeda, E. C. (2018). Reingeniería de Procesos y el Branding. *Red Internacional de Investigadores en Competitividad*, 6(1).

Quezadas, M. M., & Villegas, J. B. G. (2017). Reducción de costos asociados a los desperdicios de un producto perteneciente a una empresa manufacturera. *Innovaciones de Negocios*, 10(20).

Rueda, R. A. S. (2018). Uso del ciclo de Deming para asegurar la calidad en el proceso educativo sobre las Matemáticas. *Revista Ciencia UNEMI*, 8-19.

Salazar López Bryan. (2016). *Ingenieriaindustrial online*. Obtenido de <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/gesti%C3%B3n-y-control-de-calidad/las-siete-herramientas-de-la-calidad/>

Sales Matías. (2013). Diagrama de Pareto. *EALDE Business School*.

Socconini, L. . (2018). *Lean Manufacturing. Paso a paso*. MARGE BOOKS.

spcgroup. (24 de Junio de 2018). Obtenido de <http://spcgroup.com.mx/wp-content/uploads/2012/12/Las-7-Herramientas-Basicas-de-la-Calidad.jpg>

Tapia Coronado, J., Escobedo Portillo, T., Barrón . (2017). Marco de Referencia de la Aplicación de Manufactura Esbelta en la Industria. *Ciencia & trabajo*, 171-178.

Terán, P., & Alvarado, A. (2017). Mejoramiento de la competitividad en empresas PYMES del Ecuador aplicando Lean Six Sigma: estudio de un caso. *Gaceta Sansana*, 1(7).

Vargas-Hernández, J. G., Muratalla-Bautista, G., &. (2016). Lean Manufacturing¿ una herramienta de mejora de un sistema de producción? *Ingeniería Industrial. Actualidad y Nuevas Tendencias*, 153-174.

ISBN: 978-9942-33-236-3



9 789942 332363



EDWARDS DEMING®
saber qué hacer y cómo hacerlo

compAs
Grupo de capacitación e investigación pedagógica