DEPARTAMENTO DE CIENCIAS ECONÓMICO-ADMINISTRATIVAS

B.1 ELABORACIÓN DE APUNTES/B.1.2

ELABORACIÓN DE APUNTES DE LA ASIGNATURA
CALIDAD APLICADA A LA GESTIÓN EMPRESARIAL
REPORTE FINAL

Nombre del Docente:
NORMA OTILIA CALDERÓN RÍOS

No dictamen.
SS-2-245/2023

Nombre Personas Revisoras:

BEDA ISABEL ZAMORA FLORES
HUMBERTO CARLOS SALGADO ROSALES
JOEL LUEVANO GUZMAN

29 febrero 2024

Contribución Académica

Las empresas de hoy deben afrontar los nuevos retos que han traído por un lado la apertura comercial y por el otro los avances tecnológicos, que les implica garantizar la fabricación de productos y/o servicios que satisfagan plenamente las necesidades de mercados cada vez más exigentes en calidad, competitividad, eficiencia y eficacia que garantice bajos costos. Para atender estas nuevas circunstancias que implican estos cambios, requieren de profesionales preparados y capacitados que estén en condiciones adecuadas para asumir estas responsabilidades, el Ingeniero en Gestión Empresarial es un profesional formado-técnica-estadística y administrativamente, que requiere del conocimiento y manejo de las herramientas gerenciales para atender el nuevo enfoque del aseguramiento de la calidad, para satisfacer estas nuevas necesidades en las organizaciones.

Los conocimientos de esta asignatura contribuyen a desarrollar y aplicar herramientas sistémicas, la cual está conformada por conceptos básicos calidad, probabilidad y estadística, mejora continua, administración de calidad, calidad total, cero defectos, entre otros, mismos que se abordan de manera holística. Esto permite que los estudiantes de Ingeniería en Gestión Empresarial desarrollen las competencias necesarias para el manejo de conceptos y herramientas estadísticas para el diseño, control y mejoramiento de la calidad de los productos y servicios que se ofertan por las organizaciones. Así mismo proporciona las competencias necesarias para el mejoramiento de la gestión de la calidad como columna vertebral del sistema de calidad en las organizaciones y genera en los estudiantes las aptitudes y actitudes para mejorar el desempeño de sus futuras obligaciones profesionales o en el manejo de sus propias empresas.

En el primer tema se hace referencia a las diferentes corrientes filosóficas que han marcado el rumbo de la Calidad, así como los conceptos necesarios para la comprensión de la asignatura. En el segundo tema se aplican los conceptos de estadística descriptiva e inferencial para la toma de decisiones en problemas de calidad. Para el control estadístico de un proceso se hace necesaria la aplicación de las siete herramientas básicas, utilizándolas en estudio de casos. En el tercer tema se comienza con la revisión de los diferentes planes de muestreo y los casos en que se pueden aplicar. Posteriormente se realizan muestreos de aceptación utilizando diferentes técnicas. El cuarto tema resalta la importancia de sistemas

de calidad existentes que sirven como base para la mejora continua de las organizaciones. En el quinto tema se considera la normatividad de la calidad con la intención de conocer los marcos legales que rigen las actividades de calidad, Finalmente, en el sexto tema busca la comprensión del concepto de Mejora continua, entendiéndola como un conjunto de métodos ya reconocidos como: método Taguchi, diseño de experimentos, modelo Kaizen, modelo Six Sigma, las 9's, entre otros.

Índice

Introducción 8
Tema 1. Filosofías de la Calidad. 10
1.1. Principales corrientes de la calidad. 10
1.2 Conceptos y Terminología según la Asociación Americana de la calidad (ASQ). 11
1.3 Aplicaciones en gestión empresarial. 12
Actividades sugeridas 13
Tema 1. Actividad 1. Quiz. Filosofías de la calidad 13
Tema 1. Actividad 2. Mapa Conceptual. Conceptos de Calidad 16
Tema 1. Actividad 3. Glosario de términos según la ASQ. 17
Tema 1. Actividad 4. Kahoot. Glosario de términos según la ASQ. 18
Tema 1. Actividad 5. Caso de estudio. 23
Caso para discusión en clase. 26
Tema 2. Control Estadístico de la Calidad. 28
2.1 Estadística Descriptiva 28
2.2 Estadística Inferencial. 29
2.3. Las Siete Herramientas Básicas para el Control de la Calidad. 31
1.-Hoja de verificación 31
2.-Histograma 33
3.-Diagrama de Pareto 41
4.-Estratificación 44
5.-Diagrama Causa – Efecto 46
6.-Diagrama de dispersión. 49
7.-Gráficas de Control 54
Ejemplo integrador. Caso de Estudio 73
Actividades sugeridas 80
Tema 2. Actividad 1. Quiz “Estadística Descriptiva” 80
Tema 2. Actividad 2. Quiz “Siete Herramientas Básicas” 83
Tema 2. Actividad 3. Caso de Estudio. Estadísticos descriptivos 87
Tema 2. Actividad 4. Caso de Estudio 89
Tema 3. Planes de Muestreo 92
3.1 Muestreo aleatorio 93

3.2 Muestreo al azar 93
Muestreo sistemático. 93
3.4 Muestreo estratificado. 94
3.3 Plan de muestreo simple, doble y múltiple. 94
Plan de muestreo simple 94
Plan de muestreo doble. 94
Plan de muestreo múltiple 94
Diseño de un Plan de Muestreo Simple 95
3.4 Muestreo de aceptación. 104
Muestreo Militar Estándar 105E (MIL STD 105E) 105
Muestreo de Aceptación por Variables 111
3.5 Muestreo Estratificado 112
Actividades sugeridas 115
Tema 3. Actividad 1. Cuadro comparativo. Tipos de muestreo y sus aplicaciones. 115
Tema 3. Actividad 2. Quiz. Planes de muestreo 116
Tema 3. Actividad 3. Caso de estudio. Planes de muestreo de aceptación. 120
Tema 3. Actividad 4. Caso de estudio. Planes de muestreo de aceptación. Uso de tablas MIL STD. 122
Tema 4. Sistemas de Calidad 124
4.1 Gestión de la Calidad 125
4.2 Cero Defectos 127
4.3 Calidad Total 129
4.4 Círculos de Calidad. 130
4.5 Modelo Six Sigma. 134
Actividades sugeridas 140
Tema 4. Actividad 1. Debate. Sistemas de Calidad 140
Tema 4. Actividad 2. Reporte de visita de estudios 140
Tema 4. Actividad 3. Caso de estudio. Círculos de calidad. 141
Tema 4. Actividad 4. Quiz. Sistemas de calidad 144
Tema 4. Actividad 5. Práctica. Seis Sigma. 144
Tema 5. Normatividad de la Calidad 147
5.1 Normas ISO:9001 147
5.2 Normas FDA (Food and Drug Administration) 154

5.3 Norma Mexicana (NMX) 159
5.4 Aplicación 160
Distintivos y Premios. 162
Premio Nacional de Calidad. 163
Empresas Excepcionales. 168
Premio Malcolm Baldrige. 171
Premio W. Edwards Deming. 173
Premio Príncipe de Asturias 176
Mejores Empresas para trabajar en México. Great Place to work (GPTW). 178
Empresas Socialmente responsables 180
Actividades sugeridas 182
Tema 5. Actividad 1. Maratón. Normas ISO 9000 182
Tema 5. Actividad 2. Cuadro Comparativo. NOM´s, NMX´s y Normas FDA. 183
Tema 5. Actividad 3. Presentacion. Premios y Distintivos de calidad 184
Tema 5. Actividad 4. Caso de Estudio. Empresas Excepcionales 185
Tema 5. Actividad 5. Quiz “Normatividad de Calidad” 188
Tema 6. Mejora continua 191
6.1 Método Taguchi 191
6.2 Función de Pérdida de la Calidad 193
Caso Método Taguchi 201
6.3 Modelo Kaizen 204
6.4 Las 9 S s 207
6.5 Aplicación. 210
Caso Método Taguchi 210
Casos de Kaizen 213
Actividades sugeridas 214
Tema 6. Actividad 1. Resumen. Método Taguchi. 214
Tema 6. Actividad 2. Cuadro de dos vías. Función de Pérdida de Taguchi. 214
Tema 6. Actividad 3. Práctica de Lean Manufacturing/Six Sigma/Principios de Taguchi 215
Tema 6. Actividad 4. Caso de estudio. Aplicación de las 9 S 221
Tema 6. Actividad 5. Quiz “Mejora continua” 223
Bibliografía 226

Índice de Figuras

Figura 2.1 Defectos de Maquinado 33

Figura 2.2 Representación de un Histograma 34

Figura 2.3 Diagrama de Ishikawa. Ralladuras en el Proceso de Maquinado 47

Figura 2.4 Diagrama de Ishikawa. Demasiado Tiempo de Espera 78

Figura 4.1 Representación de Procesos con Diferentes Valores de σ 137

Figura 5.1 Evolución de la Norma ISO 9001 151

Figura 5.2 Transición de la Norma ISO 9001 151

Figura 5.3 Relación con otras Normas de Sistemas de Gestión 154

Índice de Gráficas

Gráfica 2.1 Histograma. Tiempo de Espera en el Banco “El Mejor “..... 40

Gráfica 2.2 Histograma de Tiempo de Espera con especificaciones 41

Gráfica 2.3 Gráfica de Pareto. Proceso de Maquinado 44

Gráfica 2.4 Diagrama de Dispersión. Efecto de la Temperatura sobre la Longitud de una Pieza 54

Gráfica 2.5 Gráficas de Control $\bar{X}$- R del Proceso de Fabricación de Punterías 65

Gráfica 2.6 Gráfica de Control. Proporción de Defectuosos 68

Gráfica 2.7 Gráfica $\bar{X}$-R. Tiempo de espera 79

Gráfica 3.1 Curva Característica de Operación para Plan de Muestreo n= 30 y c=2 98

Gráfica 3.2 Nomograma de Curvas Características de Operación de la Distribución Binomial 99

Índice de Imágenes

Imagen 2.1 Tipos de Histogramas 34

Imagen 2.2 Selección de Datos y Generación de Histograma en Automático 39

Imagen 2.3 Selección de Datos y de Gráfico 43

Imagen 2.4 Ejemplos de Gráficas de Dispersión 50

Imagen 2.5 Selección de datos y de Gráfico de Dispersión 52

Imagen 2.6 Diagrama de Dispersión. Agregar Línea de Tendencia 53

Imagen 2.7 Diagrama de Dispersión. Presentación de Ecuación y del Valor de R cuadrado en el Gráfico 54

Imagen 2.8 Preparación de Datos para Elaborar Gráfica de Control 63

Imagen 2.9 Elaboración de Gráficas de Control 64

Imagen 2.10 Definición de las Límites de Control 64

Imagen 2.11 Tabla de Gráficos por Variables 69

Imagen 2.12 Tabla de Gráficos por Atributos 70

Imagen 2.13 Cálculos y Gráfica p. Ausentismo de Enfermeras 72

Imagen 2.14 Cálculos y Gráfica np. Ausentismo de Enfermeras 73

Imagen 2.15 Histograma y Porcentaje de Defectuosos. Tiempo de espera en Banco 76

Imagen 2.16 Gráfica de la Distribución de Poisson con Parámetro λ = 10 77

Imagen 2.17 Gráfica c y Cálculos para su Elaboración. Tiempo de espera en un Banco 80

Imagen 3.1 Selección de la Función Binomial 97

Imagen 3.2 Nomograma de Curvas Características de Operación de la Distribución Binomial 99

Imagen 3.3 Plan de Muestreo Doble 102

Imagen 3.4 Cálculo de la Probabilidad de Aceptar el Lote en el Primer Muestreo 103

Imagen 3.5 Cálculo de la Probabilidad de Aceptar el Lote en el Segundo Muestreo 103

Imagen 3.6 Cálculo de la Probabilidad de Aceptar el Lote en el Primer y Segundo Muestreo 104

Imagen 3.7 Selección de la Letra Código 107

Imagen 3.8 Tabla para Inspección Normal, Muestreo Simple para una Letra Código y un AQL Establecidos 107

Imagen 3.9 Tabla para Inspección Reducida, Muestreo Simple para una Letra Código y un AQL Establecidos 108

Imagen 3.10 Tabla para Inspección Rigurosa, Muestreo Simple para una Letra Código y un AQL Establecidos 108

Imagen 3.11 Plan de Muestreo Resultante Letra Código J y AQL= 2% 110

Imagen 4.1 Evolución de los Sistemas de Gestión de la Calidad 125

Imagen 5.1 Enfoque a Procesos de la Norma ISO 9001:2015 152

Imagen 5.2 Cuotas de Inscripción Premio PREXCEL 165

Imagen 5.3 Proceso de Evaluación PREXCEL 166

Imagen 5.4 Organizaciones Ganadoras de la Edición XXIX del Premio Nacional de Calidad 168
Imagen 5.5 Proceso de Postulación y Evaluación de Empresas Excepcionales 170
Imagen 5.6 Empresas Ganadoras con el Premio Malcolm Baldrige 173
Imagen 6.1 Función de Pérdida de la Calidad 194
Imagen 6.2 Función de Pérdida de la Calidad en la fabricación del Perno 195
Imagen 6.3 Histograma. Mediciones de los Pernos mm 197
Imagen 6.4 Histograma. Mediciones de los Pernos mm Después de Implementar las Mejoras ... 199
Imagen 6.5 Filosofía Kaizen. (ExceLence Management, 2016) 205
Imagen 6.6 Las 9 S. Componentes y Definiciones 208

Índice de Tablas

Tabla 2.1 Numero de Clases sugeridas para un Histograma 36
Tabla 2.2 Tiempo de Espera en el Banco 38
Tabla 2.3 Tabla de Frecuencias de Defectos de Maquinado..... 42
Tabla 2.4 Estratificación por Máquina 45
Tabla 2.5 Estratificación por Operador 45
Tabla 2.6 Temperatura Ambiente vs Longitud de Piezas Cortadas 51
Tabla 2.7 Tabla de Constantes para Gráficas de Control 59
Tabla 2.8 Lecturas del Diámetro Exterior de punterías (mm) 60
Tabla 2.9 Cálculo de Medias y Rangos 61
Tabla 2.10 Quejas por Estados Financieros Incorrectos 67
Tabla 2.11 Ausentismo de enfermeras en un hospital 71
Tabla 2.12 Tiempos de Espera en un Banco 73
Tabla 2.13 Espesor de las Láminas (mm) 87
Tabla 2.14 Tiempo Empleado por el Estudiante para Reinscripción 90
Tabla 3.1 Determinación del Tamaño de Muestra con los Métodos Proporcional y Afijación de Neyman 114
Tabla 4.1 Peso de las Bolsas de Espagueti (gramos) 139
Tabla 4.2 Defectos en el Proceso de Cocción 143

Tabla 5.1 Normas de Gestión de la Calidad 149

Tabla 5.2 Normas de Medio Ambiente y Sostenibilidad 150

Tabla 5.3 Normas de Seguridad 150

Tabla 5.4 Normas de Innovación y Nuevas Tecnologías 150

Tabla 5.5 Principios Rectores de las Versiones 2008 y 2015 de la Norma ISO 153

Tabla 5.6 Estándar, Certificados otorgados y Número de Sitios 162

Tabla 5.7 Criterios Evaluación Premio Malcolm Baldrige 172

Tabla 6.1 Diseño L9: 4 Factores a Tres Niveles Cada Uno 192

Tabla 6.2 Longitud de los Pernos en mm. 196

Tabla 6.3 Cálculos de la Pérdida de Calidad de los Pernos 197

Tabla 6.4 Longitud de los Pernos mm. después de Implementar las Mejoras 199

Tabla 6.5 Cálculos de la Pérdida de Calidad de los Pernos Después de la Implementación de las Mejoras 200

Introducción

Las organizaciones se encuentran en una lucha constante por responder a las demandas crecientes del mercado; en este tenor la calidad juega un papel preponderante para ofrecer a los mercados de productos y servicios de calidad a bajos costos que se obtengan a partir de procesos basados en tecnologías y conceptos de operación excelentes. Es aquí donde el Ingeniero en Gestión Empresarial puede y debe contribuir con el dominio de herramientas y conocimiento de sistemas de calidad en el logro de este objetivo, por lo que es necesario que el estudiante desarrolle competencias para utilizar herramientas estadísticas en el diagnóstico, análisis y solución de problemas. Así mismo deberá aplicar las técnicas y sistemas de aseguramiento de calidad para llevar a las organizaciones a que establezcan una cultura de mejora continua. Es en la asignatura de Calidad Aplicada a la Gestión de la Calidad que el estudiante adquiere las competencias antes mencionadas.

El desarrollo del presente trabajo "Apuntes" tiene como objetivo que los docentes que impartan la asignatura antes citada tengan un conocimiento básico de las estrategias didácticas y cuenten con material de apoyo en forma de presentaciones, ejercicios de aplicación y propuesta de actividades a realizar para el desarrollo de competencias profesionales en la comunidad estudiantil.

Esta propuesta es el resultado de la experiencia de implementación de diferentes actividades académicas realizadas en el aula durante más de 10 años en la impartición de esta asignatura, por lo que los estudiantes y docentes contaran con material que refleja la curva de experiencia de la docente que desarrolla el presente trabajo.

Al tratarse de una asignatura teórico-práctica es importante que la aplicación de conocimientos se realice en el contexto actual de las organizaciones. Si bien es cierto que existe bibliografía que se puede utilizar para tal efecto, los casos de aplicación práctica son escasos y generalmente en contextos ajenos al estudiante. En el presente trabajo se proponen ejercicios y casos de estudio que son elaborados tomando en cuenta información actual disponible en el entorno cercano a los estudiantes.

Por otro lado, la impartición de esta asignatura por parte del docente implica el conocimiento y dominio no solamente de técnicas estadísticas de calidad sino también de las normatividades aplicables tanto a nivel nacional como la normatividad aplicable por parte de nuestro principal socio comercial, Estados Unidos de América, por lo que debe realizar un

balance de la importancia de cada uno de los temas contemplados en la asignatura. En estos apuntes, se presentan los aspectos más importantes de dichas normatividades y como abordarlos.

Como apoyo importante para los estudiantes, se presentan ejercicios resueltos los cuales podrán consultar tantas veces como sea necesario. Así mismo se proponen una serie de ejercicios para resolver y casos de estudio con el propósito de asegurarse del dominio de las competencias que le permitan abordar problemáticas en el mundo real.

En el entorno académico es importante que los profesores compartan el conocimiento y experiencia acumulada durante los años de trabajo docente de manera que los profesore que impartirán la materia en el futuro tengan un marco de referencia sólido para lograr los objetivos de la asignatura. Con el uso de estos apuntes, se pretende asegurar las competencias de egreso que los estudiantes deben tener en las áreas de Calidad y Herramientas Estadísticas. De manera paralela, los apuntes serán una herramienta útil para el docente al contar con material didáctico que ya ha sido probado y actualizado a lo largo del tiempo.

Tema 1. Filosofías de la Calidad.

Competencia específica: Identifica los conceptos empleados en Calidad en base a la Sociedad Americana de la Calidad (ASQ) para aplicarlos en las organizaciones.

Actividades de aprendizaje:

- Identifica las principales aportaciones y limitaciones de las diferentes corrientes filosóficas de la calidad.
- Elabora un mapa conceptual de los conceptos de la calidad.
- Elabora un glosario de forma creativa de la terminología según la ASQ.
- Elabora reporte de caso de estudio.

1.1. Principales corrientes de la calidad.

El concepto de la calidad ha estado presente desde tiempos ancestrales (pirámides de Egipto, esculturas de Miguel Ángel, pinturas de Leonardo Da Vinci, etc.) pero ha cobrado importancia a partir de la revolución industrial y se volvió primordial a partir de la segunda guerra mundial con el auge de las industrias manufactureras y la globalización de las economías.

Para hablar de corrientes y aportaciones en materia de calidad es importante conocer las filosofías de los diferentes expertos en este tema, se presentan a continuación las principales corrientes de la calidad con sus respectivos creadores.

Walter A. Shewhart propuso el control estadístico del proceso (CEP) con el uso de las gráficas de control y el circulo PHVA, mientras trabajaba en los laboratorios Bell. Es considerado el padre del control estadístico de la calidad. El CEP es una de las 7 herramientas de mejora continua y se aplica principalmente para prevenir que se fabriquen productos defectuosos durante el proceso de producción y así evitar que se agreguen actividades y recursos al costo de un producto que al final será desechado en la verificación final o peor aún llegue al consumidor final ocasionando un elevado costo por incumplimiento. Por otro lado, el círculo PHVA aunque fue creado por Shewhart, se conoce como el Círculo de Deming o de mejora continua por ser Deming quien lo difundió como una herramienta para la solución de problemas. (Lifeder, 2020).

A partir de 1950 Deming colaboró con la Unión Japonesa de Científicos e Ingenieros (JUSE) entrenándolos en los métodos que el propuso para control de calidad y principios de administración. Este entrenamiento sirvió de base para formular los 14 puntos de Deming que fueron publicados en el libro "Out of the Crisis" publicado en 1966.

Las aportaciones de Deming fueron la base para el desarrollo industrial de Japón. Los 14 puntos de Deming, así como las 7 enfermedades de las organizaciones siguen siendo utilizadas por empresas de clase mundial para mejorar sus procesos. (Madrigal, 2021)

Joseph M. Juran en 1937 aplico el Principio de Pareto (80/20) para la solución de problemas de Calidad que forma parte de las 7 herramientas se mejora continua de calidad. En 1986 presentó la Trilogía de la Calidad como un método de administración gerencial para lograr las metas organizacionales que consiste en Planear, Controlar y Mejorar la Calidad. Por otro lado, Juran hizo énfasis en los costos de la mala calidad y su importancia. (Madrigal, 2021).

Philip Crosby es el creador de las filosofías "Cero Defectos "y "Hacerlo bien a la primera vez". Crosby argumentaba que la calidad no cuesta ya que lo que realmente cuesta es el incumplimiento de la calidad, que provoca gastos de retrabajos, devoluciones, exigencia de garantías, entre otros. (Madrigal, 2021)

Kaoru Ishikawa por su parte propuso el uso de las 7 Herramientas básicas de calidad, una de las cuales es el Diagrama Causa-Efecto o Diagrama de Ishikawa que es una herramienta poderosa para analizar las posibles causas que originan un problema, identificar la causa raíz y proponer un plan de acción para la mejora. Es creador de los círculos de calidad, herramienta de trabajo colaborativo para la mejora continua. Algunos de los principios de calidad que este gurú propone son: "La calidad empieza con la educación y termina con la educación" y "El control de calidad es responsabilidad de todos los trabajadores y en todas las áreas". (Ingeniería de Calidad, 2022) .

1.2 Conceptos y Terminología según la Asociación Americana de la calidad (ASQ).

La Asociación Americana de la Calidad (ASQ) es una sociedad conformada por la comunidad más grande del mundo de expertos en calidad. Fue creada hace más de 77 años con sede en Milwaukee, Estados Unidos. ASQ es líder en capacitación, certificación individual y herramientas referentes a calidad para todo tipo de industrias, cuenta con el apoyo de más de

80,000 socios a través de los cuales ofrecen cursos y asesoría en calidad desde lo más básico hasta desarrollo de temas especializados. En ASQ los expertos en todo el mundo se unen para compartir sus experiencias y conocimientos con la finalidad de ayudar al desarrollo de otros socios, tanto en sus trabajos, como en su vida cotidiana. (ASQ Latin America, 2023).

La ASQ elabora y actualiza un glosario de términos referentes a la calidad que sirvan como referencia rápida a los interesados en el tema; con este glosario no tendrán que dedicar demasiado tiempo para conocer el significado de los conceptos que son de su interés.

Para conocer el glosario actualizado acceder a la siguiente liga: https://asq.org/quality-resources/quality-glossary

1.3 Aplicaciones en gestión empresarial.

Las filosofías de calidad han sido ampliamente aplicadas en empresas a nivel mundial, siendo pioneras: Bell Labs, General Electric, Western Electric, Toyota, General Motors, Ford y Chrysler, así como el Gobierno de Estados Unidos de Norteamérica, un ejemplo especifico de su aplicación ha sido reportado por el ejército de Estados Unidos quien mediante la aplicación de Lean-Six sigma ha logrado ahorros de 19 mil millones de dólares en 5 años.

En Ford Motors Company en el año 2000 con la aplicación de metodología Six Sigma en sus procesos de producción logran un ahorro de 52 millones de dólares.

Toyota basa su éxito en la aplicación del Sistema Toyota de Producción (TPS) que es el sistema de calidad enfocado a eliminar toda clase de desperdicio de forma sistemática.

Cabe mencionar que el resurgimiento de la industria japonesa a principios de los años 50´s de debió en gran medida a las contribuciones de Edwards Deming y Joseph Juran.

Actualmente en México las empresas realizan esfuerzos importantes por mejorar su productividad apoyándose en la aplicación de sistemas de calidad; empresas como FEMSA,

Grupo Bimbo, FIAT Chrysler, General Motors México, entre otros. Cabe mencionar que las filosofías de calidad se han aplicado y se sigue aplicando también en empresas prestadoras de servicios y gubernamentales.

Actividades sugeridas

Tema 1. Actividad 1. Quiz. Filosofías de la calidad

Resolver de forma individual el Quiz que se encuentra en la app Quizizz "**Filosofías de la Calidad**", con acceso a través de la siguiente liga:

https://quizizz.com/admin/quiz/652960396586d3f0251a8672?source=quiz_share

Se recomienda que se realiza el Quiz en el salón de clase, utilizar la opción: Sesión con instructor- Empezar un examen-Ritmo del profesor. No compartir la liga con los estudiantes, porque tendrían acceso a las respuestas.

Se anexa el Quiz

QUIZIZZ

NOMBRE : _____

CLASE : _____

FECHA : _____

Filosofías de la Calidad
10 Preguntas

1. ¿Cuál de los siguientes NO es considerado como un gurú de la Calidad?

A Kaouru Ishikawa

B Joseph Juran

C Henry Ford

D W. Edwards Deming

2. Es una herramienta de análisis cuyo objetivo es encontrar la causa raíz de un problema

A Histograma

B Gráfica XY

C Diagrama de Pareto

D Diagrama de Ishikawa

3. Este Gurú de la calidad es reconocido por sus aportaciones al desarrollo industrial de Japón

A Armand Feigenbaum

B Philip Crosby

C Kaoru Ishikawa

D W. Edwards Deming

4. Son las principales aportaciones de Walter Shewhart a la Administración de la Calidad

A La estratificación

B El diagrama de espina de pescado

C El control estadístico de la calidad

D El ciclo de mejora PHVA

5. ¿Cuál de los siguientes es el orden correcto de la trilogía de Juran en relación a la calidad?

A Controlar - planear - mejorar
B Mejorar - controlar - planear
C Planear - mejorar - controlar
D Planear - controlar - mejorar

6. De acuerdo con Deming, el establecer cuotas numéricas de producción puede resultar en un alto nivel de producción pero con baja calidad. ¿Cuál de las siguientes podría ser una causa directa de la disminución en la calidad cuando se tiene un nivel de producción elevado?

A Cansancio de los operadores
B Fallas de maquinaria y equipo
C Descuido de los operadores
D Ausentismo de los operadores

7. ¿A que se refiere la palabra "Total" en el Control Total de la calidad?

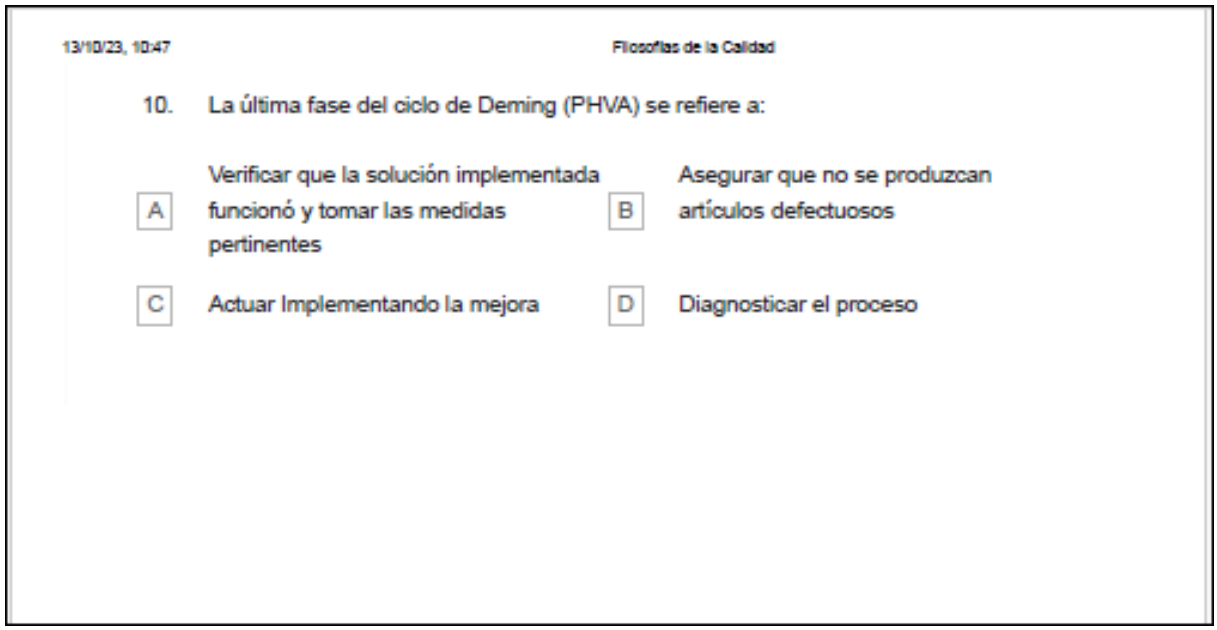
A El costo de la mala calidad afecta de manera significativa los ingresos de una empresa
B Todo el personal de organización es responsable de la calidad
C La calidad es muy importante
D Se deben dedicar recursos suficientes al departamento de calidad

8. ¿Como se puede cumplir el punto 12 de Deming "permitir que los trabajadores se sientan orgullosos de sus trabajo"?

A Dar varios descansos durante el turno de trabajo
B Evitar comparar a un trabajador con sus colegas
C Incrementando el salario
D Asignándoles tareas fáciles

9. Esta es una diferencia entre los círculos de calidad en Japón y su equivalente en las empresas de occidente

A Se reúnen fuera de su horario de trabajo
B Son obligatorios
C Solo hay un círculo de calidad en la empresa
D Se involucran los altos mandos de la empresa



Tema 1. Actividad 2. Mapa Conceptual. Conceptos de Calidad
Trabajo individual

Elaborar un mapa conceptual de los conceptos de calidad vistos en clase.

Un mapa conceptual es la representación visual de una serie de conceptos y la relación existente entre ellos. Permite abarcar de una sola mirada el panorama completo de un tema de estudio.

Características de un mapa conceptual

- ✓ **Estructura jerárquica**: están organizados jerárquicamente, con los conceptos más generales y amplios en la parte superior y los conceptos más específicos y detallados en la parte inferior.
- ✓ **Nodos**: cada concepto es representado por un nodo o círculo en el mapa conceptual, el cual puede contener una o varias palabras clave.
- ✓ **Líneas de enlace**: los nodos están conectados por líneas de enlace, que representan las relaciones entre los conceptos.
- ✓ **Palabras clave**: en los nodos se utilizan palabras clave o frases cortas para resumir los conceptos, lo que facilita la comprensión de los conceptos.
- ✓ **Flexibilidad**: los mapas conceptuales son flexibles y pueden ser modificados y

actualizados fácilmente, lo que permite que se adapten a medida que se adquiere o surge nueva información.

Para consultar como elabora un mapa conceptual consulta la siguiente página:

https://www.lifeder.com/mapa-conceptual/

Tema 1. Actividad 3. Glosario de términos según la ASQ.

Trabajo individual

Consulta los siguientes términos y conceptos según la ASQ (American Society for Quality).

- Calidad
- Autonomización
- Automatización
- Círculos de calidad
- Control de Calidad
- Ingeniería de Calidad
- Costo de la mala calidad (COPQ)
- Despliegue de la función de la Calidad (QFD)
- Garantía de calidad
- Gestión de la Calidad
- Auditoria de la calidad
- Herramienta de calidad
- Función de Pérdida de la calidad
- Plan de calidad
- Política de Calidad

- Reingeniería
- Evaluación de la conformidad
- Trilogía de la Calidad
- Tiempo de cola
- Cambio rápido
- Quality Management System
- Diagrama de espagueti
- Reporte A3

Tema 1. Actividad 4. Kahoot. Glosario de términos según la ASQ.

Resolver el siguiente Kahoot, el PIN (clave de acceso) se genera de forma automática cada vez que se juega.

El profesor deberá dar de alta las preguntas después de registrarse en kahoot.com y usar la opción “crear”.

Se recomienda jugar el kahoot en clase, el profesor correra el kahoot desde la computadora y proyectará las preguntas, los estudiantes deberán conectase desde su celular o computadora para responder el cuestionario.

El kahoot contine las siguientes preguntas:

Glosario de Términos de la ASQ

En este Kahoot se pide identificar los términos que se utilizan para cada una de las descripciones planteadas en las preguntas.

3 jugadas · 3 jugadores

Un kahoot público

Preguntas (11)

1 - Quiz

Es el conjunto de técnicas y actividades operativas que se utilizan para cumplir con la calidad. 20 s

- Gestión de la calidad ✗
- Aseguramiento de la calidad ✗
- Control de calidad ✓
- Ingeniería de calidad ✗

2 - Quiz

Se conoce también como el diagrama causa-efecto 20 s

- Diagrama de Espagueti ✗
- Gráfica de porcentajes ✗
- Diagrama de Pareto ✗
- Diagrama de Ishikawa ✓

3 - Quiz

Una aproximación parabólica a la pérdida de calidad que ocurre cuándo una característica de calidad se desvía de la meta — 20 s

- Capacidad del proceso ✗
- Fuera de especificaciones ✗
- Diagrama de Ishikawa ✗
- Función de pérdida de la calidad ✓

4 - Quiz

A este proceso se le conoce como "escuchar la voz del cliente" — 20 s

- Aseguramiento de la calidad ✗
- Despliegue de la función de calidad ✓
- Sociedad/alianza ✗
- El efecto Hawthorne ✗

5 - Quiz

Es un instrumento o técnica que apoya las actividades de administración de la calidad — 20 s

- Herramienta de calidad ✓
- Plan de calidad ✗
- El reporte A3 ✗
- Gráfica de porcentajes ✗

6 - Quiz

Enfoque de administración de la calidad que consiste en las etapas planear, controlar y mejorar 20 s

- Administración de la calidad ✗
- La administración científica ✗
- La trilogía de la calidad ✓
- La casa de la calidad ✗

7 - Quiz

El sistema que documenta la estructura, los procesos y los procedimientos para una efectiva gestión de calidad 20 s

- Sistema de administración de la calidad ✓
- Administración de la calidad ✗
- Plan de calidad ✗
- Administración de procesos ✗

8 - Quiz

Proceso donde una máquina al detectar un defecto, detiene el proceso y le informa a una persona 20 s

- Autonomización ✓
- Automatización ✗
- Robotización ✗
- Kaizen ✗

9 - Quiz

Administración de las actividades y recursos de una empresa para lograr los objetivos de calidad 20 s

- Administración del sistema de calidad ✗
- Despliegue de la función de calidad ✗
- Plan de control ✗
- Administración de la calidad ✓

10 - Quiz

Herramienta diseñada por Toyota para la solución de problemas que consiste en una sola hoja 20 s

- Gráfica de porcentajes ✗
- ANOVA ✗
- Reporte A3 ✓
- Diagrama de espagueti ✗

11 - Quiz

Una representación visual del flujo de un producto a través del proceso utilizando líneas de trazo continuo 20 s

- Diagrama de Ishikawa ✗
- Diagrama de operación del proceso ✗
- Diagrama de espagueti ✓
- Diagrama de interrelaciones ✗

Tema 1. Actividad 5. Caso de estudio.

Resolver el siguiente caso de estudio:

Caso de estudio "MODELO BIMBO DE CALIDAD", adaptado de (Calderón, 2018)

A las 03:00 de la tarde del 2 de diciembre de 1945 Salieron del horno los primeros productosde la nueva planta de Bimbo: pan blanco grande, plan blanco chico, pan negro y pan tostado envueltos en celofán, una novedad para el mercado de la Ciudad de México. Así se concreta la idea que en 1943 Lorenzo Servitje tiene de crear una empresa panificadora, nace así Panificación Bimbo S.A. y el osito Bimbo surge como logotipo.

Lorenzo Servitje nace en el seno de una familia con una gran tradición panadera, en 1918 Don Juan Servitje padre de Lorenzo y Roberto Servitje patentaron la "Higiénica Múltiple Póo", la primera máquina mexicana de hacer bolillos.

Con su origen pastelero, el fundador de Bimbo siempre tuvo la inquietud de elaborar pasteles y pastelitos y en 1954 se elaboran las primeras pruebas de pastelitos espatulados estilo americano; redondos y sencillos, sin decorado y solo tres sabores; naranja, fresa y chocolate. Para operar esta línea se constituyó una compañía que más tarde se convertiría en Marinela.

A partir de los 60´se da un paso decisivo en la producción, al implementar los sistemas más avanzados para elaborar productos altamente higiénicos y de calidad controlada.

En 1972 Bimbo instaló en México (San Pedro Xalapa) la planta panificadora más grande de América Latina y una de las diez más grandes del mundo, además del tamaño, también fue admirable su moderno proceso de producción.

Para 1979, Roberto Servitje fue nombrado director de la compañía, la cual ya contaba con 12 fábricas y 15,000 colaboradores. Bajo su dirección, la empresa se listó en la Bolsa Mexicana deValores e inició su expansión.

En 1985 y después de un seminario de capacitación y sensibilización dirigido a los miembros de la Junta Directiva se arrancó el "Plan Cero Defectos", con el que se proponía lograr la calidad total en todos los productos y procesos de la organización. Se cubrieron los muros de oficinas, pasillos, talleres y patios con lemas como:" Hazlo bien desde la primera vez".

Al cumplir sus primeros 40 años de creación, Bimbo definió los cuatro elementos clave del crecimiento futuro: productividad, calidad, participación y nuevas tecnologías.

A principios de los 90´s Bimbo creo la Organización Latinoamericana (OLA) para operar la expansión al sur de la frontera mexicana, a través de adquisiciones en Venezuela, El Salvador, Costa Rica, Argentina, Perú, Colombia y Brasil, confirmando así su liderazgo latinoamericano.

A partir de 1997 Daniel Servitje, hijo de don Lorenzo, se convirtió en director del Grupo Bimbo, tras lo cual inició un agresivo proceso de expansión, se concretó la adquisición de plantas panificadoras en Estados Unidos, Canadá y Europa.

En el 2020 se consolida como la panificadora más grande a nivel mundial y se concreta la migración a energías limpias en todas las operaciones de la empresa.

Una de las estrategias de negocio que ha utilizado Bimbo es la ampliación de su portafolio, estrategia que puso en marcha desde los 70´s; ya para 1971 la empresa de botanas Barcel inició operaciones y ha sabido llevar productos como Takis a mercados internacionales.

El Ing. René Gutiérrez (Gutierréz, 2010), en una de sus tantas ponencias acerca del éxito del Grupo Bimbo hace referencia a como su fundador manifiesta la necesidad dentro de la empresa: “La necesidad de conseguir resultados, resolver las tensiones, conciliar la demanda y coordinar los esfuerzos de todo el equipo”, lo que los llevo a involucrar más personal por medio de la participación.

De acuerdo con la publicación (Milenio, 2023),n la actualidad Grupo Bimbo se ha consolidado como la empresa en panificación líder en el mercado a nivel mundial con presencia en 34 países de 4 continentes y con más de 100 marcas, alcanzo ventas anuales en el 2022 por 19 mil 800 millones de dólares. Por la satisfacción de los colaboradores, el crecimiento financiero en ingresos y los logros en sustentabilidad, Grupo Bimbo destaca en el listado de “Las Mejores Compañías del Mundo 2023” presentado por la revista Time, que presenta las empresas con los mejores resultados. En su primera incursión en esta lista global, Bimbo se convierte en la empresa mexicana mejor calificada ubicándose en el lugar 113 de entre 750 compañías analizadas Statista, proveedor mundial de estudios de mercado. "Este reconocimiento como una de las Mejores Compañías del Mundo es un reflejo del trabajo y pasión de los más de 145 mil colaboradores que forman parte de Grupo Bimbo”, expresó Daniel Servitje, presidente y director general de Grupo Bimbo. “Desde nuestra fundación hace 78 años, buscamos ser un agente de cambio que impacte de forma positiva en las

comunidades donde operamos, contribuir a cuidar y regenerar los sistemas naturales, así como ofrecer siempre los mejores productos con la más alta calidad a todos nuestros consumidores".

Entre otras, algunas acciones relacionadas al compromiso con la sustentabilidad del Grupo Bimbo que permitieron que ingresara a este listado están la alineación a 10 prácticas que se aplican obligatoriamente en todas sus locaciones a nivel mundial. Además, la empresa cuenta con el 85% de energía renovable, y en algunos países ya se logró el 100%.

A continuación, se describe el Modelo de Calidad empleado por Bimbo, modelo que sin duda hadado frutos toda vez que Bimbo logró además del reconocimiento anterior, el cuarto sitio global en compañías en el sector de alimentos y bebidas.

El modelo de Calidad de Bimbo (AMTE, 2021)) en su estructura maneja 8 puntos los cuales ha tenido una evolución variada en donde el grupo se ha preocupado por mejorarlos día a día. Los equiposde trabajo que se tienen en Bimbo son la base del modelo; se les refieren como: Equipos Naturales de Administración, estos están integrados como parte esencial de la empresa y el objetivo que persiguen es: "vincular al jefe y colaboradores con el objetivo y las metas del equipo, para así poder verificar los resultados obtenidos".

¿Por qué se decidió trabajar en Equipo? Porque en su proceso de capacitar y difundir con el personal la formación de los equipos parte de los siguientes principios:

- ✓ La unión hace la fuerza
- ✓ Dos cabezas piensan mejor que una
- ✓ Necesitamos como empresa ser productivos y competitivos

Otro aspecto importante del modelo de calidad está en cubrir los principios de la empresa, los principios vitales son:

- ✓ Enfoque al cliente
- ✓ Enfoque al consumidor
- ✓ Enfoque a los procesos
- ✓ Enfoque de creciente y aprendizaje

Los proyectos van desde los niveles más bajos de la empresa y se involucra a todo el personal, los que intervienen en estos equipos, y es responsabilidad de la empresa capacitarlos y darles herramientas para así entonces poner en práctica la metodología

que se basa en 8 puntos importantes los cuales son los siguientes.

- ✓ Iniciar identificar problemas y escoger uno, pasa por el proceso de mejora continua.
- ✓ Tenemos el aspecto de planear
- ✓ Hacer
- ✓ Verificar
- ✓ Actuar durante el proceso de estos 8 pasos
- ✓ Confirmar el efecto de la mejora realizada
- ✓ Mantener el efecto de la mejora (estandarizar)
- ✓ Revisar los problemas pendientes e iniciar nuevos proyectos.

Esta metodología se ha convertido no solo en la forma de trabajo sino en la filosofía BIMBO, como sello característico de esta empresa.

Reporte del Estudiante

Contesta lo que se te solicita.

1. A partir de la lectura del caso identifica los factores de éxito del Grupo Bimbo.
2. ¿Qué tipo de liderazgo consideras que ejerció el fundador Lorenzo Servitje y que impacto tuvo en la organización?
3. Analiza cada uno de los 8 puntos del Modelo Bimbo de Calidad e identifica la filosofía de calidad con la cual se relaciona cada uno de ellos.
4. ¿Consideras que el Modelo Bimbo de Calidad se puede aplicar a otras organizaciones? Justifica tu respuesta.

Caso para discusión en clase.

Analizar la información publicada en la revista El Economista, (El Economista, 2023).

“Un portavoz de Toyota explicó que, por el momento, se ha descartado que un ciberataque haya provocado las fallas en 12 de las 14 fábricas que opera la compañía en Japón.

Toyota anunció el martes (tiempo local) que suspendió operaciones en 12 de sus 14 fábricas de Japón debido a una falla en su sistema, aunque aclaró que no parecía ser un ciberataque.

Doce fábricas de vehículos que afectan 25 líneas no pueden procesar órdenes de piezas debido a una falla en el sistema (...) En este momento creemos que no es un ciberataque", indicó un portavoz de Toyota a AFP.

El año pasado, Toyota se vio obligada a suspender toda su producción en Japón durante un día debido a un ciberataque contra uno de sus proveedores, Kojima Industries.

Tras verse afectada el año pasado por las interrupciones en la cadena de suministros y la escasez de semiconductores, la producción mundial de Toyota se aceleró fuertemente desde el inicio de este año."

Preguntas de discusión:

1. ¿Cuáles serían las posibles causas que originaron el paro en la planta?
2. ¿Qué pasos sugieres para encontrar la causa-raíz?
3. Elige una de las posibles causas listadas en el punto 1 como la causa-raíz del problema.
4. Bajo el supuesto de que se identificó la causa- raíz real, ¿qué evidencias soportan dicha elección?

Tema 2. Control Estadístico de la Calidad.

Competencia Específica Para a Desarrollar:

Soluciona problemas de calidad por medio de la estadística descriptiva e inferencial, así como las herramientas de la calidad para cuantificar lo elementos de la variación y controlar el proceso.

Actividades de Aprendizaje:

- Aplicar los fundamentos de la estadística descriptiva e inferencial, de manera práctica, con base a los procedimientos enfocados a controlar y/o mejorar la calidad de productos y/o procesos industriales.
- Aplicar las 7 herramientas básicas de calidad en la resolución de estudios de casos aplicables a su entorno.
- Aplicar software para promover el control de calidad de productos y procesos.

2.1 Estadística Descriptiva

Tal como se menciona en el libro Control Estadístico de la Calidad y Seis Sigma (Gutierrez & de la Vara, Control estadístico de la Calidad y Seis Sigma, 2013), desde el punto de vista de los clientes, las organizaciones existen para proveer un bien o un servicio que satisfaga sus necesidades y expectativas. Estos productos o servicios son el resultado de un proceso, que es un conjunto de actividades mutuamente relacionadas o que interactúan, las cuales transforman elementos de entrada en resultados, estos resultados osalidas pueden ser un producto en sí o alguna modificación de los insumos, que a su vez será un insumo para otro proceso.

Las variables de salida, es decir, las características de calidad o variables de respuesta son enlas que se reflejan los resultados obtenidos de un proceso. A través de los valores que toman estas variables se evalúa la eficacia de un proceso. Algunas de estas variables son dimensiones (longitud, espesor, volumen, peso); propiedades físicas, químicas o biológicas; características superficiales, propiedades eléctricas, sabor, olor, textura, durabilidad, etc.

Estas variables de salida deben cumplir con ciertas metas y/o especificaciones, a fin de

considerar que el proceso está operando de manera satisfactoria.

La estadística descriptiva es utilizada para el análisis de variables cuantitativas.
"La estadística descriptiva es la técnica matemática que obtiene, organiza, presenta y describe un conjunto de datos con el propósito de facilitar su uso generalmente con el apoyo de tablas, medidas numéricas o gráficas. Además, calcula parámetros estadísticos como las medidas de centralización y de dispersión que describen el conjunto estudiado " (Martínez, 2016).

Esta rama de la estadística describe las características de un conjunto de datos en dos sentidos: medidas y distribución. Los estadísticos y gráficos que se utilizan son: Media, Rango, Varianza, Desviación típica, Coeficiente de variación, Coeficiente de asimetría, Coeficiente de curtosis e Histograma y tabla de frecuencias.

El histograma es una herramienta sumamente útil para determinar problemas de calidad. Comose menciona en el Método Juran (Gryna & Defeo, 2013), partiendo de que la mayoría de los procesos arrojan resultados que siguen razonablemente una distribución normal, para saber si un proceso es capaz de cumplir las especificaciones requeridas, se selecciona una muestra aleatoria del proceso y se mide la característica de calidad seleccionada, se prepara un histograma y se añaden los límites de las especificaciones, se procede a analizar los siguientesaspectos:

5. El centro del histograma. Define el objetivo del proceso.
6. El ancho del histograma. Define la variabilidad respecto al objetivo.
7. La forma del histograma. Cuando se espera una curva normal o con forma de campana, entonces cualquier desviación significativa se debe usualmente a una condición de manufactura (u otra), que pueda ser la raíz del problema de calidad. Por ejemplo, un histograma con dos o más picos puede revelar que diversas poblaciones han sido mezcladas (proveedores, máquinas, etc.).

2.2 Estadística Inferencial.

Es la rama de la estadística que tiene como objetivo estimar parámetros de poblaciones a

partir de una muestra.

De acuerdo con (Gutierrez & de la Vara, Control estadístico de la Calidad y Seis Sigma, 2013), una población se caracteriza por una variable y ésta a su vez por su distribución de probabilidad. Por lo general, una distribución depende de parámetros que, si se desconocen y resulta difícil obtenerlos ya se por costo o tiempo o ambos, es necesario estimarlos a partir de datos de muestras.

La estimación de un dato o parámetro puede ser puntual o por intervalo.

El estimador puntual de un parámetro es un estadístico que genera un valor numérico simple, por ejemplo, la media muestral es una estimación de la media poblacional, de igual forma la desviación estándar muestral es una estimación de la desviación estándar poblacional.

Por ejemplo, para estimar el grosor promedio de los discos producidos por un proceso, durante una semana se toma una muestra de n= 125 discos, y se obtiene la media muestras que es $\bar{\bar{X}} = 1.79$. Este valor puede utilizarse como un estimador puntual de la media del proceso.

La estimación puntual depende de los elementos que fueron seleccionador en la muestra, por lo que dependerá y variará de una muestra a otra.

La estimación por intervalo consiste en saber que tan precisa es la estimación puntal, se calcula un intervalo de confianza que indica un rango “donde puede estar el parámetro de la población” con cierto nivel de confianza. de esta manera un intervalo de confianza del 95% de la media poblacional indicara que en el rango determinado hay un 95% de probabilidad de que ahí se encuentre la media poblacional real. Por ejemplo, si el intervalo de confianza del 95% de la media poblacional es (100, 103), hay un 95% de probabilidad de que la media poblacional se encuentre entre 100 y 103.

Lo relevante de una estimación por intervalo es que se puede tener una mejor idea de la confiabilidad del indicador puntual, por ejemplo, para un estimador puntual de 110 es más confiable cuando el intervalo de confianza del 95% es de (109, 111) que cuando el intervalo de confianza es (105, 115), es decir entre mayor amplitud tenga el intervalo es menos confiable.

2.3. Las Siete Herramientas Básicas para el Control de la Calidad.

Las 7 herramientas básicas para el control de la calidad (6 estadísticas y 1 analítica) fueron propuestas por Kaoru Ishikawa en los años 50´s como las técnicas más útiles para la solución de problemas relacionadas con el control y mejora de la calidad, afirmando que el 95% de los problemas de calidad se solucionan con el uso de estas herramientas básicas.

Hoy se utilizan en todo el mundo y se conocen como un conjunto de metodologías que pueden aplicarse para resolver cualquier problema relacionado con la calidad. Se basan en la recolección de datos y el análisis de los hechos.

Las 7 herramientas básicas de calidad son:

1. Hoja de verificación
2. Histograma
3. Diagrama de Pareto
4. Estratificación
5. Diagrama de espina de pescado, de causa-efecto o de Ishikawa.
6. Diagrama de dispersión
7. Gráficas de control

Todas ellas son actualmente de uso cotidiano toda vez que permiten obtener mejores resultados en cualquier ámbito relacionado con la calidad.

A continuación, se describen las 7 herramientas básicas de la calidad:

1.-Hoja de verificación

La hoja de verificación es una herramienta gráfica que se utiliza para recolectar datos en forma lógica, ordenada y fácil. La hoja de verificación es una herramienta de diagnóstico que se utiliza para detectar las posibles causas de un problema y que facilita la formulación de soluciones.

El objetivo de la hoja de verificación es lograr que el tomador de decisiones (un gerente, un ingeniero de planta, un supervisor o el mismo operario), sea capaz de reunir y organizar datos en un formato tal, que le permita un análisis eficiente y fácil.

Utilidad:

- Proporciona un medio para registrar de manera eficiente los datos que servirán de base para análisis subsecuente.
- Proporciona registros históricos que ayudan a percibir los cambios en el tiempo.
- Facilita el inicio del pensamiento estadístico.
- Ayuda a traducir las opiniones en hechos y datos.
- Se puede usar para confirmar las normas establecidas.
- Facilita el cumplimiento del trabajo.

Tipos de hojas de verificación:

a) Hojas para registro de datos
b) Hoja de localización
c) Hoja de verificación

Procedimiento para su elaboración:

1. Definir claramente el propósito de la recolección de datos.
2. Decidir como recolectar los datos.
3. Estimar el total de datos que serán recolectados.
4. Decidir el formato de la hoja.
5. Verificar una vez más su facilidad de uso.

Ejemplo de aplicación:

En el departamento de maquinado de una empresa se tienen dos tornos T1 y T2. Cada uno de los tornos es operado por un técnico en horario de 8 a 12 hr (AM) y de 14 a 18 hr (PM). Durante las últimas semanas se han encontrado diversos errores de manufactura que se detectan en el ensamble final de los productos y que son atribuibles al departamento de maquinado. Para tratar de encontrar la causa raíz del problema, el supervisor del departamento diseño una hoja de verificación y recabó información de los defectos durante una semana. La Figura 2.1 muestra los resultados obtenidos.

Figura 2.1

Defectos de Maquinado

		Lunes		Martes		Miércoles		Jueves		Viernes		Sábado	
Equipo	Trabajador	am	pm	am	pm	am	pm	am	pm	am	pm	am	pm
Máquina 1	A	OOX#	OX	OOO	OXX	OOOX	OOOO	OOOO	OXX	OOOO	OO	O	XX#
						XX#	XXX	X##					
	B	OXX#	OOOX	OOOO	OOOX	OOOO	OOOO	OOOO	OOOOX	OOXX	OOOO	OOX	OOO#
			XO	OOXX	X	OOXX#	OOX#	OX	##	#	O		XOX
Máquina 2	C	OOX	OX	OO	#	OOOO	OOOO	OO	O#	OO&	OO$	&O	O$
						O	OX						
	D	OOX	OX	OO	OOOO#	OOO#	OOOO	O#O	OO&	OO&&	O##	$OOX	XXO
						&	OX			$			

Nomenclatura:

O = ralladuras (R)

X = perforaciones en ubicación equivocada (P)

= dimensiones equivocadas (D)

& = redondez de perforaciones irregular (I)

$ = espesor irregular (E)

A partir de la información se puede apreciar que el defecto “ralladuras” es el que ocurre con mayor frecuencia, pero esta conclusión no es útil para la toma de decisiones. Sin embargo, la información recabada en la hoja de verificación puede ser utilizada como punto de partida para utilizar otras herramientas para continuar con la búsqueda de la causa raíz.

2.-Histograma

Los datos obtenidos de una muestra sirven como base para decidir sobre la población. Mientras más grande sea la muestra, más información obtendremos sobre la población. Pero un aumento en el tamaño de la muestra también implica un aumento en la cantidad de datos, y esto puede llegar a hacer difícil comprender la población a partir de esos datos, aun cuando se organicen en tablas. En ese caso, necesitamos un método que nos permita comprender la población de un vistazo. Un histograma responde a esta necesidad.

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

El histograma es una gráfica que resulta de la tabla de frecuencias de los datos: está integrada por un conjunto de barras que representan los intervalos o clases ubicadas en un sistema de coordenadas.

La línea vertical indica la cantidad de datos que contiene cada clase o categoría. En la línea horizontal, se disponen los límites de todas las clases correspondientes a la variable bajo estudio, la representación de un histograma se muestra en la Figura 2.2.

En la Imagen 2.1 se muestran algunas de las formas que pueden presentar un histograma.

Figura 2.2

Representación de un Histograma

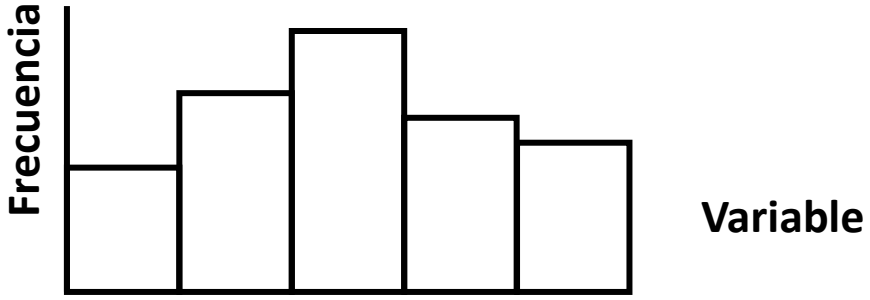
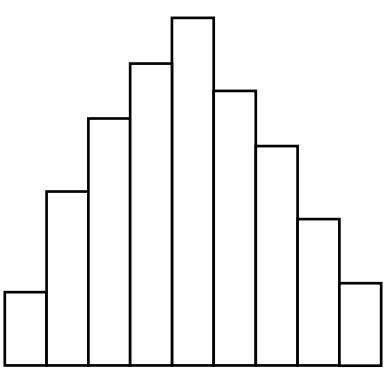
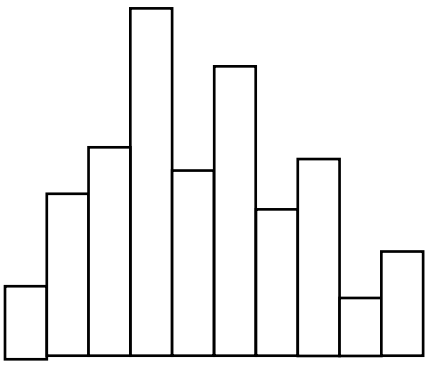


Imagen 2.1

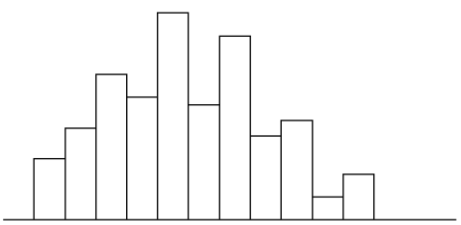
Tipos de Histogramas



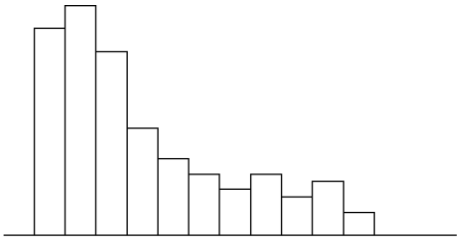
a) Tipo general



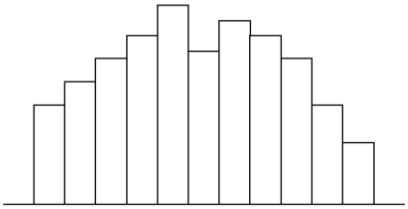
b) Tipo peineta



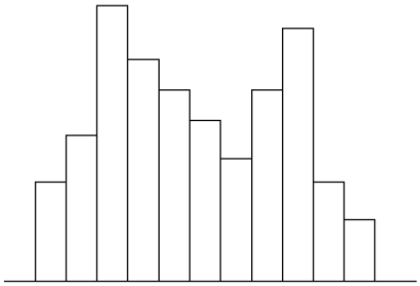
c) Tipo de sesgo positivo



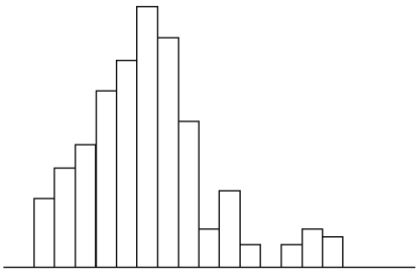
d) Tipo precipicio a la izquierda



e) Tipo planicie



f) Tipo doble pico



g) Tipo pico aislado

El histograma es una herramienta sumamente útil para determinar problemas de calidad. Como se menciona en el Método Juran (Gryna & Defeo, 2013), partiendo de que la mayoría de los procesos arrojan resultados que siguen razonablemente una distribución normal, para saber si un proceso es capaz de cumplir las especificaciones requeridas, se selecciona una muestra aleatoria del proceso y se mide la característica de calidad seleccionada, se prepara un histograma y se añaden los límites de las especificaciones, se procede a analizar los siguientes aspectos:

1. El centro del histograma. Define la media del proceso.
2. El ancho del histograma. Define la variabilidad respecto a la media.
3. La forma del histograma. Cuando se espera una curva normal o con forma de campana, entonces cualquier desviación significativa se debe usualmente a una condición de manufactura (u otra), que pueda ser la raíz del problema de calidad. Por ejemplo, un histograma con dos o más picos puede revelar que diversas poblaciones han sido mezcladas (proveedores, máquinas, etc.).

Para la elaboración del histograma se deben seguir los siguientes pasos:

A.- Construir tablas de frecuencias.

1.- Obtenga el rango de los datos.

El rango es la diferencia que existe entre el dato mayor (XM) y el menor (Xm) de un conjunto de datos: R= XM – Xm, e indica qué distancia cubren los datos si estos se ordenan en una recta numérica.

2.- Determine el número de clases.

Para saber en cuantas clases conviene agrupar los datos, se acostumbra a tener como guía la Tabla 2.1

Tabla 2.1

Numero de Clases sugeridas para un Histograma

Cantidad de clases (k)
5 a 7
6 a10
7 a 12
10 a 20

3.- Determine la amplitud de clase

Esto se lleva a cabo dividiendo el rango de los datos (R) aumentando en una unidad de medición (U), entre el número establecido de clases: $A = (R + U) / K$.

- Nota (1): Cuando se trabaja con número enteros, la unidad (U) equivale a 1. Si es con fraccionarios, la unidad es la misma clase que la de las unidades fraccionarias que se maneja. Así, si se trabaja con décimas, la unidad es una décima (0.1); si son centésimas, será una centésima (0.01), etc.
- Nota (2): Cuando se manejan datos enteros y el resultado del cálculo de la amplitud incluye cifras decimales, éstas se suprimen, y el resultado se redondea elevándolo en una unidad. Cuando se manejan datos que incluyen un decimal y el resultado incluye dos o más cifras decimales, esta cantidad se redondea en una única cifra decimal, la inmediata superior y la primera superior expresada en el resultado; y así sucesivamente.

4.- **Establezca los valores límites de cada clase.**

Estos son llamados la **frontera inferior** (F_I) y **superior** (Fs) de cada una. La frontera inferior de la primera clase se establece restando la mitad de una unidad (U) al dato menor de todo el conjunto. La frontera superior se obtiene sumando la amplitud (A) a la frontera inferior. Para las siguientes clases, se copia la frontera inferior de la clase anterior y se repite el proceso de sumar la amplitud para obtener la frontera superior.

5.- Calcule el punto medio de cada clase

Este valor se denomina marca de clase; se denota por Xi y es la semisuma de las fronteras de la clase: $X = (F_{Ii} + F_{Si}) / 2$. En la construcción del histograma al unir los puntos medios de cada clase se obtendrá una ojiva que ayuda a visualizar la forma del histograma. Este paso se considera opcional.

6.-Calcule las frecuencias absolutas de cada clase

Cuente el número de datos que caen dentro de cada una de las clases; estas entidades se llaman frecuencias, y se denotan con el símbolo fi (lógicamente, la suma de la columna de frecuencias absolutas debe coincidir con el total de datos manejados).

7.-Elabore una tabla de frecuencias.

La distribución de frecuencias terminada presenta la siguiente forma:

F 1 – F s	**X i**	**f i**

B.-Elaborar el Histograma

Elaborar la gráfica de barras donde los valores de las fronteras se graficarán en el eje X y la frecuencia fi es el valor de Y.

Para un análisis descriptivo de los datos es recomendable recurrir a un software: Excel, Statgraphics, Minitab, entre otros.

Ejemplo de aplicación

En un banco es importante medir y control de espera como indicar de la calidad del servicio prestado. En el Banco “El mejor” que cuenta únicamente con 2 cajeros el gerente está preocupado porque han perdido algunos clientes en los últimos meses. Así que necesita información para tomar decisiones, para ello durante 20días hábiles se midió el tiempo de espera de 5 clientes de forma aleatoria. En la Tabla 2.2 se muestran las mediciones.

Tabla 2.2

Tiempo de Espera en el Banco

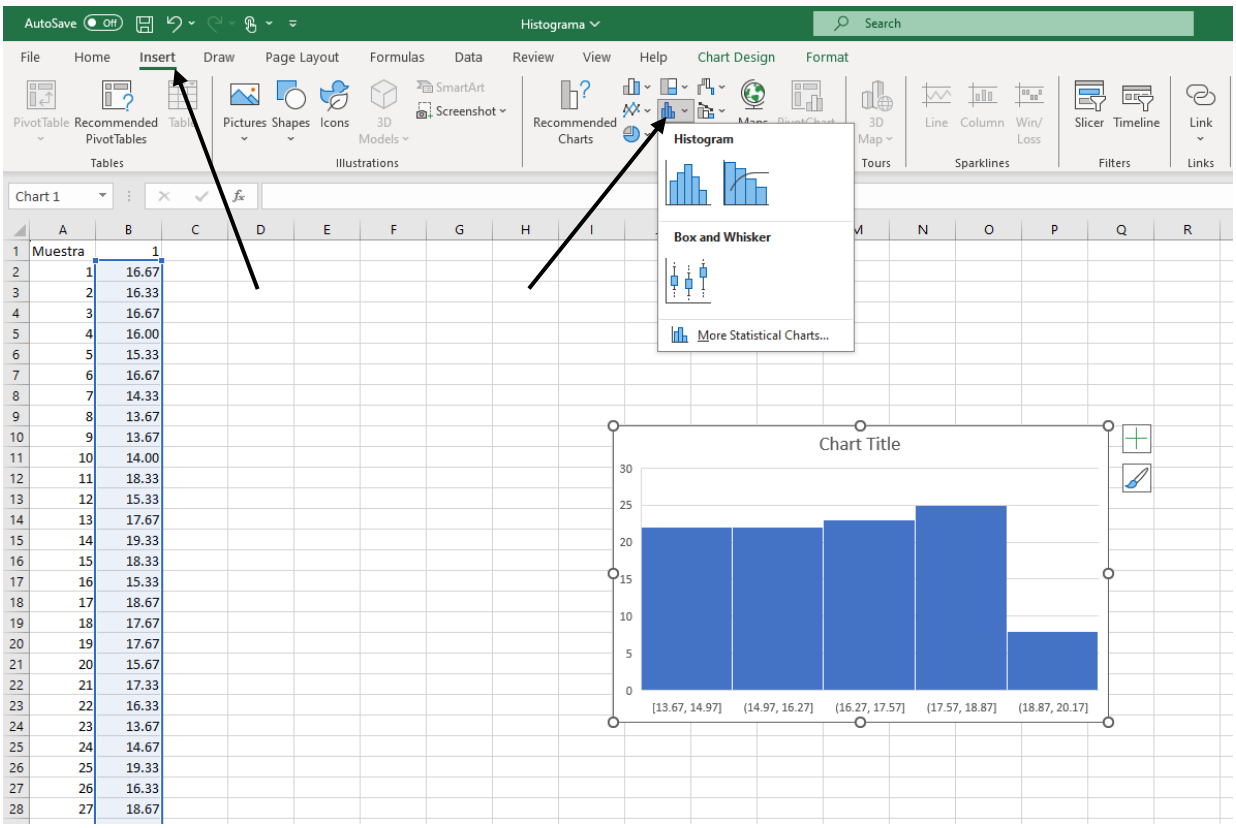
	Observación (min)				
Días	1	2	3	4	5
1	19.33	16.00	18.00	15.67	19.33
2	14.67	16.00	18.00	18.00	16.67
3	19.00	17.33	19.33	17.33	17.67
4	16.67	16.67	18.00	13.67	14.67
5	15.33	14.00	18.33	14.33	18.67
6	16.67	18.33	15.00	13.67	13.67
7	15.33	17.67	16.33	14.67	16.33
8	16.67	17.67	17.67	14.00	19.33
9	14.00	18.33	16.00	15.00	17.00
10	19.00	15.33	18.00	16.67	16.00
11	18.67	18.00	16.33	18.00	14.00
12	15.00	17.00	13.67	16.00	19.00
13	15.00	15.00	15.33	17.00	16.00
14	16.33	14.00	18.00	15.67	19.33
15	15.33	17.67	18.67	14.33	18.33
16	16.67	17.33	17.00	19.00	16.00
17	16.00	18.33	15.67	17.67	16.67
18	15.00	13.67	19.00	14.33	13.67
19	17.33	14.33	16.67	15.67	19.00
20	13.67	17.00	16.67	16.67	15.00

Para la elaboración del Histograma se utiliza Excel.

a) Seleccionar los datos. Es importante mencionar que los datos deben estar listados en una sola columna. Seleccionar “Insertar”, enseguida seleccionar “Histograma”. Se Obtiene un histograma de forma automática, como se muestra en la Imagen 2.2.

Imagen 2.2

Selección de Datos y Generación de Histograma en Automático



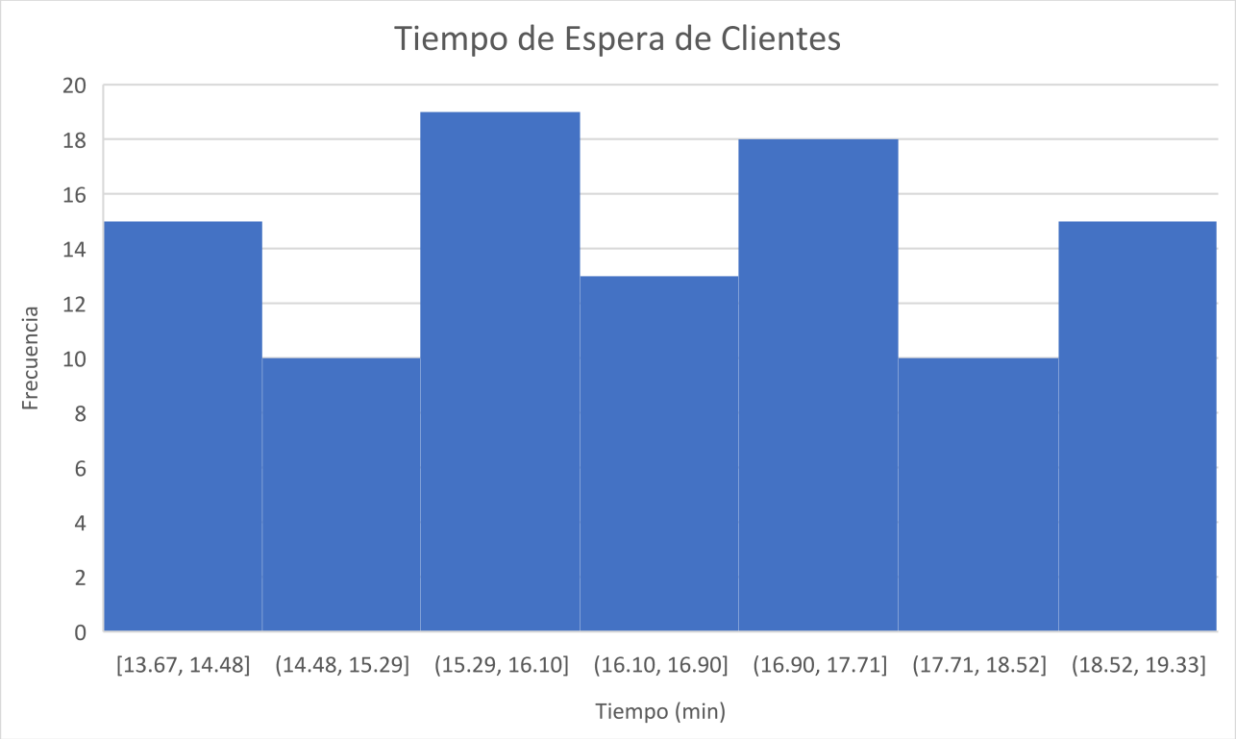
b) Para cambiar el número de clases (k) y obtener un diagrama adecuado dar click con el botón derecho en los intervalos de clase, se desplegará el menú que se muestra en la Imagen 2.3, al seleccionar “Format axis”(Formato de eje) se despliega el menú de la derecha, en este se puede seleccionar “Number of bins” (número de barras= número de clases = k), para este caso se seleccionó k= 7.

c) Por último, colocar los títulos de los ejes y del Histograma.

El Histograma final del tiempo de espera en el Banco “El mejor” se muestra en la Gráfica 2.1

Gráfica 2.1

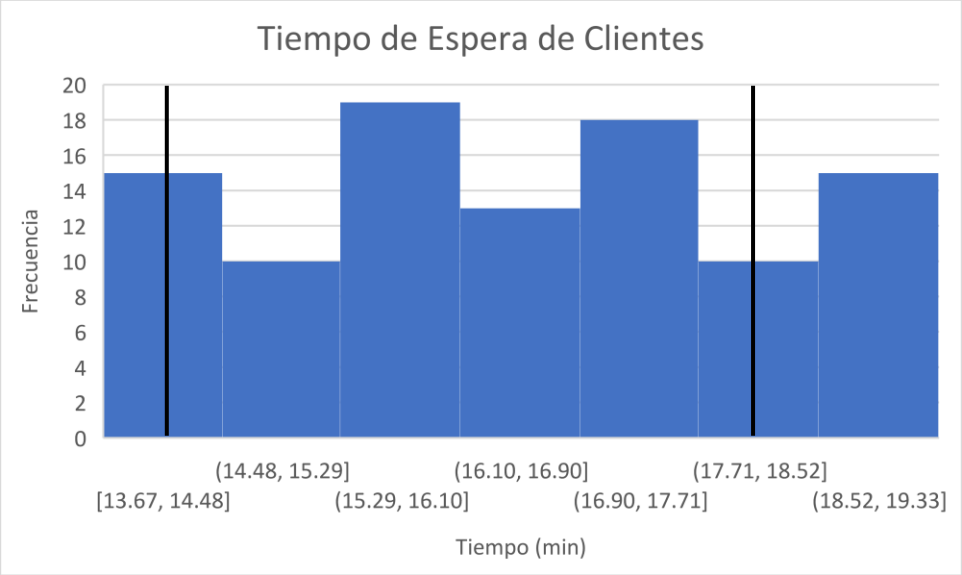
Histograma. Tiempo de Espera en el Banco "El Mejor "



El histograma muestra un valor central de 16.5 (valor medio de la barra central), el ancho o dispersión de los datos es de 5.66 (19.33- 13.57), es decir 16.5 2.83 min. El histograma parece seguir una distribución uniforme, lo cual pudiera deberse a que los clientes realizan en promedio operaciones similares y el tiempo de atención por parte de los cajeros es relativamente constante. Es importante fijar estándares de calidad para verificar si el proceso de atención a cliente cumple con el estándar establecido, por ejemplo si el estándar establecido es de 16 ± 2 min , el proceso en promedio tarda más y es más disperso que el estándar requerido como se muestra en la Gráfica 2.2 , las mediciones a la izquierda del valor de 14 min se pueden considerar clientes más que satisfechos ya que fueron atendidos en un corto tiempo; sin embargo los clientes que fueron atendidos en más de 18 min se consideran clientes insatisfechos y habrá que tomar acciones para mejorar el proceso de atención a clientes.

Gráfica 2.2

Histograma de Tiempo de Espera con especificaciones



3.-Diagrama de Pareto

El diagrama de Pareto, creado por el economista Italiano Vilfredo Pareto, establece que el 80% de los efectos proviene del 20% de las causas. Por esta razón, al diagrama de Pareto también se le conoce como la regla 80-20. Originalmente, el diagrama de Pareto se usó en economía, pero su aplicación a trascendido a otras áreas como la administración de la calidad y la administración de inventarios. Esencialmente, el diagrama de Pareto se utiliza para detectar los pocos vitales y diferenciarlos de los muchos triviales. Al identificar cuáles son las causas principales (pocos vitales), se pueden dedicar recursos a resolver esas causas antes de resolver los muchos triviales.

El diagrama de Pareto es una gráfica de barras ordenadas de mayor a menor de manera que

la frecuencia acumulada es siempre creciente. Se utiliza para determinar la importancia que tienen algunos elementos sobre algún aspecto.

Estructura:

- Sobre el eje horizontal se muestran las barras de la misma dimensión. En cuya base debe llevar el nombre del efecto o problema. Estas barras son ordenadas de izquierda a derecha y de mayor a menor frecuencia.

- Sobre el eje vertical izquierdo se muestra la frecuencia de aparición del problema.
- Sobre el eje vertical derecho se gráfica el porcentaje relativo acumulado con el fin de graficar la ojiva o curva de frecuencias acumuladas.

Ejemplo de aplicación

En el departamento de maquinado de una empresa se tienen dos tornos T1 y T2. Cada uno de los tornos es operado por un técnico en horario de 8 a 12 hr (AM) y de 14 a 18 hr (PM). Durante las últimas semanas se han encontrado diversos errores de manufactura que se detectan en el ensamble final de los productos y que son atribuibles al departamento de maquinado. Para tratar de solucionar el problema, el supervisor del departamento cuantifico y los defectos mostrados en la Tabla 2.3, el supervisor necesita determinar cuál problema debe atender de inmediato para que el número de defectos disminuya significativamente.

Tabla 2.3.

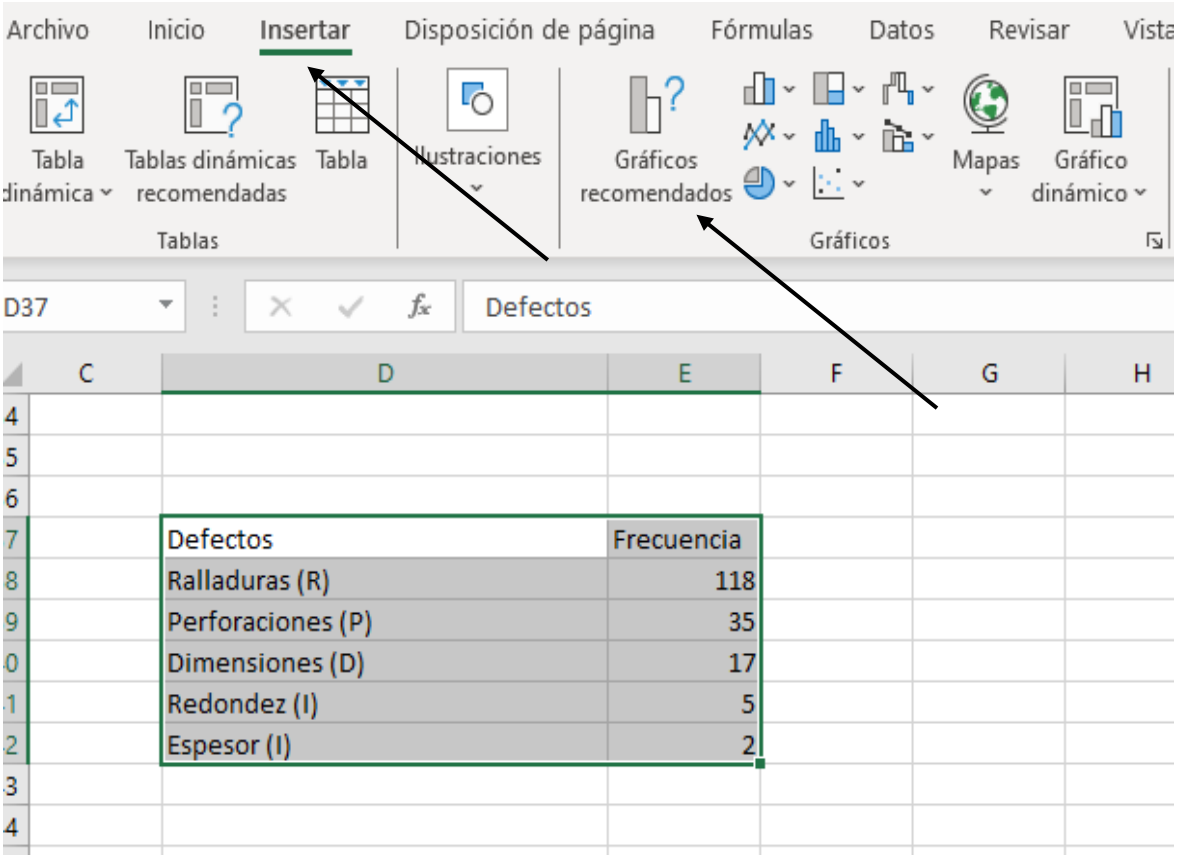
Tabla de Frecuencias de Defectos de Maquinado.

Defecto (clase)	Frecuencia	Frec. Relativa	Frec. Acumulada
Ralladuras (R)	118	0.67	0.67
Perforaciones (P)	35	0.20	0.86
Dimensiones (D)	17	0.10	0.96
Redondez (I)	5	0.03	0.99
Espesor (I)	2	0.01	1.00

La gráfica de Pareto se elabora con el apoyo de Excel, para esto, una vez seleccionados los defectos o fallas y su frecuencia con la tecla “Insertar”, se selecciona ya sea “Gráficos recomendados” o “Todos los gráficos”, seleccionar enseguida “Pareto”, Imagen 2.3, una vez obtenida la gráfica se deberán colocar los títulos apropiados tanto de los ejes como de la gráfica. La gráfica de Pareto de los defectos del proceso de Maquinado se presenta en Imagen 2.3.

Imagen 2.3

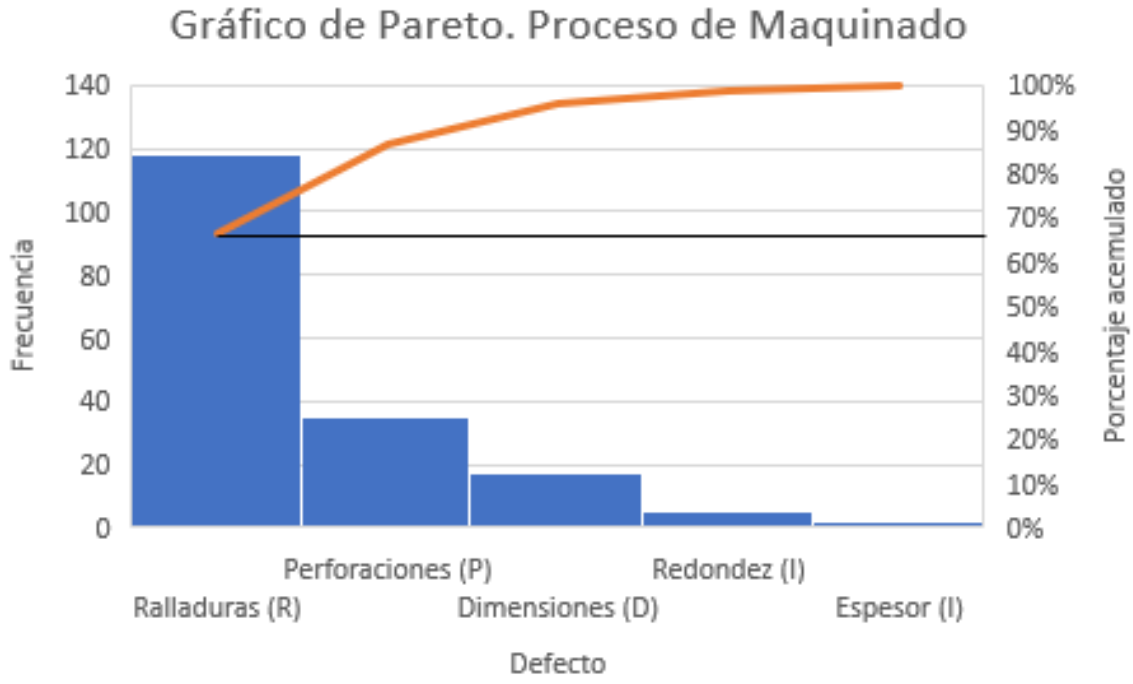
Selección de Datos y de Gráfico



La tabla de frecuencias y el diagrama de Pareto indican que el defecto “Ralladuras” representa el 67% del conteo total de defectos por lo que, para lograr la mejora más significativa, sería recomendable enfocarse en este defecto. Si se logra reducir el porcentaje de defectos por “Ralladura” en un 20%, se estará resolviendo el 13.4% del total de los problemas. Si los esfuerzos de mejora se enfocaran en “Redondez” y se resolviera del 20% de estos problemas, solamente se estaría reduciendo el total de problemas en un 0.6%.

Gráfica 2.3

Gráfica de Pareto. Proceso de Maquinado



4.-Estratificación

Es una clasificación por afinidad de los elementos de una población, para analizarlos y poder determinar con más facilidad las causas de comportamiento de alguna característica de calidad.

Características de la estratificación:

- A cada una de las partes de esta clasificación se le llama estrato.
- Sirve para identifican las causas que tiene mayor influencia en la variación.
- Permite comprender las estructuras de un grupo de datos.
- Permite examinar la diferencia en los valores promedios y la variación entre diferentes estratos.

En la práctica, la estratificación más frecuente se hace por máquina, turno, operador, hora del día y proveedor de material.

Para el ejemplo anterior, las estratificaciones del defecto “ralladuras” para máquinas y operadores se muestran en las Tablas 2.4 y 2.5.

Tabla 2.4

Estratificación por Máquina

Máquina	Frecuencia
M1	70
M2	47

Tabla 2.5

Estratificación por Operador

Operador	Frecuencia
A	26
B	44
C	23
D	25

Analizando las dos tablas anteriores se pueden obtener indicaciones claras acerca de donde enfocarse para encontrar la causa raíz del problema. Se puede ver que los operadores A, C y D tienen aproximadamente el mismo número de errores de "ralladuras" mientras que el operador B produce más defectos por "ralladuras". También se puede ver que en la máquina M1 se producen muchas más "ralladuras" que en la máquina M2. Aparentemente, el operador

B o la máquina M1 o ambos son responsables de un gran número de los defectos por ralladuras. Sin embargo, con la información actual no se puede concluir cuál de los dos factores (M1 o B) tiene el mayor efecto sobre las "ralladuras" producidas. Para encontrar cuál es el factor que más influye en los errores, es necesario usar otras herramientas tales como diseño de experimentos y el diagrama de Ishikawa.

5.-Diagrama Causa – Efecto

El diagrama causa – efecto fue originalmente propuesto por el Dr. Kaoru Ishikawa en 1943 y es también conocido como diagrama de Ishikawa o diagrama espina de pescado. El diagrama se utiliza para buscar la causa raíz de un efecto positivo (beneficio) o de un efecto negativo (problema) mostrando gráficamente la relación sistemática que existe entre un efecto y sus posibles causas.

Es recomendable elaborar el diagrama causa – efecto como un trabajo en equipo para listar todas las posibles causas, aunque algunas se eliminen en el proceso de depuración.

Procedimiento para la construcción de un diagrama de espina de pescado:

1) Definición clara por parte del grupo a cargo de un proyecto del efecto, resultado, característica de calidad que se desea mejorar o síntoma para el que deben identificarse las causas.
2) El facilitador o el líder coloca el efecto que se está explicando a la derecha dentro de un rectángulo en un pizarrón o pliego grande de papel. Dibujar la espina central con una línea ancha apuntando al síntoma o efecto.
3) Se determinan las causas principales, no menos de dos y normalmente no más de seis, que generalmente se han denominado las 5 M´s (Materiales, Mano de obra, Medio ambiente, Maquinaria y Métodos de trabajo), se sitúan en una casilla la cual debe estar conectada a la espina central por una línea en un ángulo de alrededor de 70 grados.
4) Utilizar la lluvia de ideas, para identificar las posibles causas menores de la siguiente manera: a). El facilitador da la palabra a todos los miembros del equipo, de uno en uno, para que aporten una idea a la vez hasta completar una ronda; se añaden causas para cada área principal, situándolas en líneas horizontales. Se continúa añadiendo posibles causas hasta que cada rama llegue a una potencial causa raíz. b). Importa más la cantidad de ideas que su calidad. Una idea puede inspirar otras c). No se aceptan críticas a las ideas aportadas. d). Es importante que todos los participantes puedan ver el diagrama. e). Crear una atmósfera que favorezca el planteamiento de soluciones; no ocuparse de cómo se produjo el problema o quién lo ocasionó. El líder

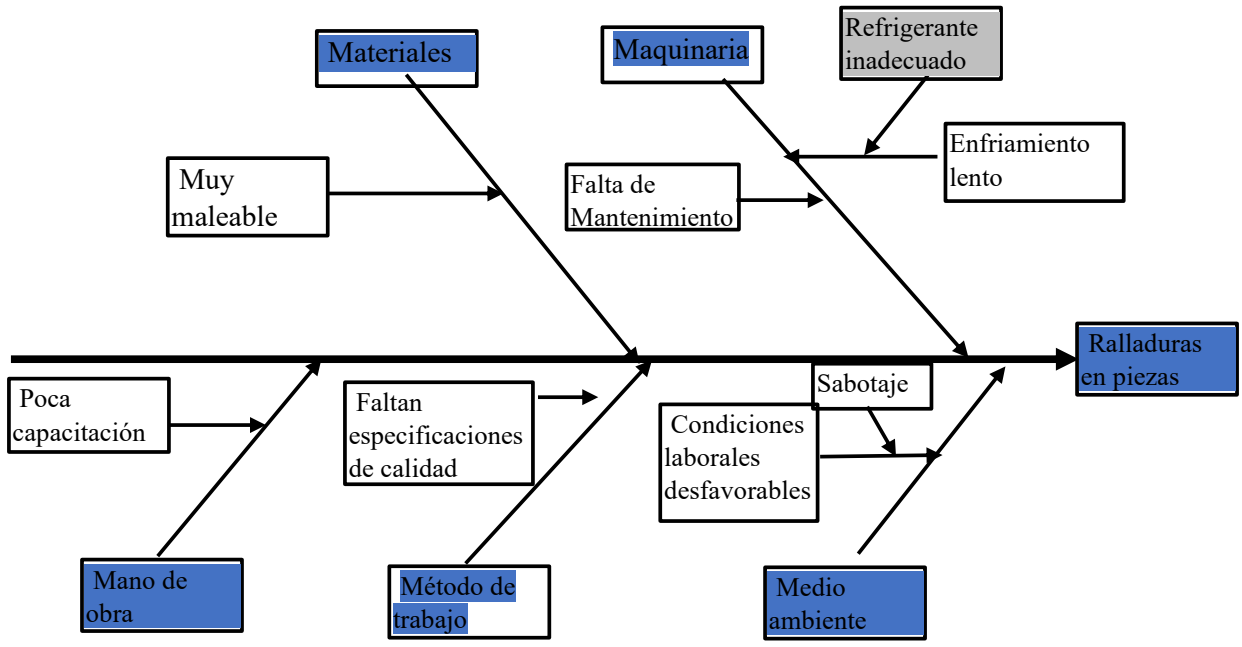
planteará preguntas del tipo qué, cómo, quién, dónde, porqué, cuándo. f). Cuando ya no se generen más ideas, se da por concluida la sesión de lluvia de ideas.

5) Comprobar la validez lógica de cada cadena causal.
6) Comprobar que el diagrama esté completo.

Como se mencionó en el ejemplo de Defectos en el Proceso de Maquinado, al eliminarse el defecto "Ralladuras" se lograría eliminar el 67% de los defectos por lo que ahora con la utilización del diagrama causa – efecto, se tratará de encontrar la causa-raíz del problema. Siguiendo la metodología antes mencionada se procedió a elaborar el diagrama causa-efecto de ralladuras, este se muestra en la Figura 2.3.

Figura 2.3

Diagrama de Ishikawa. Ralladuras en el Proceso de Maquinado



En el anterior diagrama causa – efecto se pueden observar posibles causas del problema, así como una sub-causa (refrigerante inadecuado). El diagrama está terminado y con él, se puede iniciar la búsqueda de la causa raíz probando hipótesis y aceptando o descartando las posibles causas como causas verdaderas del problema.

La búsqueda de la causa raíz de un problema generalmente es una labor complicada que requiere el uso de herramientas que en forma metódica y objetiva lleven a determinar las causas reales de los problemas. Para encontrar la causa raíz se puede utilizar la técnica conocida como los 5 por qué la cual consiste en iterativamente preguntar por qué ocurrió cada una de las causas primarias potenciales y para proponer medidas correctivas para asegurar que el problema no vuelva a ocurrir. En el caso del ejemplo mostrado, las causas primarias potenciales son las que están en líneas horizontales: muy maleable, mantenimiento, enfriamiento lento, poca capacitación y faltan especificaciones de calidad.

A continuación, se muestra la técnica 5 por qué aplicada a la causa potencial "faltan especificaciones de calidad".

1er por qué: ¿Por qué hay demasiados defectos de maquinado?

Respuesta: porque faltan especificaciones de calidad y los operadores no se preocupan por cumplir con características de calidad importantes.

Acción correctiva: Capacitar al personal con cursos intensivos y establecer una inspección al 100% para evitar que productos defectuosos lleguen al cliente.

2º por qué: ¿Por qué faltan especificaciones de calidad?

Respuesta: ha habido cambios recientes en los requisitos de los productos y no se han actualizado los manuales.

Acción correctiva: actualizar los manuales de procesos incluyendo las nuevas características de calidad.

3° por qué: ¿Por qué no se actualizaron los manuales oportunamente?

Respuesta: para actualizar manuales se requiere la aprobación de las gerencias de calidad y de ventas y de operaciones. Además, se requiere capacitar a los operadores en los nuevos procesos lo tarda semanas porque se requiere la aprobación y programación por parte de la gerencia de recursos humanos.

Acción correctiva: Implementar un proceso en el sistema ERP de la empresa (SAP, Oracle, Microsoft dynamics o un sistema similar) donde las aprobaciones se hagan en línea

con fechas límite de aprobación establecidas. Con anticipación programar capacitación cuando vaya a haber cambios de productos.

4º por qué: ¿Por qué se requiere la aprobación de tres gerencias para actualizar los manuales de operación?

Respuesta: hay desconfianza entre los gerentes de las gerencias involucradas.

Acción correctiva: negociar que la aprobación dependa solamente de la gerencia de calidad estableciendo el compromiso de que las actualizaciones serán realizadas con cuidado.

5º por qué: ¿Por qué hay desconfianza entre los gerentes de calidad, ventas y operaciones?

Respuesta: debido a errores cometidos anteriormente en la actualización de manuales que han resultado costosos para la empresa.

Acción correctiva: negociar entre las gerencias para que la gerencia de calidad sea la única responsable de las actualizaciones comprometiéndose a que no habrá más errores e informando a las otras gerencias de las actualizaciones que se hagan sin requerir su autorización.

Nótese que, en el ejemplo mostrado, un problema técnico finalmente resultó ser un problema humano de falta de confianza.

6.-Diagrama de dispersión.

Las gráficas de distribución de frecuencias empíricas como un histograma nos permiten identificar la forma aproximada de la distribución de una característica a través de un conjunto de mediciones (datos) pero no indican la relación entre dos o más características distintas. Para identificar esta relación se puede usar el diagrama de dispersión. Este diagrama puede realizarse para conjuntos de medidas relacionadas como dimensiones de la misma pieza, dimensión antes y después del proceso, las características de la materia prima y fracción de defectuosos de detalles hechos de esta materia prima, la dureza y la resistencia a la fracción de un producto, la temperatura de operación y la dureza del material producido, etc. Para estudiar la relación entre x y y es importante elaborar un diagrama de dispersión;

sin embargo, para comprender la fuerza de la relación en términos cuantitativos, es necesario calcular el coeficiente de correlación *(r*).

El coeficiente de correlación, *r,* se encuentra en el rango

$$-1 \leq r \leq 1$$

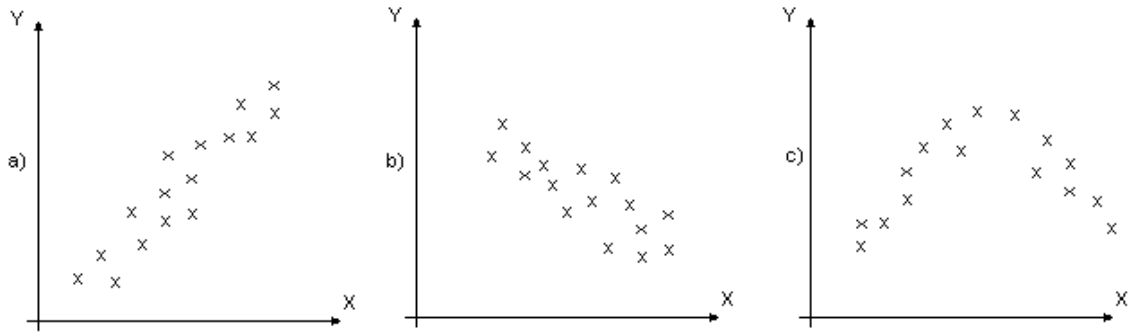
Si el valor absoluto de *r* es mayor que 1, claramente ha ocurrido un error de cálculo, y debe calcularse de nuevo. Cuando I*r*I está cerca de 1, indica una correlación fuerte entre *x* y *y* cuando I*r*I está cerca de 0, indica una correlación débil.

Los datos se ordenan en parejas y se pueden graficar en los ejes cartesianos X -Y a mano o preferentemente las opciones gráficas de Excel o algún otro software.

A continuación, en la Imagen 2.4, se presentan 3 ejemplos de gráficas de dispersión:

Imagen 2.4

Ejemplos de Gráficas de Dispersión



En la gráfica a) se observa una fuerte correlación positiva, valor de r cercano a 1 en la gráfica b) se observa una fuerte correlación negativa, valor de *r* cercano a -1 y en la gráfica c) se observa una relación no lineal entre *x* y *y,* valor de *r* cercano a 0.

Hay muchas herramientas para elaborar gráficas XY, pero posiblemente la más utilizada para este propósito sea Excel por lo que a continuación se presenta un ejercicio desarrollado en Excel.

Ejemplo de aplicación

Una etapa intermedia de un proceso consiste en cortar una pieza metálica a una medida estándar de 4.15 cm. Se elaboró el diagrama causa- efecto y se determinó que una de las posibles causas del problema podría ser la temperatura ambiente de la zona donde se encuentra la máquina cortadora. Para verificar si la temperatura ambiente es en realidad un factor relevante, se tomaron 10 lecturas aleatorias de la temperatura ambiente durante 15 días. A la vez que se midió la temperatura, se midió la longitud de la pieza producida en ese momento. A continuación, se muestra en la Tabla 2.6 con los resultados obtenidos, así como la gráfica de dispersión correspondiente:

Tabla 2.6

Temperatura Ambiente vs Longitud de Piezas Cortadas.

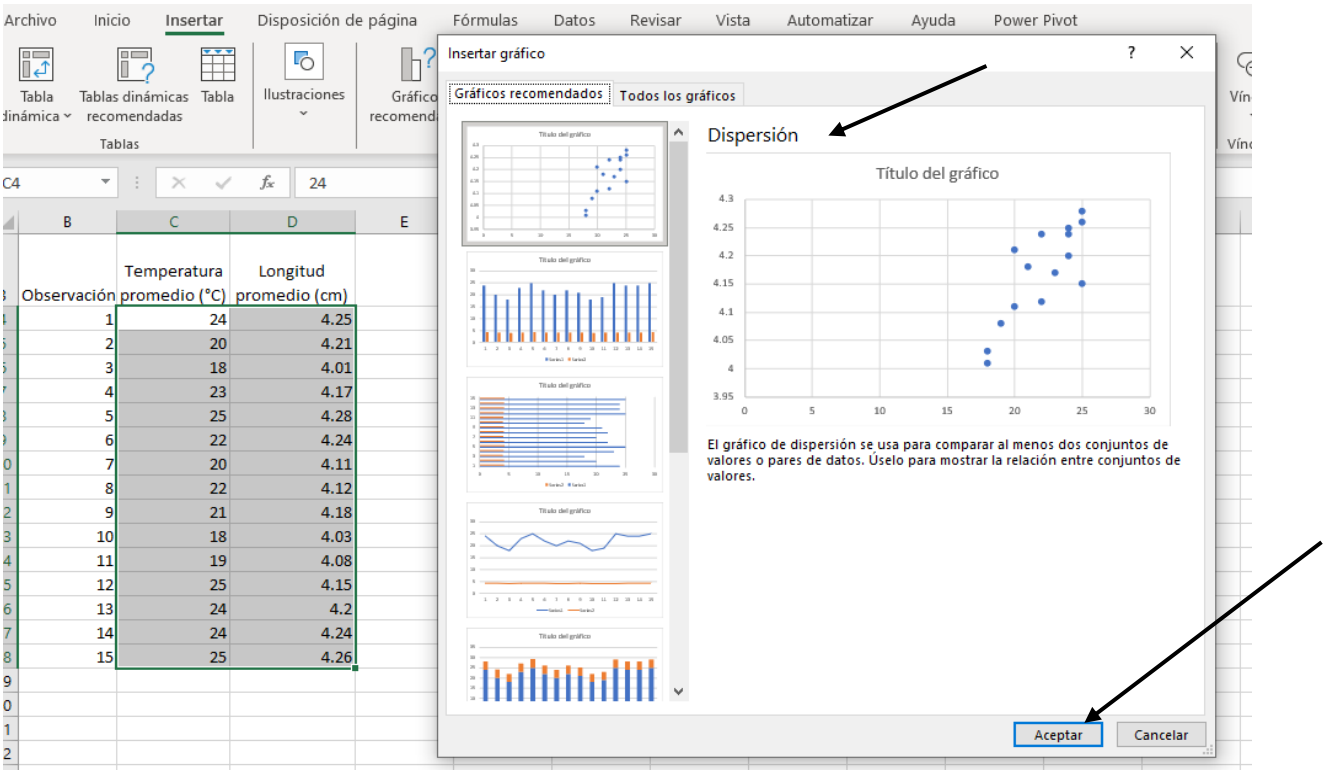
Observación	Temperatura promedio (°C)	Longitud promedio (cm)
1	24	4.25
2	20	4.21
3	18	4.01
4	23	4.17
5	25	4.28
6	22	4.24
7	20	4.11
8	22	4.12
9	21	4.18
10	18	4.03
11	19	4.08
12	25	4.15

13	24	4.2
14	24	4.24
15	25	4.26

Para la elaboración del diagrama de dispersión en Excel nuevamente se seleccionan el par de datos, se selecciona la opción “Insertar”, enseguida “Gráficos recomendados” y se selecciona “Dispersión”, tal como se muestra en la Imagen 2.5, se acepta y se obtiene el diagrama de dispersión.

Imagen 2.5

Selección de datos y de Gráfico de Dispersión

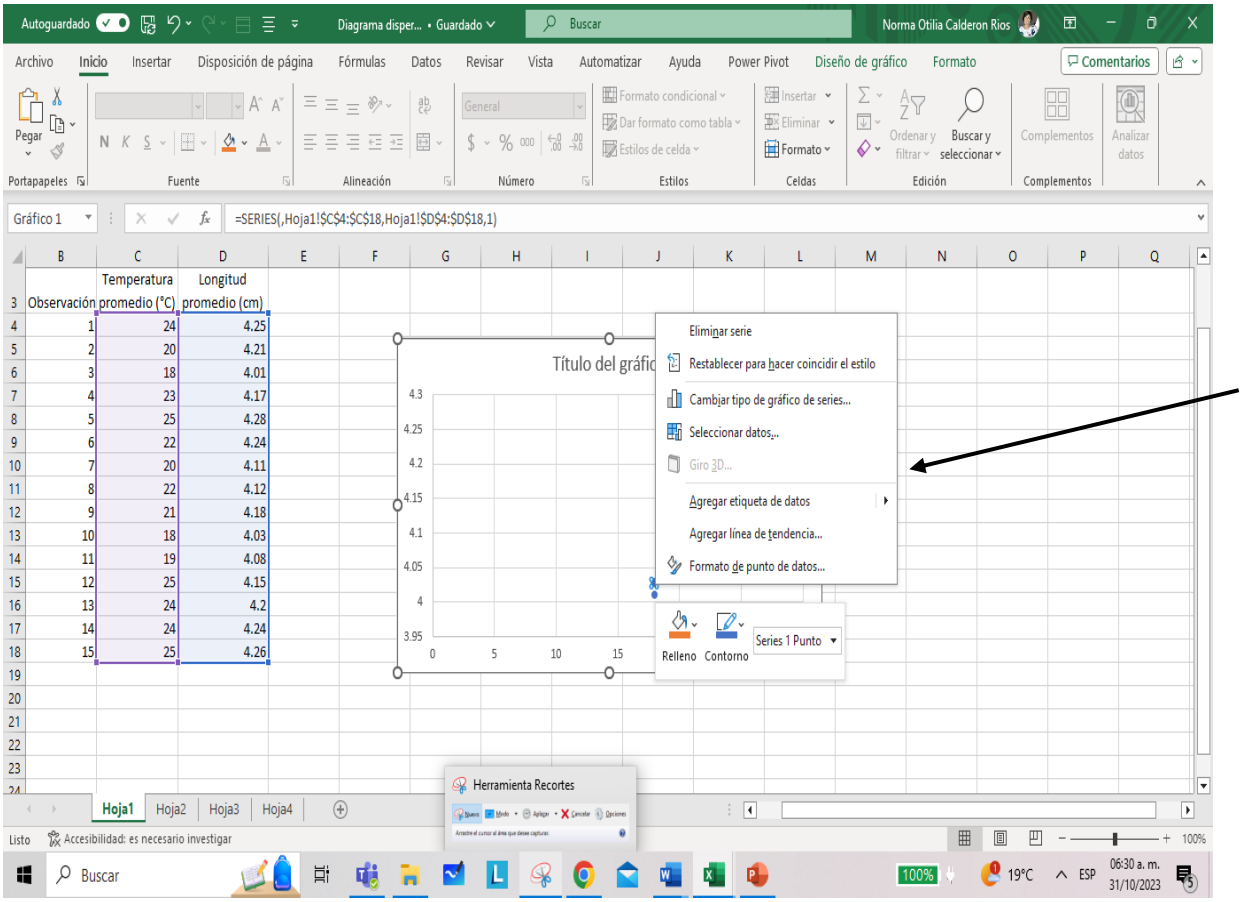


En la elaboración del diagrama de dispersión es importante la determinación del coeficiente de correlación y la ecuación de la recta que lo representa; estos parámetros los podemos

obtener de igual forma en Excel, para lo cual se da click derecho sobre algún punto del diagrama y se selecciona “Agregar línea de tendencia” Imagen 2.6, enseguida se desplegara el menú de la Imagen 2.7, se selecciona “Presentar ecuación en el gráfico” y “Presentación del valor R cuadrado en el gráfico”, por último colocar en el gráfico el nombre y títulos de los ejes. En la Gráfica 2.4 se muestra el diagrama de dispersión final.

Imagen 2.6

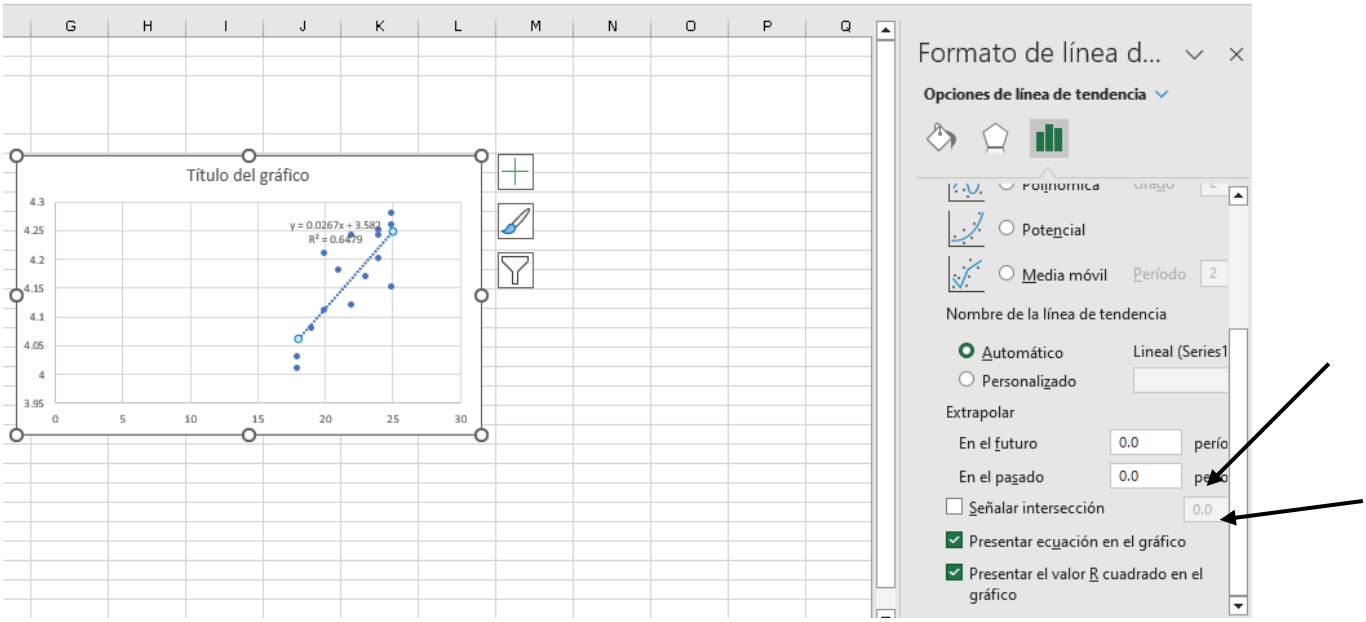
Diagrama de Dispersión. Agregar Línea de Tendencia.



En el diagrama dispersión Gráfica 2.4, se muestra que hay una correlación positiva fuerte entre la temperatura y la longitud de la pieza. Valor de r = 0.8, es decir a mayor temperatura la longitud de la pieza es mayor. Para tener mayor certeza sobre el efecto de la temperatura se requieren hacer pruebas de hipótesis para determinar la significancia.

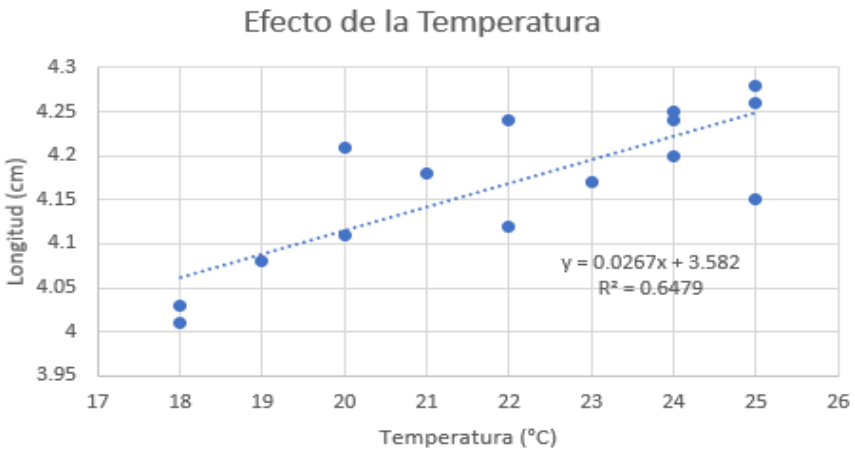
Imagen 2.7

Diagrama de Dispersión. Presentación de Ecuación y del Valor de R cuadrado en el Gráfico.



Gráfica 2.4

Diagrama de Dispersión. Efecto de la Temperatura sobre la Longitud de una Pieza.



7.-Gráficas de Control

Un aspecto fundamental en una organización es decidir qué y cómo se va a medir su salud y desempeño, ya que lo que un negocio o área mide y analiza comunica valor, encauza el pensamiento de los empleados y fija las prioridades. Las medidas son un medio sistemático para transformar las ideas en acciones, por lo tanto, la medición

constituye uno de los aspectos esenciales en el control estadístico y en las diferentes estrategias de mejora. Tal como lo mencionan (Gutierrez & de la Vara, Control estadístico de la Calidad y Seis Sigma, 2013), es necesario medir lo que es importante y clave en losprocesos, así como los resultados que se quieren mejorar. Una tarea esencial del líder y su equipo es establecer el sistema de medición del desempeño de la organización, de modo que se tenga claro cuáles son los signos vitales de la salud de la organización y los procesos. Un principio básico de calidad es que aquello que no se mide, no se puede mejorar.

Para obtener productos o servicios de calidad, éstos no deben tener defectos. Los defectos en un producto se deben a "la variación “en las condiciones de producción, comúnmente englobadas en las 5 m, (materiales, métodos, maquinaría, mano de obra y medio ambiente) (Kume, 2002).

La variación en un producto o función de procesos (variación funcional) surge de tres posibles fuentes:

1. Ruido externo. Fuentes o factores externos que se presentan en el medio en el cual funciona el producto. Ejemplos: temperatura, humedad, variaciones en el desempeño humano, contaminantes, etc.
2. Ruido interno. Cambios internos en las características del producto; el producto sedeteriora por el uso mecánico y el paso del tiempo.
3. Ruido variacional. Variaciones en las características del producto de una unidad a otra, como resultado del proceso de manufactura.

Es importante reconocer las fuentes de variación de los productos para saber cómo contrarrestar su efecto. El ruido variacional se puede reducir si se usan técnicas de control estadístico de procesos y se mejora el diseño del proceso y del producto. W. A. Shewhart fue el primero en proponer, en 1924, una gráfica de control con el fin de detectar una variación anormal.

Una gráfica de control es básicamente una prueba de hipótesis donde la hipótesis nula es H_0: el proceso está bajo control y la hipótesis alternativa es H_a (o H_1): el proceso está fuera de control. La gráfica de control consta de 3 líneas: el límite superior de control (LSC), la línea

central (C) y el límite inferior de control (LIC). El LSC y el LIC corresponden a los límites superior e inferior de confianza de un valor promedio.

Las gráficas de control se utilizan para monitorear el proceso de manera dinámica con el propósito de oportunamente detectar desviaciones significativas con relación al valor promedio de la variable monitoreada. Si se detecta una desviación significativa se debe encontrar la causa raíz del problema haciendo uso de una o varias de las 7 herramientas básicas u otras herramientas estadísticas como el diseño de experimentos y el análisis de capacidad del proceso.

Sin embargo, como el monitoreo del proceso se basa en muestras y por lo tanto las inferencias que se hagan están sujetas a dos posibles errores. El error tipo I (α), la probabilidad de rechazar H_0 cuando H_0 es verdadera, es decir concluir que el proceso está fuera de control cuando en realidad no lo está y el error tipo II (β), la probabilidad de aceptar H_0 cuando H_0 falsa, o sea concluir que el proceso está bajo control cuando no lo está.

Para evitar que se generen demasiadas falsas alarmas, el error tipo I comúnmente aceptado es 0.05. Generalmente en las gráficas de control no se considera el error tipo II, aunque, como se verá en el tema 3 “planes de muestreo”, es un parámetro que se puede calcular.

Los tipos de muestreo que existen son 2: gráficas por variables y gráficas por atributos. Las gráficas por variables se refieren a variables continuas como peso, tiempo, longitud y diámetro. Las gráficas por atributos se refieren a variables discretas como el número de defectos y el porcentaje de defectuosos.

La variación es una característica no deseable en los procesos, pero siempre está presente. El propósito principal de las gráficas de control es detectar variaciones extraordinarias que generalmente están asociadas a una causa asignable; es decir, discernible. La variación normal de un proceso se debe a causas aleatorias que no son fácilmente reducibles o eliminables y, por el contrario, el efecto de las causas asignables sí puede ser económicamente reducido o eliminado. Ejemplos de causas asignables son la destreza de los operadores, el desgaste de las máquinas y los proveedores de materia prima. Ejemplos de causas aleatorias son la temperatura y la humedad ambiente.

El proceso de mejora continua que se recomienda utilizar con las gráficas de control es el siguiente:

1. Determinar la conveniencia y tipo de gráfica de control a utilizar
2. Monitorear el proceso mediante la gráfica o gráficas de control
3. Cuando se detectan problemas o alguna mejora importante, encontrar la causa asignable o concluir que no existe una causa asignable (error tipo I)
4. Encontrar la causa raíz de los problemas o de las mejoras observadas
5. Eliminar los problemas o estandarizar las mejoras
6. Repetir el ciclo

Hay dos tipos de gráficas de control: para valores continuos y para valores discretos.

Entre las gráficas para valores continuos están:

a) La gráfica de medias y rangos ($\bar{X} - R$).

b) La de medias y desviación estándar ($\bar{X} - \sigma$).

Entre las gráficas para valores discretos, se tienen:

a) La gráfica de proporción de artículos defectuosos (gráfica p).

b) La gráfica de número de artículos defectuosos (gráfica np).

Gráficas de Control por Variables

Las gráficas por variables más utilizadas son las gráficas $\bar{X} - R$ que sirven para monitorear la media y la dispersión de una variable. Estas gráficas necesariamente deben usarse de manera simultanea ya que el proceso pude estar bajo control con relación a la media, pero fuera de control respecto a la dispersión o viceversa. Si encuentra que el proceso está fuera de control en alguna de las dos gráficas o en ambas, el proceso se declara como fuera de control. Las gráficas $\bar{X} - R$ se basan en la distribución normal y a pesar de que los datos obtenidos del proceso no se comporten de acuerdo con una distribución normal, el uso de la

distribución normal es apropiado debido al Teorema del Límite Central que establece que cuando el tamaño de una muestra es suficientemente grande, la distribución de medias sigue aproximadamente una distribución normal. Cuando la distribución de los datos es simétrica, un tamaño de muestra 5 es suficiente para producir una buena aproximación a la normal.

Debido a que en la gráfica $\bar{X} - R$ se usan muestras, la distribución subyacente es la distribución muestral de medias donde se utilizará el rango para estimar la dispersión. La media de la distribución muestral de medias es igual a la media de la población: $\bar{X} = \mu$ y la desviación estándar de la distribución muestral de medias (s_n) es igual a la desviación estándar de la población dividida por n: $s_n = {}^{\sigma}/_{n}$.

Los límites de control para la gráfica $\bar{X}$ a partir de datos poblacionales son:

$$LSC = \mu + Z_{\alpha/2}\, {}^{\sigma}/_{n}$$

$$C = \mu$$

$$LIC = \mu - Z_{\alpha/2}\, {}^{\sigma}/_{n}$$

Donde Z es la variable normal estándar, μ es la media poblacional, σ es la desviación estándar poblacional y α es el error tipo I deseado.

Como la desviación estándar poblacional de estima a través del rango promedio de la muestra ($\bar{R}$, y la media poblacional se estima a partir de la media muestral $\bar{\bar{X}}$, los límites de son:

$$LSC = \bar{\bar{X}} + Z_{\alpha/2}\, {}^{\bar{R}}/_{(d_2 n)}$$

$$C = \bar{\bar{X}}$$

$$LIC = \bar{\bar{X}} - Z_{\alpha/2}\, {}^{\bar{R}}/_{(d_2 n)}$$

Donde $\bar{\bar{X}}$ es el promedio del promedio de las muestras.

Adoptando el estándar del error tipo I = 0.0027 (± 3σ), los límites de control de la gráfica $\bar{X}$ son:

$$LSC = \bar{\bar{X}} + A_2 \bar{R}$$

$$C = \bar{\bar{X}}$$

$$LIC = \bar{\bar{X}} - A_2\bar{R}$$

Donde A_2 es una constante que depende de *n* y se encuentra en tablas.

Los límites de control para la gráfica R son:

$$LSC = D_4\bar{R}$$

$$C = \bar{R}$$

$$LIC = D_3\bar{R}$$

Donde D_4 y D_3 son constantes que dependen de *n* y se encuentran en tablas, tal como se muestra en la Tabla 2.7.

Tabla 2.7

Tabla de Constantes para Gráficas de Control

Constantes para Gráficos de Control																
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

Fuente: https://optyestadistica.wordpress.com/2008/08/27/tabla-de-constantes-para-graficos-de-control/comment-page-4/

Ejemplo de aplicación

En una empresa del ramo metalmecánico se fabrican punterías para motores de automóviles, el diámetro externo es su dimensión crítica por lo que se decide construir gráficas para controlar el proceso. Se extrajeron 20 muestras aleatorias de tamaño 4 durante un período de 5 días, obteniéndose los siguientes resultados (diámetro en milímetros), los datos se muestran en la tabla 2.8

Tabla 2.8

Lecturas del Diámetro Exterior de punterías (mm)

Muestra	Lectura 1	Lectura 2	Lectura 3	Lectura 4
1	22.08	22.49	22.35	19.25
2	20.77	19.18	21.75	21.80
3	21.98	22.03	20.40	22.11
4	21.46	21.90	19.79	19.43
5	22.16	22.79	21.98	19.70
6	21.18	21.33	21.84	21.58
7	19.60	19.11	19.88	21.05
8	21.54	21.58	21.70	19.76
9	22.07	19.91	20.20	19.24
10	21.47	21.78	20.64	19.39
11	21.63	19.74	21.55	22.65
12	21.16	19.39	22.65	21.39
13	21.01	22.98	21.31	21.02
14	21.00	20.68	22.52	19.15
15	19.03	21.61	19.14	22.76
16	21.92	20.20	19.27	22.91
17	19.51	21.36	20.82	19.28
18	22.03	22.06	20.35	19.23
19	20.87	21.15	21.29	22.09
20	19.33	19.71	19.06	20.64

Elabore las gráficas X, R y determine si el proceso está bajo control.

En Excel se calculan el promedio y el rango de cada observación ($\bar{X}\ y\ R$) cada lectura, así como el promedio de las medias y rangos de las observaciones ($\bar{\bar{X}}\ y\ \bar{R}$) como se muestra en la Tabla 2.9.

Tabla 2.9

Cálculo de Medias y Rangos

Muestra	Lectura 1	Lectura 2	Lectura 3	Lectura 4	Prom	Rango
1	22.08	22.49	22.35	19.25	21.54	3.24
2	20.77	19.18	21.75	21.8	20.88	2.62
3	21.98	22.03	20.4	22.11	21.63	1.71
4	21.46	21.9	19.79	19.43	20.65	2.47
5	22.16	22.79	21.98	19.7	21.66	3.09
6	21.18	21.33	21.84	21.58	21.48	0.66
7	19.6	19.11	19.88	21.05	19.91	1.94
8	21.54	21.58	21.7	19.76	21.15	1.94
9	22.07	19.91	20.2	19.24	20.36	2.83
10	21.47	21.78	20.64	19.39	20.82	2.39
11	21.63	19.74	21.55	22.65	21.39	2.91
12	21.16	19.39	22.65	21.39	21.15	3.26
13	21.01	22.98	21.31	21.02	21.58	1.97
14	21	20.68	22.52	19.15	20.84	3.37
15	19.03	21.61	19.14	22.76	20.64	3.73
16	21.92	20.2	19.27	22.91	21.08	3.64
17	19.51	21.36	20.82	19.28	20.24	2.08
18	22.03	22.06	20.35	19.23	20.92	2.83

19	20.87	21.15	21.29	22.09	21.35	1.22
20	19.33	19.71	19.06	20.64	19.69	1.58
				$\bar{\bar{X}}=$	20.95	
					$\bar{R}=$	2.48

Enseguida se calculan los límites de control

Gráfica $\bar{X}$:

LSC = 20.95 + 0.729*2.48 = 22.75

C = 20.95

LIC = 20.95 – 0.729*2.48 = 19.14

Gráfica R:

LSC = 2.282*2.48 = 5.65

C = 2.48

LIC = 0 * 2.48 = 0

Las gráficas se pueden elaborar en Excel usando la opción “Insertar – Gráfica de líneas” después de haber preparado los datos como se muestra en la Imagen 2.8.

Se crean las dos gráficas, seleccionando los datos de la gráfica de Medias, enseguida “Insertar”, y enseguida “Gráficas de líneas” primero se realiza este procedimiento con los datos para la elaboración de la Gráfica de medias y enseguida se repite el procedimiento para la elaboración de la gráfica de Rangos, como se muestra en la Imagen 2.9.

Posteriormente se deben cambiar los colores de las líneas de control dando clic derecho en la línea que se quiere cambiar y seleccionado el color deseado, este paso se ilustra en la Imagen 2.10

Imagen 2.8

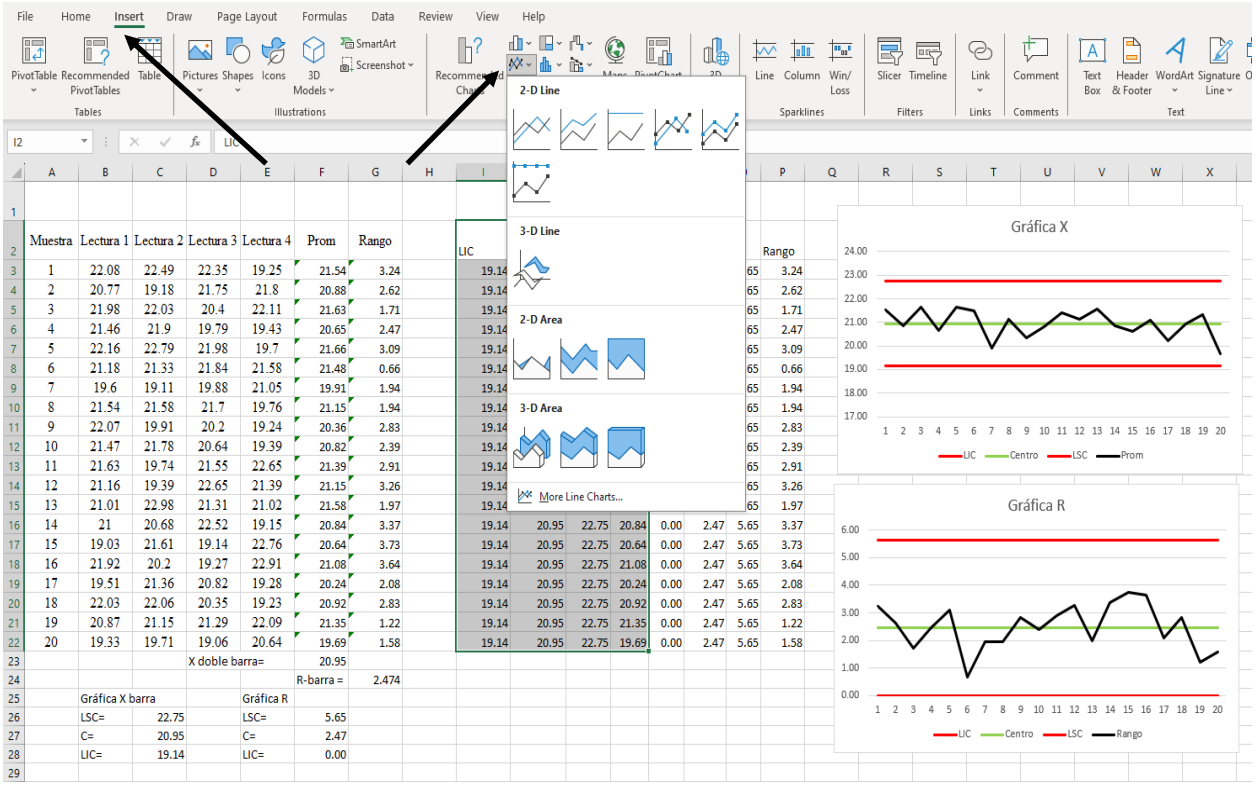
Preparación de Datos para Elaborar Gráfica de Control

	Gráfica X-barra				Gráfica R		
LIC	Centro	LSC	Prom	LIC	Centro	LSC	Rango
19.14	20.95	22.75	21.54	0.00	2.47	5.65	3.24
19.14	20.95	22.75	20.88	0.00	2.47	5.65	2.62
19.14	20.95	22.75	21.63	0.00	2.47	5.65	1.71
19.14	20.95	22.75	20.65	0.00	2.47	5.65	2.47
19.14	20.95	22.75	21.66	0.00	2.47	5.65	3.09
19.14	20.95	22.75	21.48	0.00	2.47	5.65	0.66
19.14	20.95	22.75	19.91	0.00	2.47	5.65	1.94
19.14	20.95	22.75	21.15	0.00	2.47	5.65	1.94
19.14	20.95	22.75	20.36	0.00	2.47	5.65	2.83
19.14	20.95	22.75	20.82	0.00	2.47	5.65	2.39
19.14	20.95	22.75	21.39	0.00	2.47	5.65	2.91
19.14	20.95	22.75	21.15	0.00	2.47	5.65	3.26
19.14	20.95	22.75	21.58	0.00	2.47	5.65	1.97
19.14	20.95	22.75	20.84	0.00	2.47	5.65	3.37
19.14	20.95	22.75	20.64	0.00	2.47	5.65	3.73
19.14	20.95	22.75	21.08	0.00	2.47	5.65	3.64
19.14	20.95	22.75	20.24	0.00	2.47	5.65	2.08
19.14	20.95	22.75	20.92	0.00	2.47	5.65	2.83
19.14	20.95	22.75	21.35	0.00	2.47	5.65	1.22
19.14	20.95	22.75	19.69	0.00	2.47	5.65	1.58

Se crean las dos gráficas, seleccionando los datos de la gráfica de Medias, enseguida “Insertar”, y enseguida “Gráficas de líneas” primero se realiza este procedimiento con los datos para la elaboración de la Gráfica de medias y enseguida se repite el procedimiento para la elaboración de la gráfica de Rangos, como se muestra en la Imagen 2.8.

Imagen 2.9

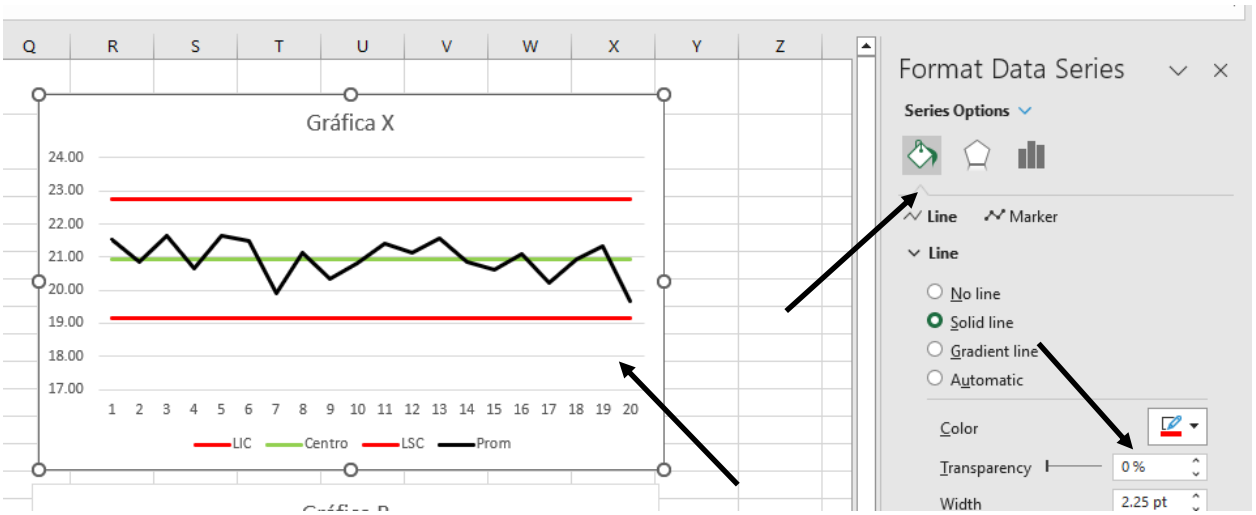
Elaboración de Gráficas de Control



Muestra	Lectura 1	Lectura 2	Lectura 3	Lectura 4	Prom	Rango
1	22.08	22.49	22.35	19.25	21.54	3.24
2	20.77	19.18	21.75	21.8	20.88	2.62
3	21.98	22.03	20.4	22.11	21.63	1.71
4	21.46	21.9	19.79	19.43	20.65	2.47
5	22.16	22.79	21.98	19.7	21.66	3.09
6	21.18	21.33	21.84	21.58	21.48	0.66
7	19.6	19.11	19.88	21.05	19.91	1.94
8	21.54	21.58	21.7	19.76	21.15	1.94
9	22.07	19.91	20.2	19.24	20.36	2.83
10	21.47	21.78	20.64	19.39	20.82	2.39
11	21.63	19.74	21.55	22.65	21.39	2.91
12	21.16	19.39	22.65	21.39	21.15	3.26
13	21.01	22.98	21.31	21.02	21.58	1.97
14	21	20.68	22.52	19.15	20.84	3.37
15	19.03	21.61	19.14	22.76	20.64	3.73
16	21.92	20.2	19.27	22.91	21.08	3.64
17	19.51	21.36	20.82	19.28	20.24	2.08
18	22.03	22.06	20.35	19.23	20.92	2.83
19	20.87	21.15	21.29	22.09	21.35	1.22
20	19.33	19.71	19.06	20.64	19.69	1.58
			X doble barra=		20.95	
					R-barra =	2.474
	Gráfica X barra			Gráfica R		
	LSC=	22.75		LSC=	5.65	
	C=	20.95		C=	2.47	
	LIC=	19.14		LIC=	0.00	

Imagen 2.10

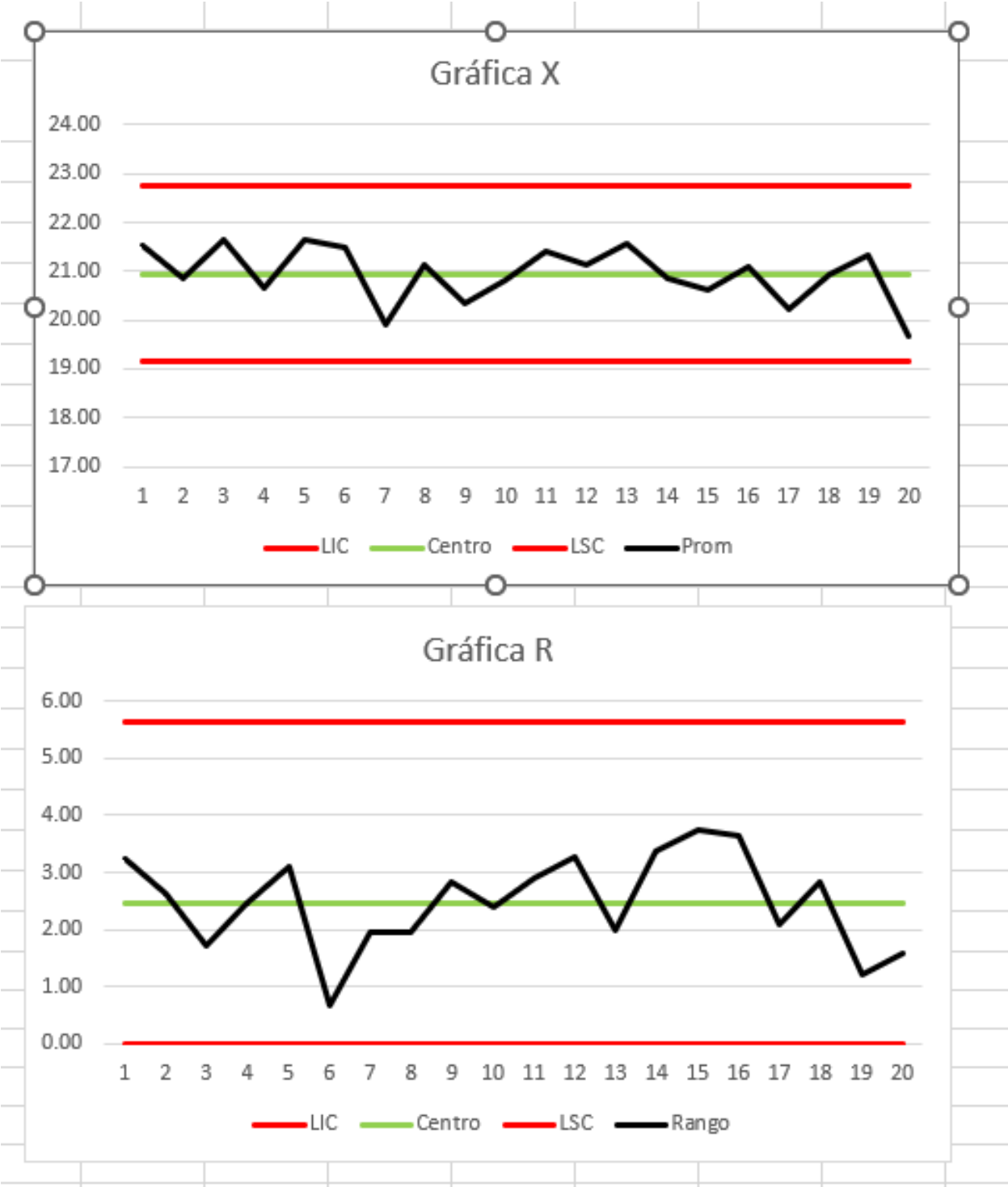
Definición de las Límites de Control



En la Gráfica 2.5 Se muestran las gráficas de control $\bar{X} - R$.

Gráfica 2.5

Gráficas de Control $\bar{X} - R$ del Proceso de Fabricación de Punterías



Como se puede observar, ningún punto queda fuera de los límites de control por lo que se concluye que el proceso está bajo control y no hay necesidad de tomar medidas correctivas.

Gráficas de Control por Atributos

Posiblemente, la gráfica de control de proporciones sea la gráfica de control por atributos más utilizada. Se basa en la distribución binomial y su objetivo es monitorear el porcentaje de productos defectuosos que se está produciendo. Los límites de control de la gráfica de proporciones son:

$$LSC = \bar{p} + 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n_i}}$$

$$C = \bar{p}$$

$$LIC = \bar{p} - 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n_i}}$$

Donde $\bar{p} = \frac{\sum_{i=1}^{m} d_i}{\sum_{i=1}^{m} n_i}$, n_i es el tamaño de la muestra i y d_i es el número de productos defectuosos en la muestra i y $\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n_i}}$ es la fórmula para calcular la desviación estándar de la distribución binomial.

Ejemplo de aplicación

Un banco ha recibido quejas sobre estados financieros incorrectos. Para verificar la gravedad del problema, se realizó un muestreo de 1000 estados financieros diarios durante 20 días, obteniéndose los siguientes resultados mostrados en la Tabla 2.10.

Elabore una gráfica de control de proporciones para verificar si el proceso se encuentra o no bajo control.

Tabla 2.10

Quejas por Estados Financieros Incorrectos

Muestra	Defectos	Muestra	Defectos
1	3	11	4
2	6	12	8
3	4	13	11
4	5	14	5
5	10	15	4
6	6	16	6
7	8	17	8
8	6	18	7
9	3	19	8
10	6	20	8

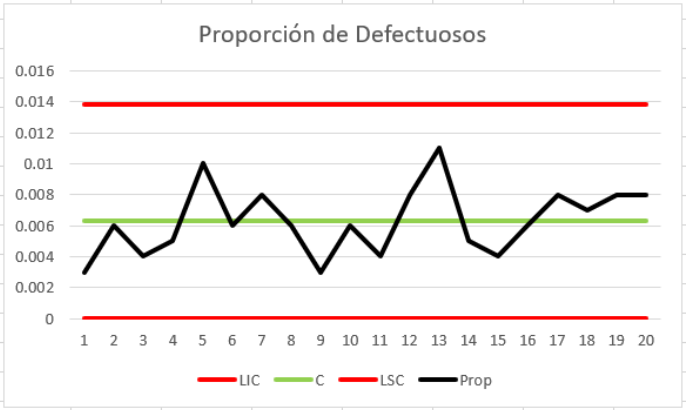
Para la elaboración de la gráfica de control utilizando Excel, se calculan los límites de control y la proporción de defectuosos($\overline{p)}$, en este caso $\bar{p} = \frac{\sum_{i=1}^{m} d_i}{\sum_{i=1}^{m} n_i}$, $\bar{p} = \frac{\sum_{i=1}^{m} d_i}{1000}$, 1000 es el número de muestras que se obtuvieron.

En la Gráfica 2.6 se muestran los datos y la gráfica de control elaborada en Excel.

Gráfica 2.6.

Gráfica de Control. Proporción de Defectuosos.

Muestra	Defectos	LIC	C	LSC	Prop
1	3	0	0.0063	0.01381	0.003
2	6	0	0.0063	0.01381	0.006
3	4	0	0.0063	0.01381	0.004
4	5	0	0.0063	0.01381	0.005
5	10	0	0.0063	0.01381	0.01
6	6	0	0.0063	0.01381	0.006
7	8	0	0.0063	0.01381	0.008
8	6	0	0.0063	0.01381	0.006
9	3	0	0.0063	0.01381	0.003
10	6	0	0.0063	0.01381	0.006
11	4	0	0.0063	0.01381	0.004
12	8	0	0.0063	0.01381	0.008
13	11	0	0.0063	0.01381	0.011
14	5	0	0.0063	0.01381	0.005
15	4	0	0.0063	0.01381	0.004
16	6	0	0.0063	0.01381	0.006
17	8	0	0.0063	0.01381	0.008
18	7	0	0.0063	0.01381	0.007
19	8	0	0.0063	0.01381	0.008
20	8	0	0.0063	0.01381	0.008
Suma=	126				
p barra=	0.0063				
LSC=	0.0138				
C =	0.0063				
LIC =	-0.00121				



Ningún punto queda fuera de los límites de control por lo que se concluye que el proceso está bajo control. Sin embargo, nada se puede decir acerca del cumplimiento con las especificaciones ya que estas no se han establecido.

Además de la gráfica de proporciones hay otras gráficas de control por atributos tales como la gráfica *c* para monitorear el número de defectos o la gráfica *u* para monitorear el número de defectos por unidad. Las Imágenes 2.11 y 2.12 muestran las fórmulas para encontrar los límites de control de varios tipos de gráficas.

Imagen 2.11

Tabla de Gráficos por Variables

Formulario para el sustentante del
Examen General para el Egreso de la Licenciatura en Ingeniería Industrial (EGEL-IINDU)
Subdirección de Evaluación de Egreso en Diseño, Ingenierías y Arquitectura

Tabla de gráficos por variable

Gráficos por variables						
	Con valores específicos μ y σ conocidos			Sin valores específicos μ y σ desconocidos		
Tipo	**LCC**	**LSC**	**LIC**	**LCC**	**LSC**	**LIC**
$\bar{x}$ y R Subgrupos reducidos	Para medias: μ	$\mu + A\ \sigma$	$\mu - A\sigma$	$\bar{\bar{x}}$	$\bar{\bar{x}} + A_2\ \bar{R}$	$\bar{\bar{x}} - A_2\ \bar{R}$
	Para rangos: D2 σ	D2 σ	D1 σ	$\bar{R}$	D4 $\bar{R}$	D3 $\bar{R}$
$\bar{x}$ y S Subgrupos reducidos	Para medias: μ	$\mu + A\ \sigma$	$\mu - A\ \sigma$	$\bar{\bar{x}}$	$\bar{\bar{x}} + A_3\ \bar{S}$	$\bar{\bar{x}} - A_3\ \bar{S}$
	Para desv. std: c3 σ	$B_6\ \sigma$	$B_5\ \sigma$	$\bar{s}$	$B_4\ \bar{s}$	$B_3\ \bar{s}$
$\bar{x}$ y S Subgrupos grandes	Para medias: μ	$\mu + 3\frac{\sigma}{\sqrt{n}}$	$\mu - 3\frac{\sigma}{\sqrt{n}}$	$\bar{\bar{x}}$	$\bar{\bar{x}} + 3\frac{\bar{S}}{\sqrt{n}}$	$\bar{\bar{x}} - 3\frac{\bar{S}}{\sqrt{n}}$
	Para desv. std: σ	$\sigma + 3\frac{\sigma}{\sqrt{2n}}$	$\sigma - 3\frac{\sigma}{\sqrt{2n}}$	$\bar{s}$	$\bar{S} + 3\frac{\bar{S}}{\sqrt{2n}}$	$\bar{S} - 3\frac{\bar{S}}{\sqrt{2n}}$

LSC: Límite superior de control
LIC: Límite inferior de control
LCC: Límite central de control

Fuente: https://ceneval.edu.mx/wp-content/uploads/2021/09/Formulario-EGEL-IINDU_01-2021.pdf

Imagen 2.12

Tabla de Gráficos por Atributos

Formulario para el sustentante del
Examen General para el Egreso de la Licenciatura en Ingeniería Industrial (EGEL-IINDU)
Subdirección de Evaluación de Egreso en Diseño, Ingenierías y Arquitectura

Tabla de gráficos por atributos

Gráficos por atributos			
Tipo	**LC C**	**LSC**	**LIC**
Proporción defectuosa			
1. Con una especificación dada	P'	$P'+3\sqrt{\frac{p'(1-p')}{n}}$	$P'-3\sqrt{\frac{p'(1-p')}{n}}$
2. Sin especificación	$\bar{P}$	$\bar{P}+3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}}$	$\bar{P}-3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}}$
Número de elementos defectuosos			
3. Con una especificación dada	nP'	$nP'+3\sqrt{np'(1-p')}$	$nP'-3\sqrt{np'(1-p')}$
4. Sin especificación	$n\bar{P}$	$n\bar{P}+3\sqrt{n\bar{p}(1-\bar{p})}$	$n\bar{P}-3\sqrt{n\bar{p}(1-\bar{p})}$
Número de defectos			
5. Con una especificación dada	C'	$C'+3\sqrt{C'}$	$C'-3\sqrt{C'}$
6. Sin especificación	$\bar{C}$	$\bar{C}+3\sqrt{\bar{C}}$	$\bar{C}-3\sqrt{\bar{C}}$
Número de defectos por unidad			
7. Con una especificación dada	$\frac{C'}{n}$	$\frac{C'}{n}+\left(\frac{3}{\sqrt{n}}\right)\sqrt{C'}$	$\frac{C'}{n}-\left(\frac{3}{\sqrt{n}}\right)\sqrt{C'}$
8. Sin especificación	$\frac{\bar{C}}{n}$	$\frac{\bar{C}}{n}+\left(\frac{3}{\sqrt{n}}\right)\sqrt{\bar{C}}$	$\frac{\bar{C}}{n}-\left(\frac{3}{\sqrt{n}}\right)\sqrt{\bar{C}}$
Gráfico de deméritos	$\bar{D}$	$\bar{D}+3\sqrt{W_1^2\bar{C}_1+W_2^2\bar{C}_2+\ldots W_k^2\bar{C}_k}$	$\bar{D}-3\sqrt{W_1^2\bar{C}_1+W_2^2\bar{C}_2+\ldots W_k^2\bar{C}_k}$

Fuente: https://ceneval.edu.mx/wp-content/uploads/2021/09/Formulario-EGEL-IINDU_01-2021.pdf

Ejemplo de aplicación:

El director de un hospital está preocupado por el ausentismo de las enfermeras. Para obtener evidencias, se recolectaron datos durante dos semanas las cuáles se consideran representativas de lo que sucederá en el futuro. Después de muestrear aleatoriamente los registros de 64 enfermeras cada día, en la Tabla 2.11 se muestran los datos obtenidos:

Tabla 2.11

Ausentismo de enfermeras en un hospital

Día	Número de enfermeras ausentes	Día	Número de enfermeras ausentes
1	4	9	7
2	7	10	4
3	8	11	6
4	3	12	5
5	2	13	7
6	6	14	8
7	5	15	4
8	5		

Ya que el ausentismo de las enfermeras provoca graves problemas se quieren detectar variaciones pequeñas en la media del proceso por lo que se decide usar un error tipo I de 1% en lugar del estándar 0.27%.

a. Diseñe una gráfica *p*

b. ¿Qué se puede concluir respecto al ausentismo de las enfermeras?

c. Diseñe una gráfica *np*. Los resultados obtenidos ¿son consistentes con los de la gráfica *p*?

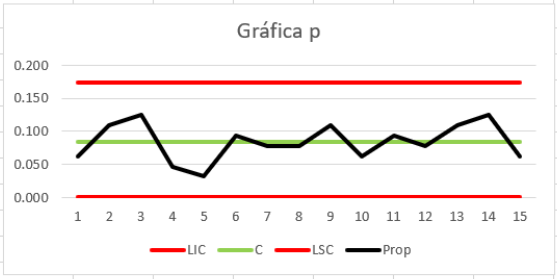
Solución

a. A continuación, en la Imagen 2.13 se muestran los cálculos y la gráfica *p*.

Imagen 2.13

Cálculos y Gráfica *p*. *Ausentismo de Enfermeras*

Día	Número de enfermeras ausentes	LIC	C	LSC	Prop
1	4	0.000	0.084	0.174	0.063
2	7	0.000	0.084	0.174	0.109
3	8	0.000	0.084	0.174	0.125
4	3	0.000	0.084	0.174	0.047
5	2	0.000	0.084	0.174	0.031
6	6	0.000	0.084	0.174	0.094
7	5	0.000	0.084	0.174	0.078
8	5	0.000	0.084	0.174	0.078
9	7	0.000	0.084	0.174	0.109
10	4	0.000	0.084	0.174	0.063
11	6	0.000	0.084	0.174	0.094
12	5	0.000	0.084	0.174	0.078
13	7	0.000	0.084	0.174	0.109
14	8	0.000	0.084	0.174	0.125
15	4	0.000	0.084	0.174	0.063
Suma =	81				
p barra =	0.0844				
Z(0.1/2)=	2.576				
LSC=	0.1739				
C=	0.0844				
LIC =	-0.0051				



b. Ningún punto está fuera de los límites de control por lo que el proceso está bajo control.

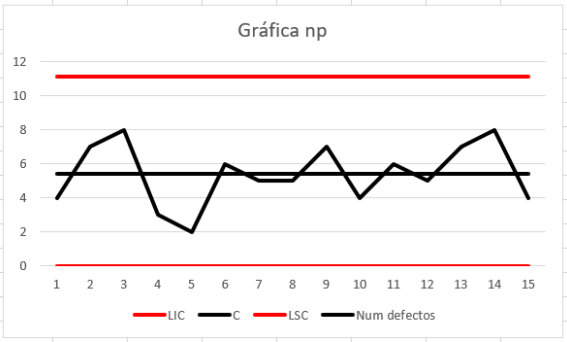
c. A continuación, en la Imagen 2.14 se muestran los cálculos y la gráfica *np*.

Imagen 2.14

Cálculos y Gráfica np. Ausentismo de Enfermeras

Día	Número de enfermeras ausentes	LIC	C	LSC	Num defectos
1	4	0	5.400	11.1276	4
2	7	0	5.400	11.1276	7
3	8	0	5.400	11.1276	8
4	3	0	5.400	11.1276	3
5	2	0	5.400	11.1276	2
6	6	0	5.400	11.1276	6
7	5	0	5.400	11.1276	5
8	5	0	5.400	11.1276	5
9	7	0	5.400	11.1276	7
10	4	0	5.400	11.1276	4
11	6	0	5.400	11.1276	6
12	5	0	5.400	11.1276	5
13	7	0	5.400	11.1276	7
14	8	0	5.400	11.1276	8
15	4	0	5.400	11.1276	4

Gráfica c	
np barra=	5.400
LSC =	11.12760132
C =	5.400
LIC =	-0.32760132



Al igual que la gráfica *p* no hay puntos fuera de los límites de especificación por lo que la conclusión es la misma: el proceso está bajo control.

Las gráficas *p* y *np* son consistentes siempre (arrojan el mismo resultado) ya que tanto los límites de control como los puntos monitoreados difieren por el factor *n*. Por ejemplo, el LSC de la gráfica *np* es 11.12 = *n* LSC* de la gráfica *p* = 64*0.1739.

Ejemplo integrador. Caso de Estudio

Los clientes de un banco se han quejado del tiempo de que pasan en el banco haciendo fila y siendo atendidos por el cajero. Para tratar de resolver el problema, el gerente del banco contrató a un analista quién realizó un estudio de los tiempos que los clientes pasan en el banco, desde que se forman en la fila hasta que salen del banco. El estudio se realizó durante 30 días, seleccionando 5 clientes cada día se forma aleatoria. La asociación de Bancos ha establecido que el tiempo de espera de los clientes debe ser no más de 15 minutos. En la Tabla 2.12 se muestran los tiempos obtenidos, en minutos.

Tabla 2.12

Tiempos de Espera en un Banco

	Observaciones				
Día	1	2	3	4	5
1	14	8	11	8	15
2	9	4	11	8	13
3	13	9	11	8	8
4	10	7	12	8	6
5	13	8	18	8	5
6	12	11	11	8	13
7	8	10	9	8	8
8	9	5	13	8	6
9	7	7	10	8	9
10	16	8	9	8	15
11	8	12	9	8	12
12	6	15	14	8	15
13	10	16	9	8	10
14	7	11	9	8	17
15	6	9	5	8	8
16	11	6	7	8	12
17	10	15	9	8	5
18	6	11	11	8	7

19	4	12	10	8	14
20	10	15	10	8	5
21	15	8	9	8	9
22	5	15	12	8	13
23	12	13	13	8	10
24	17	8	5	8	10
25	11	4	7	8	9
26	11	9	5	8	9
27	8	6	11	8	8
28	8	12	8	8	5
29	9	7	15	8	11
30	6	5	4	8	9

Para analizar el problema se solicita lo siguiente:

a. Elabore un histograma de los datos. ¿Qué distribución siguen los datos? ¿cuál es el porcentaje de productos “defectuosos”?

b. Elabore el diagrama de Ishikawa

c. Elabore la gráfica X-R. ¿Está el proceso bajo control?

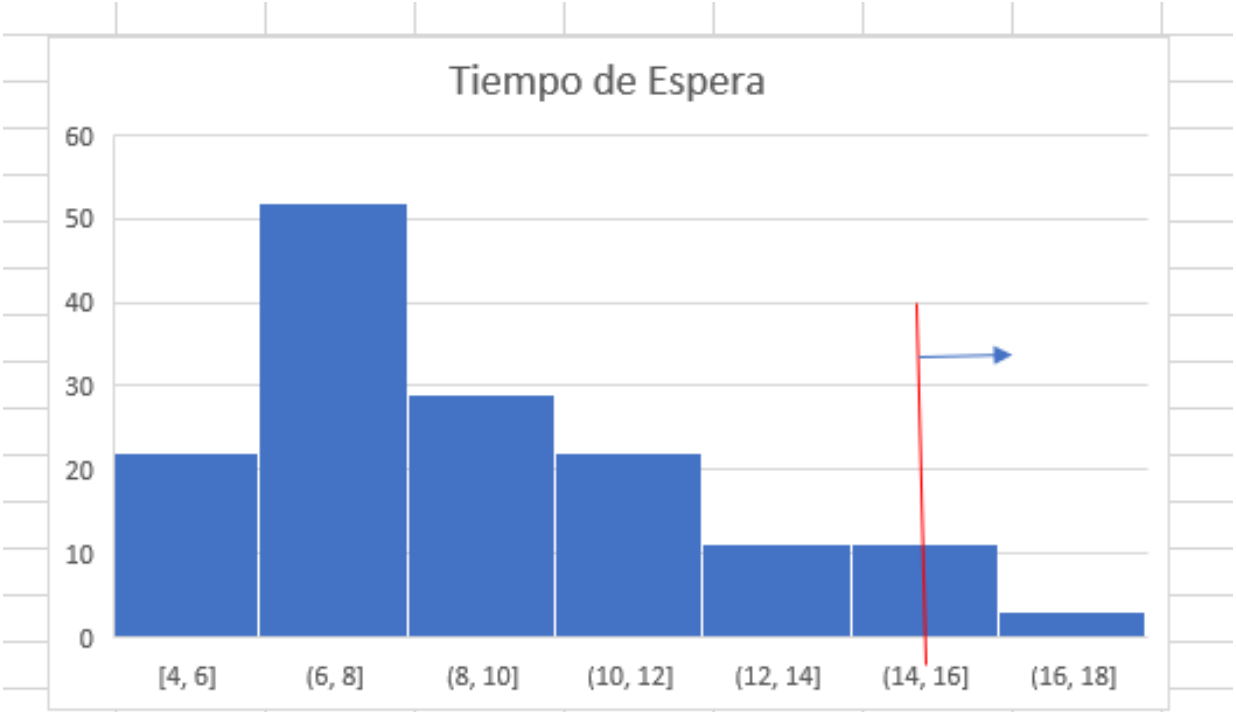
d. Elabore la gráfica p. ¿Está el proceso bajo control?

Solución:

a. El histograma y los cálculos que resultan en el porcentaje de defectuosos se muestran en la Imagen 2.15.

Imagen 2.15

Histograma y Porcentaje de Defectuosos. Tiempo de espera en Banco.



En la barra (14,16) hay 11 valores. La mitad son defectuosos = 5.5		
En la barra (16, 18) hay 3 defectuosos		
Total de defectuosos =	8.5	
Prop. de defectuosos =	5.67	%

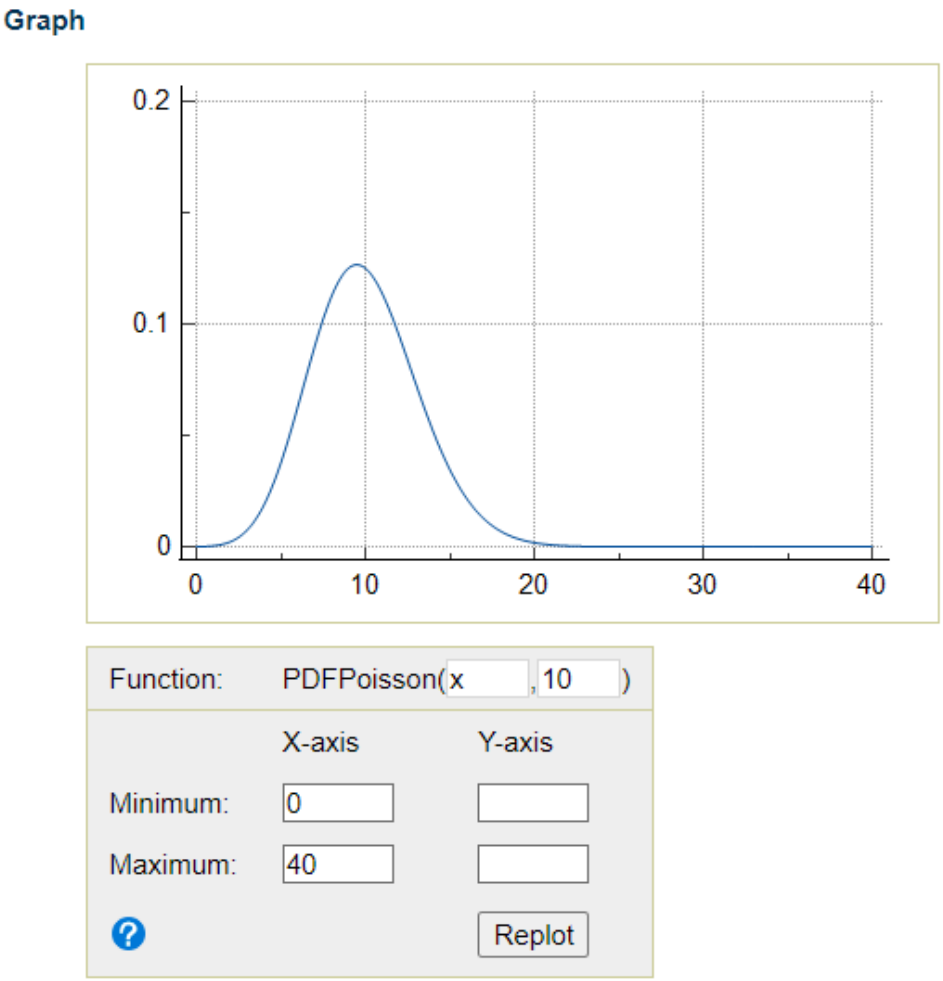
Interpretación del Histograma: La distribución de los datos está sesgada a la izquierda por lo que la distribución NO es normal. La distribución que más se apega a los datos es la distribución de Poisson como se muestra en la Imagen 2.16.

La media de los datos, a partir del histograma parece ser 8 pero el valor correcto es difícil de estimar debido al sesgo. Sin embargo, como el valor promedio de los datos es 9.4, se concluye que la distribución es Poisson (9.4).

b. En la Figura 2.4 se presenta un posible diagrama de Ishikawa.

Imagen 2.16

Gráfica de la Distribución de Poisson con Parámetro λ = 10



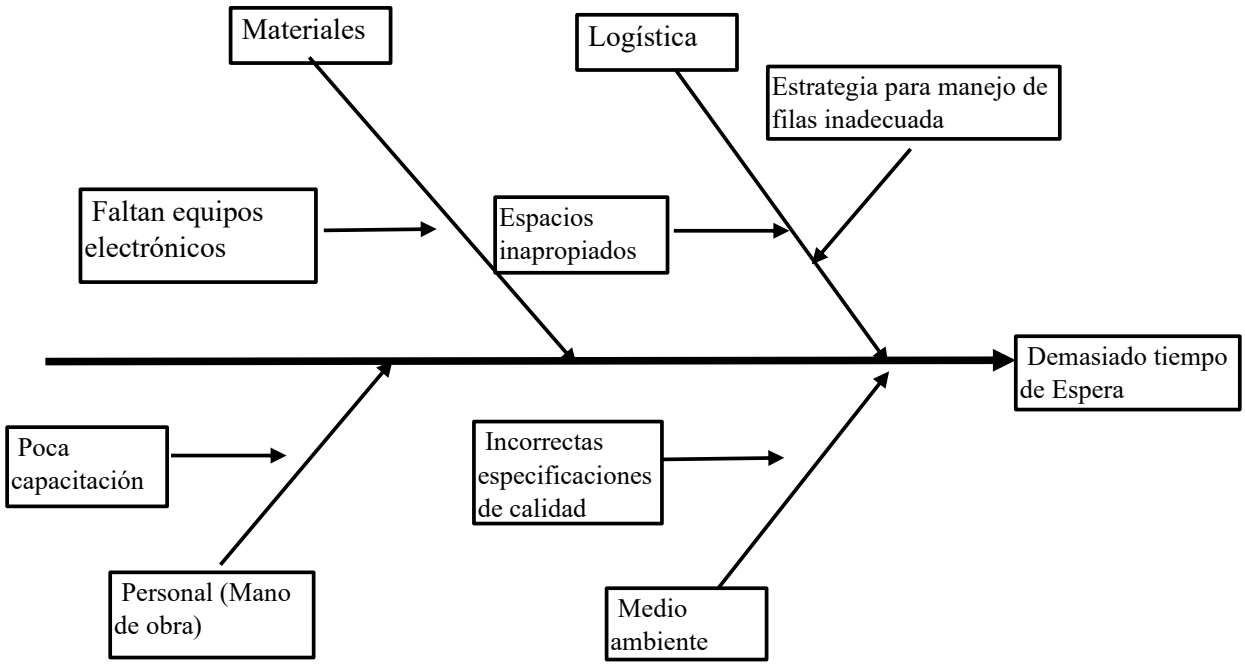
Fuente: https://www.medcalc.org/manual/poisson-distribution-functions.php

La media de los datos, a partir del histograma parece ser 8 pero el valor correcto es difícil de estimar debido al sesgo. Sin embargo, como el valor promedio de los datos es 9.4, se concluye que la distribución es Poisson (9.4).

En la Figura 2.4 se presenta un posible diagrama de Ishikawa.

Figura 2.4

Diagrama de Ishikawa. Demasiado Tiempo de Espera



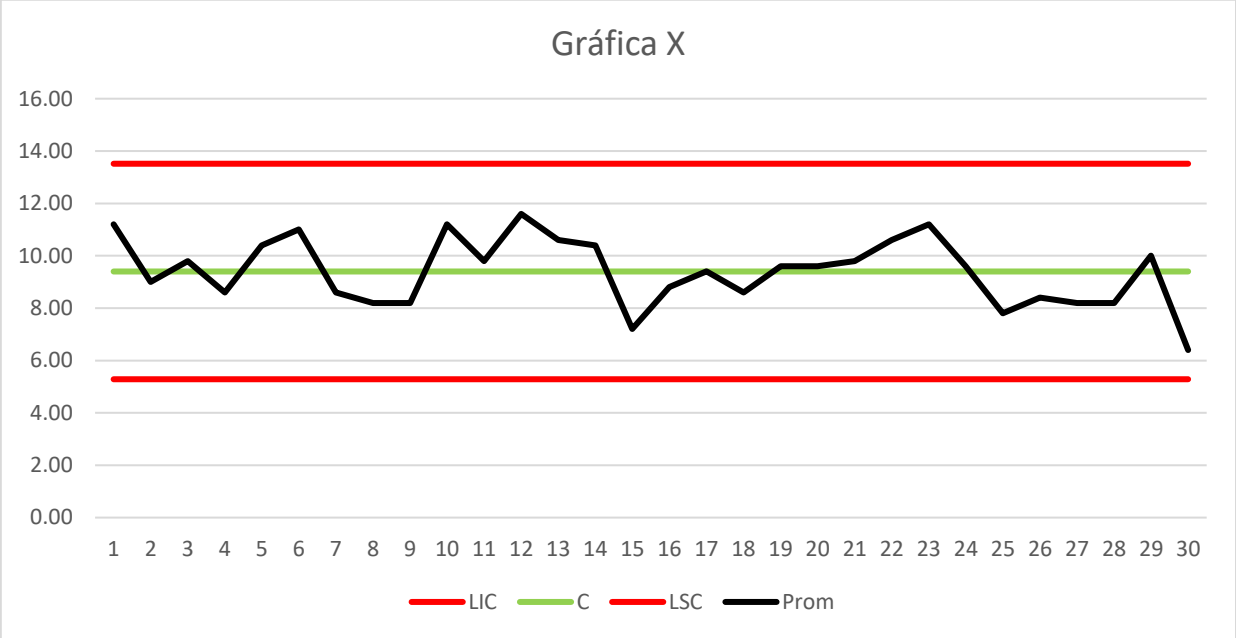
c. Las gráficas $\bar{X} - R$ se muestran en la Gráfica 2.7

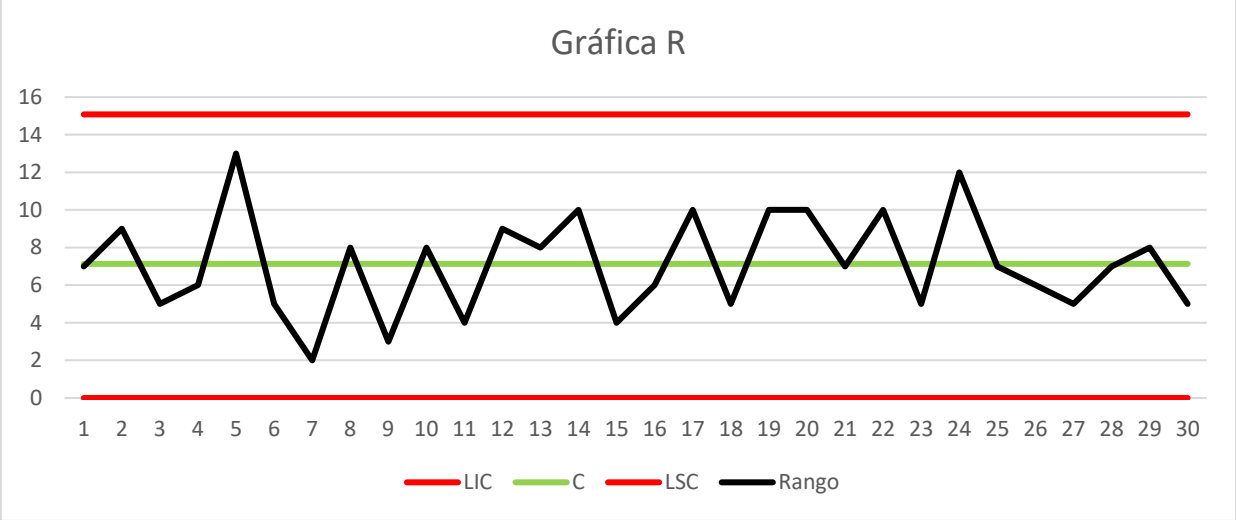
   Ningún punto se sale de control concluyendo que el proceso está bajo control.

d. Para elaborar la gráfica *c*, se debe calcular el número de defectos en cada día comparando los datos con el estándar, es decir, ver cuántos datos son mayores que 15 minutos. Por ejemplo, en los datos en el día 1 (14, 8, 11, 8, 15) hay cero defectuosos ya que ninguna de las duraciones es mayor a 15.

Gráfica 2.7

Gráfica $\bar{X} - R$. Tiempo de espera

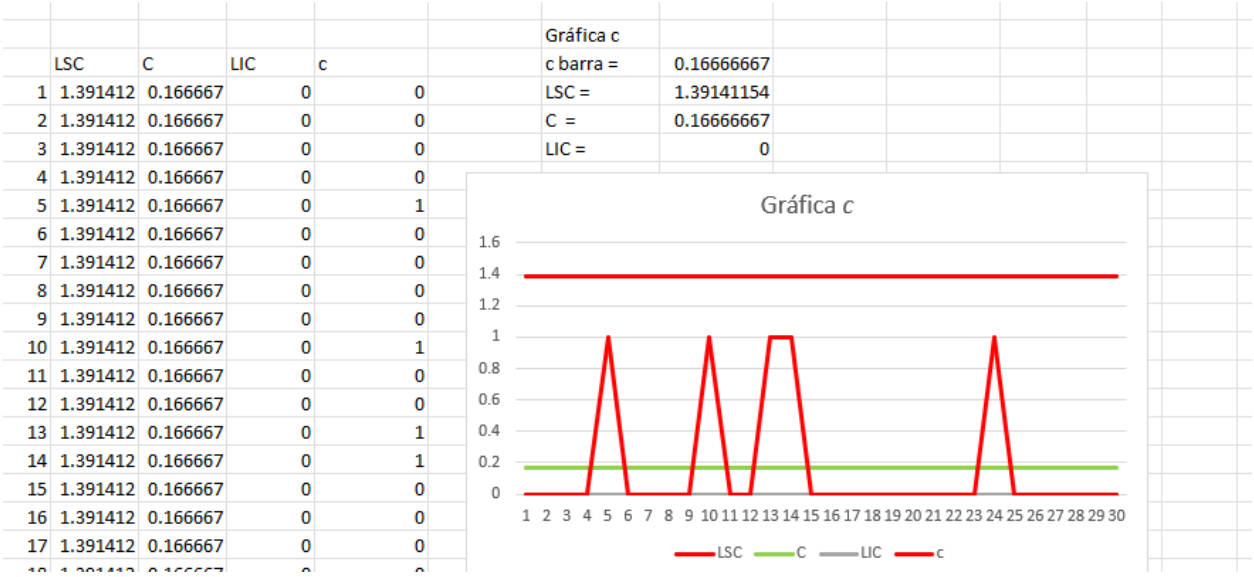




A continuación, en la Imagen 2.17, se muestran los cálculos y la gráfica *c*:

Imagen 2.17

Gráfica c y Cálculos para su Elaboración. Tiempo de espera en un Banco.



	LSC	C	LIC	c
1	1.391412	0.166667	0	0
2	1.391412	0.166667	0	0
3	1.391412	0.166667	0	0
4	1.391412	0.166667	0	0
5	1.391412	0.166667	0	1
6	1.391412	0.166667	0	0
7	1.391412	0.166667	0	0
8	1.391412	0.166667	0	0
9	1.391412	0.166667	0	0
10	1.391412	0.166667	0	1
11	1.391412	0.166667	0	0
12	1.391412	0.166667	0	0
13	1.391412	0.166667	0	1
14	1.391412	0.166667	0	1
15	1.391412	0.166667	0	0
16	1.391412	0.166667	0	0
17	1.391412	0.166667	0	0

Gráfica c	
c barra =	0.16666667
LSC =	1.39141154
C =	0.16666667
LIC =	0

Al igual que en la gráfica *p*, ningún punto queda fuera de los límites de control, por tanto, el proceso está bajo control.

Es importante enfatizar que el hecho de que el proceso esté bajo control no garantiza que se esté cumpliendo con las especificaciones. De hecho, en este ejemplo ocurre esta situación ya que el porcentaje de defectuosos es 5.67% que generalmente se considera como inaceptable e indica que el proceso no está cumpliendo con las especificaciones por lo que debe mejorarse.

Actividades sugeridas

Tema 2. Actividad 1. Quiz "Estadística Descriptiva"

Resolver de forma individual el Quiz que se encuentra en la app Quizizz "Estadística Descriptiva", con acceso a través de la siguiente liga:

https://quizizz.com/join/quiz/653f94435e1e739a62ac35e6/start?studentShare=true

Se recomienda que se realiza el Quiz en el salón de clase, utilizar la opción: Sesión con instructor- Empezar un examen-Ritmo del profesor. No compartir la liga con los estudiantes, porque tendrían acceso a las respuestas. Se anexa el Quiz.

QUIZIZZ

NOMBRE : _____

CLASE : _____

FECHA : _____

Estadística Descriptiva
10 Preguntas

1. ¿Cuál de las siguientes es una medida de dispersión de los datos?

A El rango

B La media

C La moda

D La mediana

2. ¿Cuál es la moda de los siguientes datos: 2, 7, 4, 3, 10, 12?

A No existe la moda

B 7

C 5.5

D 7.6

3. ¿Cuál es la moda de los siguientes datos: 2, 2, 4, 3, 10, 10, 8, 5?

A 6.2

B 10

C 2

D 7

4. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es verdadera en relación a unos datos?

A La mediana y la media pueden ser iguales

B La varianza es la raíz cuadrada de la desviación estándar

C El rango siempre es mayor que la desviación estándar

D El rango y la desviación estándar son medidas de tendencia central

5. Considere los siguientes datos: 20, 22, 24, 21, 25. ¿Cuáles son la media y la desviación estándar muestral?

A 22.4, 2.07
B 22, 1.85
C 22.4, 1.85
D 22, 1.85

6. La desviación estándar muestral generalmente es mayor que la desviación estándar poblacional

A Verdadero
B Falso

7. ¿Cuántas medias, modas y medianas tienen los siguientes datos: 12, 15, 20, 30, 100, 10, 12, 20?

A 1, 2, 1
B 1, 1, 1
C 1, 2, 2
D 1, 0, 2

8. ¿Cuál de las siguientes es una medida de tendencia central?

A La mediana
B La desviación estándar
C El rango
D La variancia

9. La estadística descriptiva no permite saber _____.

A El resultado de una prueba de hipótesis
B El número de modas que tienen los datos
C El valor promedio de las datos
D La dispersión de los datos

10. ¿Cuál es el rango de la siguiente serie de datos: (67, 80, 51, 23, 112, 91, 75)

A 55
B 61
C 45
D 51

Tema 2. Actividad 2. Quiz "Siete Herramientas Básicas"

Resolver de forma individual el Quiz que se encuentra en la app Quizizz "**Siete Herramientas Básicas",** con acceso a través de la siguiente liga: https://quizizz.com/join/quiz/6540c7e62982eb0a356c9806/start?studentShare=true

Se recomienda que se realiza el Quizizz en el salón de clase, utilizar la opción: Sesión con instructor- Empezar un examen-Ritmo del profesor. No compartir la liga con los estudiantes, porque tendrían acceso a las respuestas.

Se anexa el Quiz

QUIZIZZ

NOMBRE : _____

CLASE : _____

Siete Herramientas Básicas
10 Preguntas

FECHA : _____

1. El principal objetivo de la estadística inferencial es_____.

A. Estimar la validez de una hipótesis

B. Calcular los parámetros de una distribución

C. Estimar parámetros poblacionales a partir de una muestra

D. Inferir posibles valores de un parámetro de una serie de datos

2. Considere los siguientes datos provenientes de una muestra: 10, 15.2, 9.8, 9.7, 15, 15.1, 15.1, 10.1, 10, 14.8. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es más razonable?

A. La dispersión es demasiado grande

B. No se puede construir un histograma de estos datos

C. No se puede calcular la mediana

D. Los datos provienen de dos poblaciones diferentes

3. ¿Por qué es importante la gráfica de Pareto?

A. Aplica la regla 80-20

B. Permite enfocarse en los problemas que ofrecen la mayor mejora potencial

C. Garantiza que al resolver el problema más frecuente, se elimine el problema principal

D. Es un histograma ordenado fácil de interpretar

4. Este diagrama es una eficiente herramienta visual para ver si hay relación entre dos conjuntos de datos numéricos

A Diagrama de Ishikawa
B Diagrama de Pareto
C Histograma
D Diagrama de dispersión

5. Este diagrama permite identificar si un conjunto de datos proviene de una o más poblaciones

A Pareto
B Histograma
C Ishikawa
D Gráfica de control

6. ¿Cuál es el objetivo del diagrama espina de pescado?

A Prever si un problema se hará mas grande en el futuro próximo
B Encontrar las causas de un problema
C Determinar si los problemas están relacionados
D Determinar si el nivel de calidad que se tiene es bueno

7. Con relación a las gráficas de control, cambiar de limites 3 sigma a 2 sigma:

A Disminuye la probabilidad de que cambie el promedio del proceso
B Disminuye el error tipo I
C Disminuye la probabilidad de buscar una causa cuando no la hay
D Disminuye la probabilidad de concluir que nada ha cambiado cuando si ha cambiado

8. Un banco está interesada en en monitorear el tiempo que los clientes pasan haciendo fila. La gráfica de control que se debe usar es:

A La gráfica c
B La gráfica R
C La gráfica X doble barra
D La gráfica p

9. ¿Cuál es la distribución de probabilidad subyacente en la gráfica p?

A La distribución de Poisson

B La distribución Exponencial

C La distribución Binomial

D La distribución Normal

10. Las estaciones de inspección_____.

A Deben ubicarse antes de operaciones "cuello de botella"

B Nunca deben usarse en un proceso con calidad de clase mundial

C Deben ubicarse al final del proceso

D Deben usarse solo en procesos de manufactura

Tema 2. Actividad 3. Caso de Estudio**. Estadísticos descriptivos**

Resolver el siguiente Caso de Estudio

Caso 2.1. Evaluar la calidad de un proceso a través de estadísticos descriptivos. Caso adaptado (Calderón, 2018)

En una fábrica de piezas de asbesto, una característica importante de la calidad es el grosor de las láminas. Para cierto tipo de láminas el grosor óptimo es de 125 mm, y se establece una discrepancia tolerable de ±5 mm, ya que si la lámina tiene un grosor menor de 120 mm se considera demasiado delgada y no reúne las condiciones de resistencia exigidas por el cliente. Por otro lado, si la lámina tiene un grosor mayor a 130 mm, entonces se gastará demasiado material para su elaboración y se elevarán los costos de fabricación. Por lo tanto, es de suma importancia fabricar lámina con el grosor óptimo y en el peor de los casos dentro de las tolerancias especificadas. El gerente general de la empresa está por cerrar un importante contrato donde se compromete a la fabricación de este tipo de láminas con las especificaciones antes mencionadas. Previo a la firma del contrato solicita al Gerente de Calidad le presente un informe acerca del comportamiento del proceso de fabricación de las láminas.

A continuación, en la Tabla 2.13, se muestran las últimas 120 mediciones del grosor de las láminas expresadas en mm.

Tabla 2.13

Espesor de las Láminas en mm.

138.1	110.8	130.1	138.7	137.4	125.4
149.3	142.1	124.5	105	134	92.3
115.9	135.6	129.6	124.2	155	117.4
118.5	116.5	117.6	130.2	122.6	100.2
108.2	123.8	128.5	117.1	142.4	150.9
102.8	112	126.1	135	135	145.8
120.4	120	111.1	112.8	118.5	119.3
132.7	151.1	127.4	124	123.9	105.1
136.4	126.2	143.5	154.7	127.1	173.2

135	115.4	133.6	149.1	138.3	130.4
139.6	127.9	134.6	151.1	143.7	110.5
125.3	160.2	146.7	130.4	152.4	165.1
145.7	101.8	132.4	149.5	113.3	151.8
138.6	139	138.2	131.9	140.2	141.1
110.1	114.6	128.6	165.1	113.8	139.6
145.2	101	127.7	154.6	120.2	117.3
125.9	135.3	127.1	121.5	147.9	105
129.7	97.3	123.4	130.5	109	150.5
123.4	150	147.5	161.6	148.4	154.2
144.8	138.3	139.4	119.6	151.8	142.7

Reporte del estudiante.

Contesta lo que se te solicita.

1. Calcula la media y mediana de estas mediciones. ¿El centrado del proceso es adecuado? Argumenta tu respuesta.
2. Si se considera sólo la media y la mediana, ¿se puede decidir si el proceso cumple las especificaciones? Explica.
3. Elabora un histograma. Realiza la interpretación de este (tendencia central, variabilidad, acantilados, sesgos, etc.).
4. Con la evidencia obtenida, cuál es tu opinión acerca de lo adecuado o no del grosor de las láminas que se elaboraron en el período en que realizó el muestreo.
5. ¿Qué recomendación harías al Gerente de la empresa con respecto a la firma del contrato que esta por firmar?
6. Tomando en cuenta la discusión grupal elabora una conclusión.

Tema 2. Actividad 4. Caso de Estudio

Resolver el siguiente Caso de Estudio. Tecnológico Nacional de México. Instituto Tecnológico de Toluca.

El Instituto Tecnológico de Toluca forma parte del Tecnológico Nacional de México (TecNM), que, con 254 instituciones, de las cuales 126 son Institutos Tecnológicos Federales, 122 Institutos Tecnológicos Descentralizados, 4 Centros Regionales de Optimización y Desarrollo de Equipo (CRODE), un centro Interdisciplinario de Investigación y Docencia en Educación (CIIDET). En estas instituciones, TecNM cuenta con una matrícula de poco más de 600 mil estudiantes en licenciatura y posgrado, es la institución más grande del país y de Hispanoamérica en donde se forma el46% de los ingenieros de México (ITTol, 2022).

El Instituto Tecnológico de Toluca forma parte del TecNM, atiende a poco más de 6,000; 5955 estudiantes en las 9 carreras de licenciatura y 67 estudiantes en los 3 posgrado que oferta de acuerdo con el Prontuario del ITTOL agosto-diciembre 2022.

Cuenta con la Certificación de Calidad ISO 9001:2015, la Certificación de Gestión Ambiental 14001:2015 y la Certificación en la Norma Mexicana NMX-R-025-SCFI-2015 en Igualdad Laboral y No Discriminación. (Instituto Tecnológico Toluca, 2023).

El Instituto Tecnológico de Toluca preocupado por la calidad del servicio que presta a sus estudiantes, ha dispuesto el Comité de Quejas y Sugerencias, el cual está operando desde hace 15 años. Durante los dos últimos años es recurrente las quejas por parte de los estudiantes en el proceso de reinscripción; toda vez que el tiempo del que dispone el estudiante para realizar este proceso no le es suficiente, por diferentes causas. Los estudiantes comentanque cuando logran reinscribirse ya cuenta con muy pocas opciones (asignaturas, horarios) paraconformar su horario de forma óptima. El tiempo estimado por la administración para lareinscripción es de 13 min, considerando un margen de error de ± 2 min.

La administración decidió realizar un muestreo para conocer el estado del proceso de reinscripción. El muestreo consistió en tomar el tiempo que ocupa cada estudiante desde que acceda al módulo de reinscripción hasta que finaliza el proceso y genera su horario. El tiempo es monitoreado de forma automática por el mismo sistema. Las muestras

fueron conformadas por bloque de horario asignado para la reinscripción. Por ejemplo, de los estudiantes que se reinscribían a las 8 de la mañana, se tomaron 5 tiempos de manera aleatoria. Se tomaron 10 muestras en dos días consecutivos. Las 100 mediciones del tiempo

requerido por los estudiantes se muestran en la Tabla 2.14.

Tabla 2.14

Tiempo Empleado por el Estudiante para Reinscripción

No. De muestra	Tiempo empleado por el estudiante (min)				
	X1	X2	X3	X4	X5
1	18	11.2	8.7	5.7	7
2	23.6	8.3	8.8	10.7	14.2
3	20.7	5.8	14.3	5.2	11
4	15.8	7.4	12.5	4.1	5.7
5	18.4	8.4	12.6	8.2	8.9
6	10.3	9.9	17.3	19.7	11.8
7	9.5	8	10.8	5.4	9.7
8	14.2	14.4	11.5	16	7.5
9	15.5	16.2	6.2	5.9	10.2
10	10.7	9.2	10.1	12.1	7.3
11	15	11.5	8.4	5.8	8.1
12	15.6	9.3	5.8	11.8	11.7
13	17.7	11.3	9.1	12	9.5
14	9.9	8.6	7.7	14.2	5.3
15	20.5	12.1	12.8	3.4	1.7
16	13.8	9.6	10.2	9.1	10.8
17	17.1	8.2	5.5	8.2	12.1
18	6.9	13.5	19.5	11.2	9,2
19	14	7.8	11.2	14.4	11.6
20	6.1	8.6	8.7	19.5	10.6

Reporte del estudiante.

Contesta lo que se te solicita.

1. Tomando en cuenta la información que se proporciona en el caso. ¿Consideras

la variable presentada adecuada para medir el desempeño del proceso de reinscripción? Justifica tu respuesta.

2. En caso de considerar que no es adecuada o suficiente ¿Qué variable(s) propones sea(n) la(s) que determinan de mejor forma el desempeño en el procesode reinscripciones del ITTol?
3. Construye la gráfica de control de medias y rangos (gráficas x barra y R). Interprétalas.
4. ¿El proceso de reinscripciones se encuentra bajo control estadístico? Argumenta tu respuesta.
5. Da tu conclusión acerca de si el proceso de reinscripciones cumple con las especificaciones señaladas.
6. Elabora un Diagrama Causa-Efecto para encontrar la causa-raíz del problema.
7. Como usuario de este proceso, ¿qué recomendación harías a las autoridades del ITTol para mejorar?

Tema 3. Planes de Muestreo

Competencia específica: Aplica las diferentes técnicas de muestreo a procesos industriales, así como el manejo de las tablas militar estándar para la aceptación o rechazo de productos.

Actividades de aprendizaje:

- Elabora un cuadro comparativo de los diferentes tipos de muestreo.
- Aplica las diferentes técnicas de muestreo para el análisis y control de los procesos, a través de estudio de casos.
- Diseñar y simular modelos de muestreo en base a las tablas militar estándar para la aprobación o rechazo de productos o procesos.
- Participar en un debate grupal sobre los elementos de control de procesos.

Planes de Muestreo

El muestreo se utiliza para estimar parámetros de la población para con base en estas estimaciones tomar decisiones acertadas para la mejora del proceso.

Ventajas del muestreo:

1. Requiere menos actividades y menor tiempo que la inspección al 100%.
2. Es recomendable cuando la prueba de inspección es destructiva tal como la prueba de resistencia de materiales.
3. Al requerir pocas actividades, la probabilidad de cometer errores se reduce.

Desventajas del muestreo:

1. Se pueden cometer los errores de muestreo tipo I y tipo II.
2. Requiere de una metodología compleja para reducir los errores mencionas antes.

Existen varios tipos de muestreo que se aplican en situaciones diversas como en los sistemas de producción para aceptar o rechazar lotes (muestreo de aceptación), en campañas políticas para determinar preferencias electorales o estudios de mercado para estimar la demanda potencial de un producto. Los tipos de muestreo que existen son:

a) Muestreo aleatorio
b) Muestreo al azar

c) Muestreo sistemático
d) Muestreo estratificado
e) Muestreo de aceptación

A continuación, se detalla cada uno de ellos.

3.1 Muestreo aleatorio.

Asegura que los elementos en la muestra sean representativos de la población mediante la generación de números aleatorios lo cual elimina el sesgo en los datos obtenidos. Por ejemplo, si se desea estimar la calidad de las piezas que llegaron en un contenedor que mide 2 metros de ancho por 10 metros de largo y 2.5 metros de alto, x y el tamaño de la muestra es 5, se pueden generar 15 números aleatorios para determinar las coordenadas (x, y, z) de las piezas que se deben muestrear. Para generar los números aleatorios se puede usar la función "aleatorio ()" de Excel modificándola para que se generen número fraccionarios. Por ejemplo, para generar un número entre 0 y 2.5, la fórmula a emplear es: = 2.5*aleatorio (). Si no se hace el muestreo aleatorio y se toman las muestras de la primera capa del contenedor, se incurre en un grave error de representatividad que invalida las inferencias que se hagan.

3.2 Muestreo al azar

La muestra que se toma es "aleatoria" pero sin el rigor del muestreo aleatorio. Por ejemplo, en el caso anterior el analista puede decidir tomar una muestra de las piezas que el decida pudiendo estas ser de varias ubicaciones del contenedor. Aunque parecería que la muestra cumple con los requisitos de la aleatoriedad en realidad no es así ya que incluye la apreciación de una persona y esto pude resultar en una muestra no representativa.

Muestreo sistemático.

Se selecciona los elementos de la muestra en intervalos regulares. En el caso del contenedor, suponiendo que tenga 500 piezas se podrían muestrear las piezas numeradas como 50, 150, 250, 350 y 450. Este método es equivalente al muestreo aleatorio con la condición de que las piezas sean homogéneas. Si la parte superior del contenedor son piezas ensamblas en la máquina A y la parte inferior son piezas ensambladas en la máquina B, muy posiblemente se obtengan resultados sesgados.

3.4 Muestreo estratificado.

En este tipo de muestreo la población se divide en pequeños grupos o estratos con base a características comunes de los elementos. Un caso muy conocido de muestreo estratificado es el que se realiza en las campañas políticas para estimar el porcentaje de la población que votará por un candidato. Es interesante saber que para estimar este porcentaje en una elección Nacional en México con padrón electoral de 92.5 millones de personas, solamente se requiere muestrear a 1300-1500 personas. Sin embargo, para asegurar aleatoriedad la población se divide en estratos y se aplican las encuestas de manera proporcional a las poblaciones de los pueblos, ciudades y entidades. Claramente, la ciudad de México es donde más entrevistas se realizan. El muestreo estratificado debe asegurar aleatoriedad por lo que, si en el caso de las elecciones se selecciona a una persona del padrón que vive en Balojaque, Chihuahua el personal encuestador tendría que trasladarse a esa localidad para realizar la entrevista físicamente.

3.3 Plan de muestreo simple, doble y múltiple.

Plan de muestreo simple. Se define con dos parámetros, n el tamaño de muestra y c el número de aceptación. El procedimiento es: aleatoriamente seleccionar n artículos del lote. Si el número de defectuosos en la muestra es menor o igual a c, el lote se acepta. Si el número de defectuosos es mayor a c, el lote se rechaza. Al rechazar un lote, se supone que se realiza una inspección rectificadora, donde el proveedor revisa todo el lote y lo regresa con la garantía de que todos los artículos son no defectuosos.

Plan de muestreo doble. Se define con tres parámetros, n_1, n_2, c_1 y c_2. Se selecciona una muestra aleatoria de tamaño n_1. Si el número de defectuosos d_1 es menor o igual a c_1, el lote se acepta. Si el número de defectuosos $d_1$es mayor a c_2, el lote se rechaza. Si el número de defectuosos es mayor a c_1 y menor o igual a c_2, se toma una segunda muestra aleatoria de tamaño n_2 obteniendo d_2 artículos defectuosos. Si $d_1 + d_2$ es menor o igual a c_2, el lote se acepta. Si $d_1 + d_2$ es mayor a c_2, el lote se rechaza. El plan de muestreo doble tiene la ventaja de que pude requerir tomar muestras más pequeñas que el plan simple ya que en muchas ocasiones, el lote se acepta después de tomar la primera muestra.

Plan de muestreo múltiple. Es similar al plan de muestreo doble, pero se pueden requerir tomar más de dos muestras.

Diseño de un Plan de Muestreo Simple.

Los planes de muestreo están basados en cuatro parámetros que se negocian entre el proveedor y el comprador: α el error tipo I, β el error tipo II, AQL (acceptable quality level) el nivel de calidad aceptable y LTPD (lot tolerance percent defective) el nivel límite de calidad aceptable. El error tipo I está asociado con AQL y el error tipo II está asociado con LTPD. Si un lote tiene una calidad aceptable (AQL), existe un riesgo de que el lote sea rechazado por errores de muestreo (α). Si un lote tiene una calidad mala (LTPD) existe un riesgo de que el lote sea aceptado como bueno. (Montgomery, 2009).

La curva característica de operación es una gráfica X-Y donde el eje de las Y es la probabilidad de aceptar el lote y el eje de las X es la proporción de defectuosos. Las distribuciones probabilísticas que se usan son la binomial para construir la CCO tipo B y la hipergeométrica para construir la CCO tipo A. La distribución que teóricamente se debe usar es la hipergeométrica ya que cuando se toman los artículos muestreados estos no se colocan de nuevo en el lote después de la inspección (muestreo sin reemplazo). Sin embargo, cuando el tamaño de la muestra es pequeño con relación al tamaño del lote ($n/N \leq 0.1$), la aproximación de la binomial a la hipergeométrica es buena.

Fórmula para calcular la probabilidad de aceptar un lote P_a para el caso de la distribución binomial

$$P_a = \sum_{d=0}^{c} \frac{n!}{d!\,(n-d)!} p^d (1-p)^{n-d}$$

Donde *d* es el número de defectuosos.

Las curvas características de operación (CCO) se construyen para varios planes de muestreo y posteriormente, cuando se tiene una familia de CCOs graficadas, estas se pueden usar para encontrar un plan de muestreo para valores dados de α, β, AQL, LTPD como se verá más adelante con un nomograma.

Ejemplo.

Elabore la curva característica de operación para el plan de muestreo simple con *n = 30 y c = 2.*

Como el tamaño de muestra es pequeño (30/1000 = 0.03 < 0.1), se usará la distribución binomial para calcular la probabilidad de aceptar el lote.

Para *p = 1%,* la probabilidad de aceptar el lote es igual la probabilidad de que en la muestra haya 0, 1 o 2 defectuosos, es decir:

P_a ($p = 0.01$) = $P_0 + P_1 + P_2$

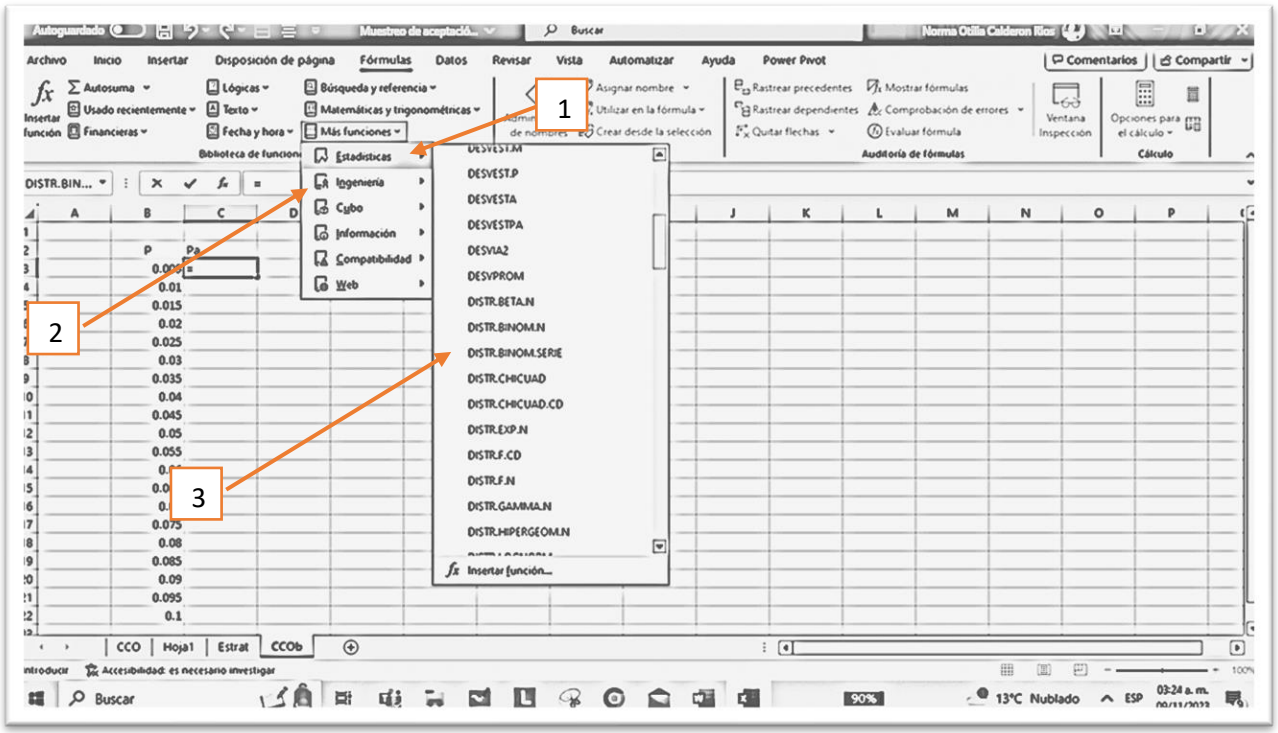
$$P_a = \frac{30!}{0!\,(30-0)!}0.01^0 0.99^{30} + \frac{30!}{1!\,(30-1)!}0.01^1 0.99^{29} + \frac{30!}{2!\,28!}0.01^2 0.99^{28}$$
$$= 0.9967$$

La elaboración de la CCO se puede construir de dos formas: realizando los cálculos arriba descritos para diferentes valores de p, o utilizando la ecuación de la función binomial en Excel.

En la Imagen de 3.1 que se presenta enseguida se muestran los pasos para la elaboración utilizando la función binomial. En primer lugar, se deben definir la proporciona de defectuosos de los cuales se va a elaborar la CCO, enseguida seleccionar “Mas funciones”, luego “Estadísticas” y por último “DISTR-BINOMIALN”

Imagen 3.1

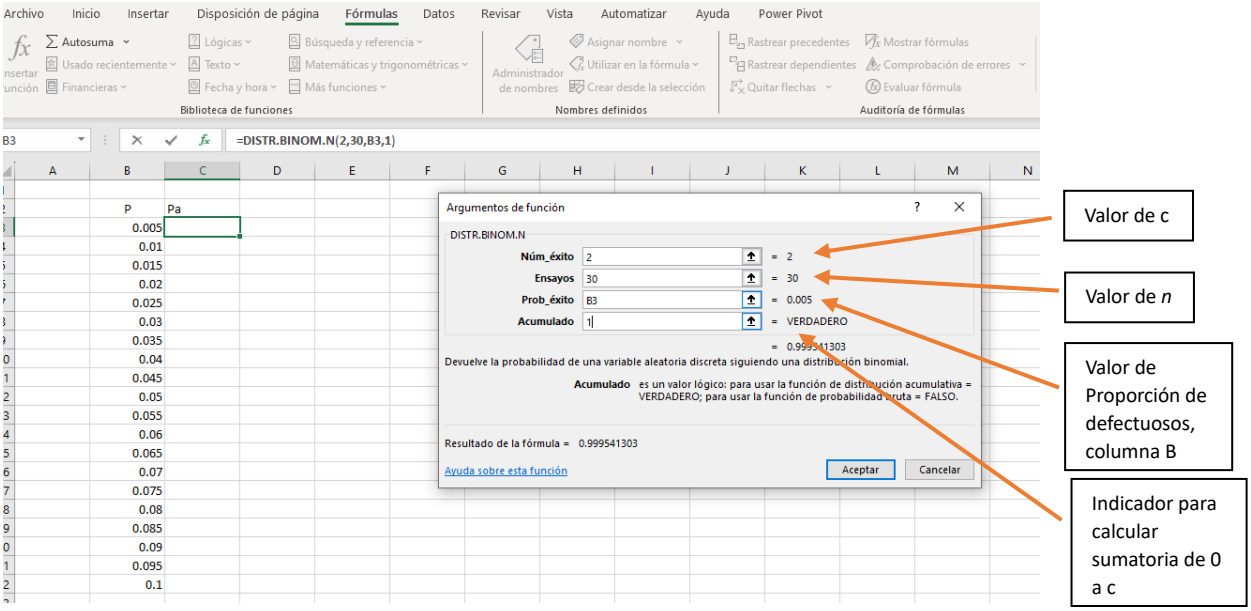
Selección de la Función Binomial



En la Imagen 3.2 se muestra la definición de los parámetros (argumentos) requeridos por la distribución binomial.

Imagen 3.2

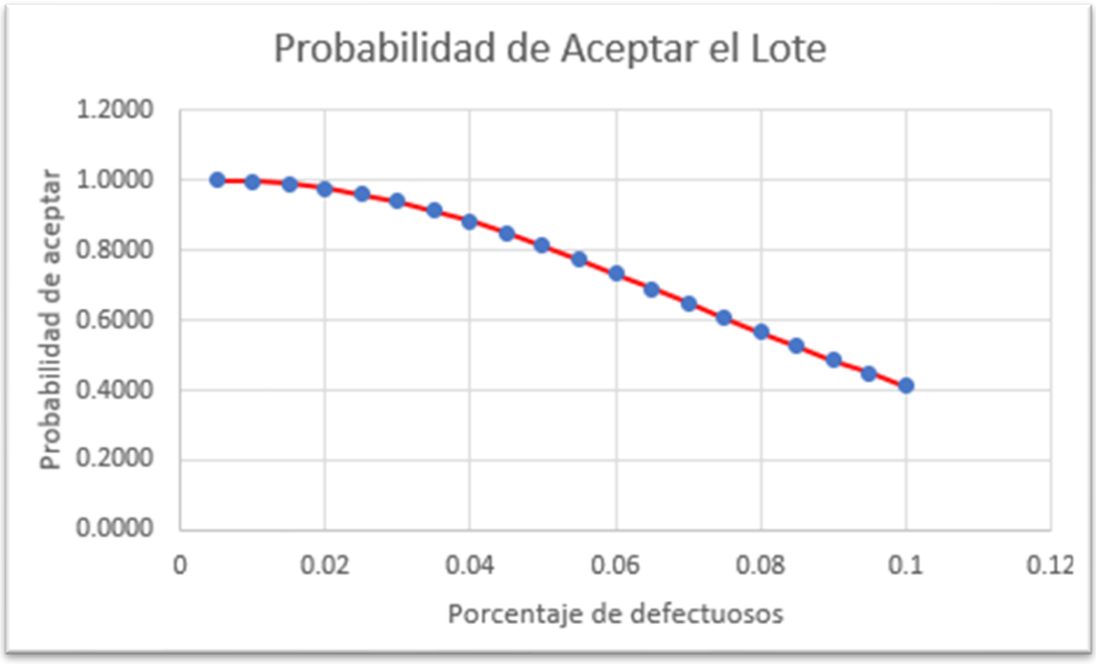
Definición de Argumentos de la Función Binomial



En la Gráfica 3.1 se muestra la CCO para un plan de muestreo para este ejemplo.

Gráfica 3.1

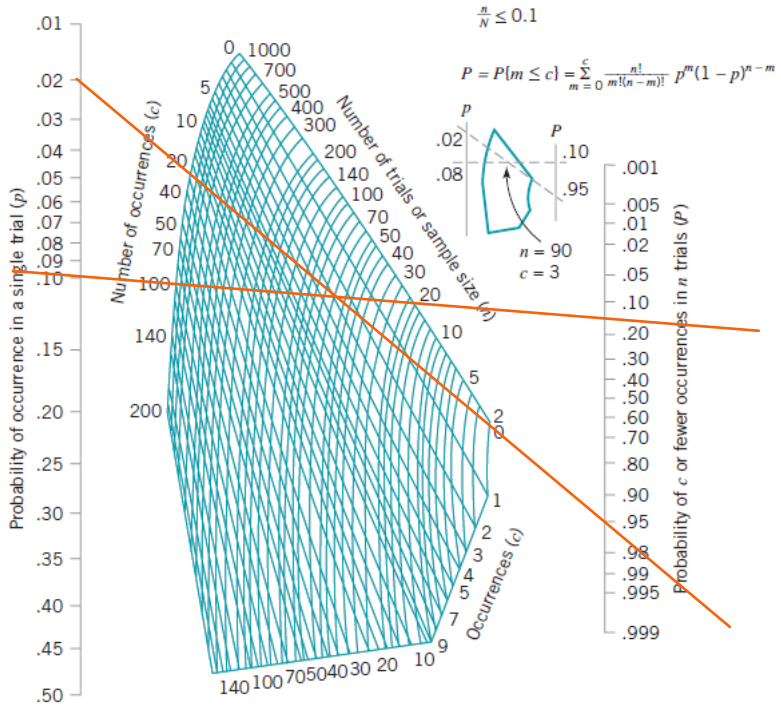
Curva Característica de Operación para Plan de Muestreo n= 30 y c=2



Para diseñar un plan de muestreo es necesario tener una familia de curvas características de operación o bien un nomograma como el que se muestra en la Imagen 3.2, además de los valores de α, β, AQL y LTPD.

Imagen 3.2

Nomograma de Curvas Características de Operación de la Distribución Binomial



Fuente: Douglas C. Montgomery, Introduction to Statistical Quality Control, John Wiley & Sons, Inc. 6th edition. 2009.

El ejemplo mostrado en el nomograma se realizó para valores de α = 0.05, β = 0.10, AQL = 0.01 y LTPD = 0.06. El plan de muestreo simple resultante es *n = 90 y c = 3*.

Ejemplo.

Un sensor de ruido que será instalado en bombas hidráulicas se recibe en lotes de 1000. El proveedor del sensor y la fábrica de bombas han acordado realizar un muestreo de aceptación con los siguientes parámetros: α = 0.05, β = 0.15, AQL = 0.02 y LTPD = 0.10

Ver las líneas rojas en la figura anterior:

Trazar la línea 1 de 0.02 a 0.95

Trazar la línea 2 de 0.10 a 0.15

El plan de muestreo resultante es *n = 70* (valor de la intercepción del cruce de las dos líneas rojas con el eje *n*), *y c = 3* (valor de la intercepción del cruce de las dos líneas rojas con el eje *c*).

Para verificar la validez del plan de muestreo se calculan las probabilidades de aceptación para *p* = AQL = 0.02 y para *p* = LTPD = 0.10. Las probabilidades de aceptación para *p* = AQL y para *p* = LTPD deben ser aproximadamente igual a 0.95 (1- α) y 0.1 respectivamente.

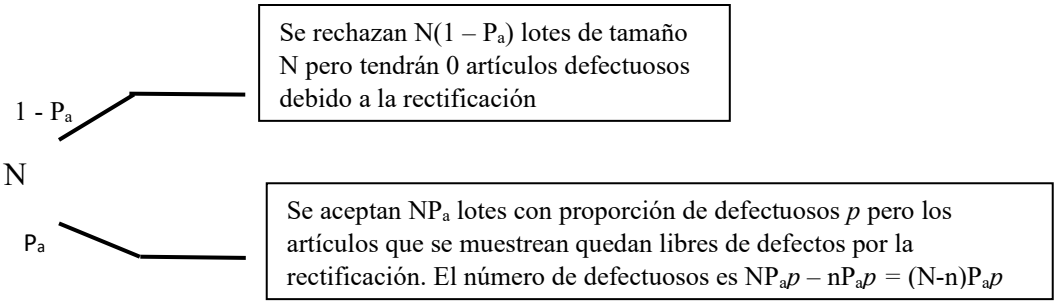
$$P_a(p = 0.02) = \frac{70!}{0!\,(70-0)!}0.02^0 0.98^{70} + \frac{70!}{1!\,(70-1)!}0.02^1 0.98^{69} + \frac{70!}{2!\,68!}0.02^2 0.98^{68} + \frac{70!}{3!\,67!}0.02^3 0.98^{67} = 0.948$$

$$P_a(p = 0.10) = \frac{70!}{0!\,(70-0)!}0.1^0 0.9^{70} + \frac{70!}{1!\,(70-1)!}0.1^1 0.9^{69} + \frac{70!}{2!\,68!}0.1^2 0.9^{68} + \frac{70!}{3!\,67!}0.1^3 0.9^{67} = 0.071$$

Los dos valores obtenidos son cercanos a los valores esperados lo que valida el plan de muestreo obtenido con el nomograma.

Calidad de Salida Promedio

La calidad de salida promedio es la calidad (CSP) que se obtiene en los lotes sujetos a inspección rectificadora en el largo plazo. Debido a que los lotes que se rechazan son inspeccionados al 100% y se regresan al cliente libres de defectos (rectificados), la calidad promedio de los lotes es mejor que la calidad que tendrían los lotes si no fueran inspeccionados. Al igual que los lotes rechazados, los artículos defectuosos que se encuentren en las muestras que se toman, son sustituidos por artículos buenos. La calidad de salida promedio en un muestreo simple se calcula como sigue:



$$CSP = \frac{(N-n)P_a p}{N}$$

Ejemplo

Tomando los datos del ejemplo anterior N = 1000, n = 70 y suponiendo que la calidad promedio de un lote es p = 0.02:

$$CSP = \frac{(1000-70)(0.948)(0.02)}{1000} = 0.0176$$

La proporción de defectuosos después de la inspección es 1.76% en lugar de 2% debido a la rectificación.

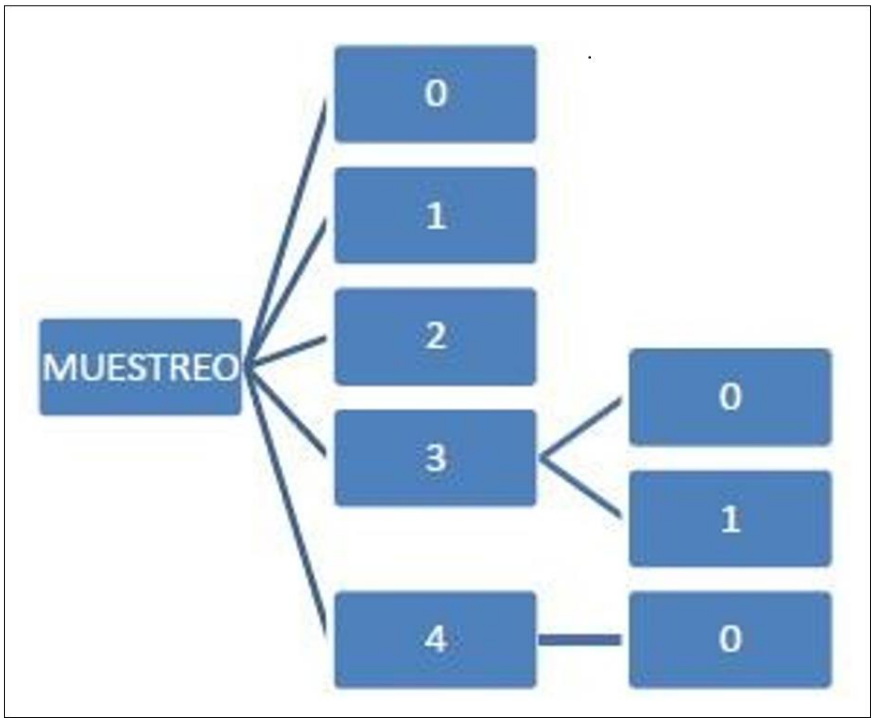
Consideremos el siguiente ejemplo de muestreo doble.

Tenemos un lote de tamaño de N=1, 000 unidades sobre el cual queremos realizar un muestreo doble que tiene las siguientes características: (n1,c1) =(50,2) y (n2,c2)=(10,4). El porcentaje histórico de unidades defectuosas en lotes de similares características ha sido de un p=2%. Se desea estimar la probabilidad de aceptación del lote.

Se recomienda desarrollar un diagrama que muestre las distintas combinaciones que permiten aceptar un lote luego de ser expuesto al plan de muestreo. En este caso en particular el diagrama de plan de muestreo se muestra en la Imagen 3.300000

Imagen 3.3

Plan de Muestreo Doble



Entonces si en la primera muestra de 50 unidades se encuentran 3 unidades defectuosas se aplica una segunda muestra de tamaño 10, donde se aceptará el lote si la cantidad de unidades defectuosas en esta muestra es 0 o 1 (con esto se tiene un acumulado de defectuosos en ambas muestras (c2=4).

La probabilidad de aceptación del lote queda definida por la siguiente expresión donde Pp se refiere a una probabilidad obtenida en la primera muestra y Ps la probabilidad obtenida en la segunda muestra.

PA = Pp(0) + Pp(1) + Pp(2) + Pp(3)*[Ps(0) + Ps(1)] + Ps(4)*Pb(0)

Las probabilidades se pueden calcular fácilmente haciendo uso de Excel. Se utilizará la distribución binomial y para los cálculos de utilizará Excel.

Se selecciona Formulas-Mas funciones-DISTR.BINOM.N. Las Imagen 3.4 y 3.5, muestra las fórmulas utilizadas. Notar que en ambos casos el argumento Acumulado “0" en la fórmula

indica que sólo se requiere estimar la probabilidad puntual y no acumulada. En la Imagen 3.6 se muestran las probabilidades del primer y segundo muestreo.

Imagen 3.4

Cálculo de la Probabilidad de Aceptar el Lote en el Primer Muestreo

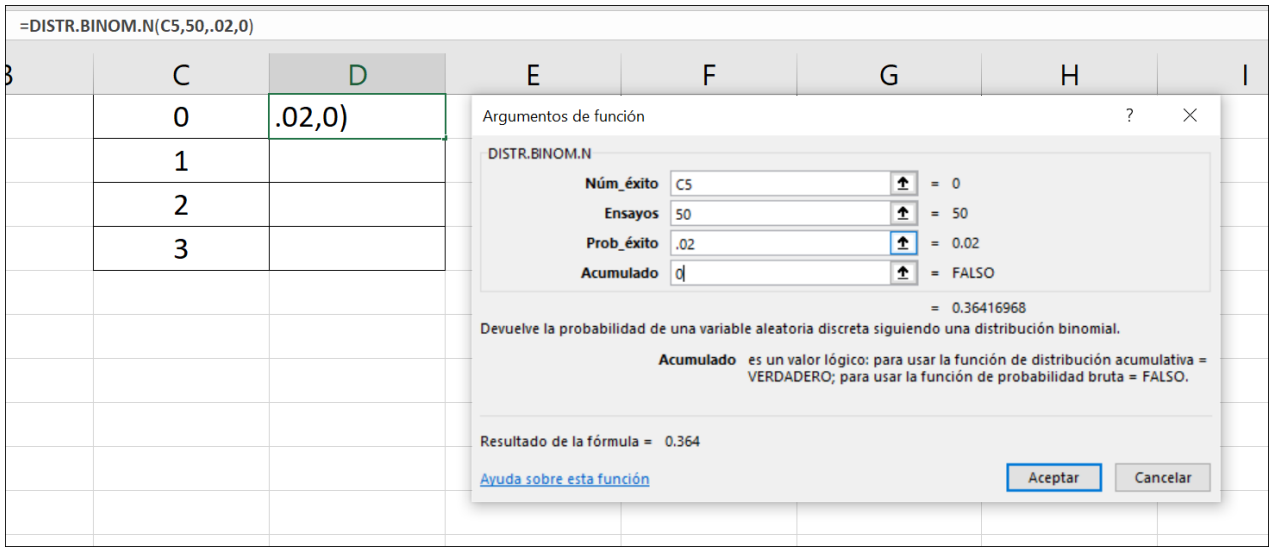


Imagen 3.5

Cálculo de la Probabilidad de Aceptar el Lote en el Segundo Muestreo

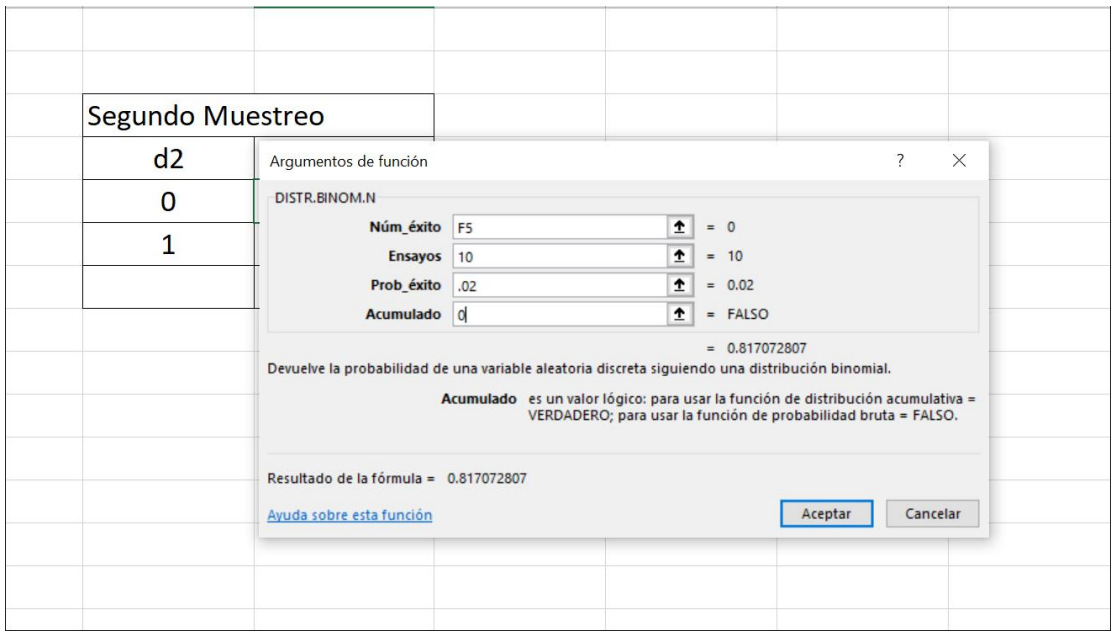


Imagen 3.6

Cálculo de la Probabilidad de Aceptar el Lote en el Primer y Segundo Muestreo

	C	D	E	F	G
	Primer Muestreo			Segundo Muestreo	
	d1	Pp		d2	Ps
	0	0.364		0	0.817
	1	0.372		1	0.167
	2	0.186			
	3	0.061			
	4	0.015			

En consecuencia, la probabilidad de aceptación del lote es:

PA = 0.364 + 0.372 + 0.186 + 0.061*[0.817 + 0.167] + 0.0150*0.817 = 99.3%

Se concluye que la probabilidad de aceptación del lote es de un 99.3%.

3.4 Muestreo de aceptación.

Consiste en tomar muestras de productos y con base a una regla de cisión sentenciar el lote con “aceptado” o “rechazado”. El muestreo de aceptación no es propiamente un método de mejora, aunque dependiendo de cuantos lotes se rechacen, se motivaría al proveedor a tomar medidas de mejora para reducir el costo por lotes rechazados. En sus inicios en los años 1930-1940, el muestreo de aceptación fue usado como una herramienta de control de calidad importante monitoreando la calidad de las materias primas. En años subsecuentes, el muestreo de aceptación se empezó a utilizar en procesos intermedios para asegurar que no pasaran lotes defectuosos de una etapa del proceso a otra.

El muestreo de aceptación se recomienda usar en las siguientes situaciones:

1. Cuando las pruebas de inspección son destructivas como la determinación del punto de falla de los materiales donde estos son sujetos a esfuerzos que deforman el material y posiblemente lo destruyan.

2. Cuando el costo de la inspección al 100% es demasiado elevado. Verificar el estado de cada uno de los microcomponentes electrónicos que se surten en lotes de miles sería muy tardado y posiblemente requiera equipo y personal especializado.
3. Cuando el proveedor ha tenido calidad buena y consistente durante un período largo de tiempo.

Existen dos tipos de muestreo de aceptación: por variables donde la calidad se mide en una escala numérica continua (longitud, diámetro, peso) y por atributos donde la calidad se causa un veredicto de "pasa" o "no pasa" (cumple o no con las especificaciones).

Muestreo Militar Estándar 105E (MIL STD 105E)

El sistema de muestreo MIL STD 105E fue creado durante la segunda guerra mundial y consiste en un conjunto de tablas en donde se puede consultar el plan de muestreo recomendado para diversas situaciones. Hay tablas para muestreo simple, doble y múltiple. Para cada tipo de plan de muestreo se puede elegir muestreo riguroso, normal o reducido. Además, se presentan varios niveles de inspección: Nivel I con muestras pequeñas, Nivel II con muestras del doble de tamaño que el nivel II y nivel III con muestras del doble de tamaño que el nivel II. La selección del nivel depende de la discriminación que se quiera tener. Si se selecciona el nivel III, el error tipo II es menor que si se seleccionan los niveles I y II. Adicionalmente se tiene 4 niveles de inspección especiales S-1, S-2, S-3 y S-4 que recomiendan muestras muy pequeñas y solo deben usarse cuando la situación lo requiera o cuando se permita tener un riesgo de muestreo alto. El sistema MIL STD 105E se enfoca principalmente en AQL, pero las opciones de diferentes niveles permiten regular el error tipo II.

El cambio entre planes de muestreo riguroso, normal y reducido es fundamental para el buen desempeño de la MIL STD 105E. A continuación, se listan las reglas para estos cambios (Montgomery, 2009):

1. De normal a riguroso. Cuando se rechacen 2 de 5 lotes consecutivos.
2. De riguroso a normal. Cuando se acepten 5 lotes consecutivos.

3. De normal a reducido.
    a. Cuando se acepten 10 lotes consecutivos.
    b. Cuando el número de defectos en las muestras de los 10 últimos lotes es menor o igual al límite especificado en el estándar.
    c. La producción no presenta variaciones.
    d. La autoridad responsable considera pertinente el cambio.
4. De reducido a normal.
    a. Cuando se rechaza un lote.
    b. Cuando el muestreo termina sin decisión de aceptar o rechazar el lote. El lote se acepta, pero la inspección normal se inicia en el siguiente lote.
    c. Hay irregularidades en la producción.
    d. Otras condiciones que ameriten el cambio.
5. Suspender la inspección. Cuando se inspeccionen 10 lotes consecutivos en el esquema riguroso. Se deben tomar acciones con el proveedor para mejorar la calidad.

A continuación, en la Imagen 3.7 se muestra la tabla para seleccionar la letra código de acuerdo con el tamaño de lote y el nivel de inspección establecido de acuerdo con la MIL STD 105E.

En la Imágenes 3.8, 3.9 y 3.10 se muestran las tablas de la MIL STD 105E para seleccionar el plan de muestreo para determinar *n y c* de acuerdo con el tipo de muestreo, la letra código y el AQL.

Imagen 3.7

Selección de la Letra Código

Sample Size Code Letters (MIL STD 105E, Table 1)

Lot or Batch Size	Special Inspection Levels				General Inspection Levels		
	S-1	S-2	S-3	S-4	I	II	III
2 to 8	A	A	A	A	A	A	B
9 to 15	A	A	A	A	A	B	C
16 to 25	A	A	B	B	B	C	D
26 to 50	A	B	B	C	C	D	E
51 to 90	B	B	C	C	C	E	F
91 to 150	B	B	C	D	D	F	G
151 to 280	B	C	D	E	E	G	H
281 to 500	B	C	D	E	F	H	J
501 to 1200	C	C	E	F	G	J	K
1201 to 3200	C	D	E	G	H	K	L
3201 to 10000	C	D	F	G	J	L	M
10001 to 35000	C	D	F	H	K	M	N
35001 to 150000	D	E	G	J	L	N	P
150001 to 500000	D	E	G	J	M	P	Q
500001 and over	D	E	H	K	N	Q	R

Imagen 3.8

Tabla para Inspección Normal, Muestreo Simple para una Letra Código y un AQL Establecidos

Master Table for Normal Inspection for Single-Sampling (U.S. Dept. of Defense MIL STD 105E, Table II-A)

| Sample Size Code Letter | Sample Size | Acceptable Quality Levels (normal inspection) | | | |

Imagen 3.9

Tabla para Inspección Reducida, Muestreo Simple para una Letra Código y un AQL Establecidos

Master Table for Reduced Inspection—Single-Sampling (U.S. Dept. of Defense MIL STD 105E, Table II-C)

| Sample Size Code Letter | Sample Size | Acceptable Quality Levels (reduced inspection)† | | |

Ejemplo de aplicación

Un sensor de ruido que será instalado en bombas hidráulicas se recibe en lotes de 1000. Actualmente se tiene un plan establecido con AQL = 0.02 pero el cliente se ha quejado de que el plan permite que se acepten demasiados lotes que exceden el LTPD establecido de 8%. Diseñe un plan de muestreo usando las tablas MIL STD 105E y verifique que cumple con los requisitos establecidos.

Procedimiento

1. Seleccionar el AQL. AQL = 0.02
2. Seleccionar el nivel de inspección. Inicialmente se selecciona el nivel II (intermedio)
3. Encontrar la letra correspondiente al tamaño del lote y nivel de inspección. Para un lote de tamaño 1000, nivel II corresponde la letra J.
4. Seleccionar el tipo de muestreo. Se selecciona el muestreo normal ya que no se indica el tipo de muestreo que se está usando actualmente.
5. Determinar el tipo de muestreo a usar. Se usará plan de muestreo simple ya que es el menos complejo de implementar.
6. Encontrar el plan de muestreo correspondiente. Como en la tabla no existe el 2% (AQL = 0.02), se interpolan los valores de p = 1.5 (c = 3) y p = 2 (c = 5) para obtener c = 4. El tamaño de muestra es n = 80 y c = 4. En la Imagen 3.7 se visualiza el plan de muestreo.

Imagen 3.11

Plan de Muestreo Resultante Letra Código J y AQL= 2%

Master Table for Normal Inspection for Single-Sampling (U.S. Dept. of Defense MIL STD 105E, Table II-A)

| Sample Size Code Letter | Sample Size | Acceptable Quality Levels (normal inspection) | | |

El error tipo II es grande (22.3%), por lo que se recomienda cambiar a una inspección nivel III para aumentar el tamaño de muestra y así aumentar la capacidad de discriminación del plan de muestreo.

Muestreo de Aceptación por Variables

Cuando la característica de calidad que desea evaluar es una variable continua, el muestreo de aceptación se basa en los mismos parámetros que el muestreo aleatorio pero la distribución subyacente no es la binomial sino la distribución normal.

El tamaño de la muestra depende de si la desviación estándar se conoce o no. Para el caso de desviación estándar conocida, el tamaño de la muestra se calcula como:

$$n = \left(\frac{Z_{\propto} + Z_{\beta}}{Z_{AQL} - Z_{LTPD}}\right)^2$$

Para el caso en que se desconoce la desviación estándar, el tamaño de la muestra es:

$$n = \left(\frac{Z_{\propto} + Z_{\beta}}{Z_{AQL} - Z_{LTPD}}\right)^2 \left(1 + \frac{k^2}{2}\right)$$

Donde $k = \frac{Z_{LTPD}Z_{\propto} + Z_{AQL}Z_{\beta}}{Z_{\propto} + Z_{\beta}}$

Para una prueba con solo el límite inferior de especificación, el lote se acepta si el valor calculado de Z para los datos es mayor que k. Si la prueba tiene solo el límite superior, el lote se acepta si el valor calculado de Z para los datos es menor a k.

Ejemplo (adaptado del libro de Montgomery).

La empresa refresquera Gaseosas S.A. compra botellas no retornables a un proveedor. Gaseosas S.A. ha establecido un límite de especificación inferior en la resistencia a explotar de las botellas de 225 psi. Si 1% o menos de las botellas explota antes de este límite, Gaseosas S.A. aceptará lotes con probabilidad 0.95 (AQL = 0.01, (1-α = 0.95), mientras que, si 6% o más de las botellas explotan antes del límite, Gaseosas S.A. rechazaría los lotes con probabilidad 0.9 (LTPD = 0.06, β = 0.10). Determinar el plan de muestreo.

Los valores de Z se obtienen de tablas de la distribución normal estándar o con Excel con la fórmula de la distribución normal inversa (INV.NORM.ESTAND)

$$k = \frac{1.555 * 1.645 + 2.326 * 1.282}{1.645 + 1.282} = 1.9$$

Si la desviación estándar se conoce,

$$n = \left(\frac{1.645 + 1.282}{2.326 - 1.555}\right)^2 = 14.4 \rightarrow 15$$

El valor fraccionario de *n* se redondea al entero superior para tener menor error tipo II.

Continuando con el ejemplo, suponga que de un lote grande de botellas se obtiene una muestra de 15 botellas y se realiza la prueba de resistencia a la explosión obteniendo que la presión de explosión promedio es 230 psi. Se sabe que la desviación estándar de la resistencia de las botellas es 20 psi. ¿Se debe aceptar el lote?

$$Z_{Lote} = \frac{\bar{X} - LIE}{S}$$

$$Z_{Lote} = \frac{230 - 225}{20} = 0.25$$

Como $Z_{Lote} < k$, el lote se rechaza. A pesar de que la media a la resistencia del lote es mayor al límite inferior de especificación, no hay suficiente evidencia para concluir que el lote es bueno. ¿Cuál debe ser el valor promedio de la resistencia de las botellas en la muestra de 15 para que el lote se acepte?

3.5 Muestreo Estratificado

Cuando la población a ser muestreada no es homogénea y se pueden detectar las fuentes que ocasionan la falta de homogeneidad, se debe utilizar un muestreo estratificado para lograr mayor representatividad en los datos. En la fabricación de artículos, los estratos que se pueden formar son, por ejemplo, los turnos, las máquinas, las horas del día, los días de la semana, los proveedores, etc. Para realizar el muestreo estratificado se deben conocer el tamaño de la muestra y algunas características de los estratos. Una vez que se conoce el tamaño de la muestra, el cálculo del tamaño de muestra para cada estrato puede hacerse proporcional al tamaño de cada estrato o si es posible, en proporción a la dispersión de cada estrato usando el método de afijación de Neyman. La fórmula de Neyman para calcular los tamaños de muestras de los estratos es:

$$n_i = n\frac{N_i S_i}{\sum_{i=1}^{m} N_i S_i}$$

Donde:

n es el tamaño de la muestra

N_i es el tamaño de la muestra del estrato i

N_i = Cantidad de datos usados para calcular S_i

S_i = desviación estándar de los datos.

m = número de estratos

Ejemplo de aplicación

Una empresa metalmecánica produce engranes para automóvil usando 4 máquinas (1, 2, 3 y 4) similares que tienen diferentes antigüedades. La proporción de la producción total de las máquinas 1, 2, 3 y 4 son 35%, 30%, 15% y 20% respectivamente. La empresa desea estimar la proporción de defectuosos que se están produciendo de manera precisa ya que, aunque los registros que se tienen indican que la proporción de defectuosos es 4%, el gerente de operaciones no confía en los datos. Uno de los principales problemas que el gerente de operaciones ha detectado es que, en ocasiones, los clientes deciden reparar algunos de los productos defectuosos y no le informan a la empresa. Dado que el volumen de producción es muy elevado, se ha decidido tomar una muestra aleatoria. Como las máquinas son diferentes, el gerente de calidad recomienda usar muestreo estratificado.

Con el fin de estimar los parámetros requeridos en la fórmula de Neyman, se realizó un muestreo aleatorio piloto de 40 muestras de cada máquina obteniendo 2, 3, 1 y 4 artículos defectuosos de las máquinas 1, 2, 3 y 4 respectivamente. Las proporciones de defectuosos en cada máquina son 2/40, 3/40, 1/40 y 4/40 con un valor promedio $\bar{p} = 0.0625$.

Con el valor estimado de $\bar{p}$ se obtiene el tamaño de muestra global *n* con la fórmula:

$$n = \frac{Z_{\propto}^2 p(1-p)}{E^2}$$

Donde p es la proporción de defectuosos, Z es la variable normal estándar y E es el error permitido (relacionado con el error tipo II).

Para el ejemplo con α = 0.05 y un error de ± 3%, $n = \frac{1.645^2 * 0.0625 * 0.9375}{0.03^2} = 177$

La Tabla 3.1 se muestra los tamaños de muestra de los estratos obtenidos con el método proporcional y con el método de Neyman.

Tabla 3.1

Determinación del Tamaño de Muestra con los Métodos Proporcional y Afijación de Neyman

	Maquina 1	Máquina 2	Máquina 3	Máquina 4
N_i	40	40	40	40
Defectuosos	2	3	1	4
Proporción de defectuosos	0.05	0.075	0.025	0.1
S_i	0.034	0.042	0.025	0.047
Proporción de la población	0.350	0.300	0.150	0.200
n_i proporcional	62	53	27	35
N_iS_i	1.38	1.67	0.99	1.90
n_i Neyman	41	50	29	57

Explicación de los cálculos:

Las desviaciones estándar se calculan usando la formula $\sqrt{\frac{p(1-p)}{n}}$. Por ejemplo $S_1 = \sqrt{\frac{0.05 * 0.95}{40}} = 0.034$.

Los valores de n_i proporcionales se calcularon multiplicando el tamaño de muestra 177 por la proporción global correspondiente a cada máquina. Por ejemplo, n_1 = 177*0.35 = 62.

Los valores de n_i de Neyman se calcularon tomando en cuenta que $\sum N_i S_i = 5.93$. Por ejemplo, n_1 = 177*1.38/5.93 = 41.

El efecto de la dispersión se puede claramente observar al comparar las n_1 obtenidas con los dos métodos. El tamaño de muestra calculado con el método de Neyman es mucho menor que el tamaño de muestra calculado con el método proporcional debido a que la dispersión en la máquina 1 es relativamente pequeña y no se requiere tomar muchas muestras para estimar la proporción de defectuosos con precisión.

Actividades sugeridas

Tema 3. Actividad 1. Cuadro comparativo. Tipos de muestreo y sus aplicaciones.

Trabajo en equipo.

Investigar las características de los diferentes tipos de muestreo:

1. Muestreo aleatorio.
2. Muestreo al azar.
3. Muestreo simple, doble, múltiple.
4. Muestreo de aceptación, por lote, AQL, niveles de inspección, manejo de tablas MIL-STD (Military Standard).
5. Muestreo estratificado.

Presentarlo en clase para su discusión

Elaborar un cuadro comparativo de los diferentes tipos de muestreo y su aplicación.

Tomar en cuenta la siguiente información:

El cuadro comparativo es un organizador de información, que permite identificar las semejanzas y diferencias de dos o más objetos o eventos.

Estructura:

- Está formado por un número determinado de columnas en las que se lee la información en forma vertical.

- Permite identificar los elementos que se desea comparar. Por ejemplo, objetivo, aplicación, utilidad, limitaciones, ventajas, etc.
- Permite escribir las características de cada objeto o evento.

¿Cómo se elabora un cuadro comparativo?

- Identificar los elementos que se desea comparar.
- Señalar los parámetros a comparar.
- Identificar las características de cada objeto o evento.
- Construir afirmaciones donde se mencionen las afirmaciones más relevantes de los elementos comparados.

https://cuadrocomparativo.org/cuadros-comparativos-como-hacerlos-informacion-y-ejemplos/

Tema 3. Actividad **2. Quiz. Planes de muestreo**
Resolver de forma individual el Quiz que se encuentra en la app Quizizz "Planes de muestreo", con acceso a través de la siguiente liga:
https://quizizz.com/join/quiz/654b6a30b3fadecb422199b4/start?studentShare=true

Se recomienda que se realiza el Quiz en el salón de clase, utilizar la opción: Sesión con instructor- Empezar un examen-Ritmo del profesor. No compartir la liga con los estudiantes, porque tendrían acceso a las respuestas.

Se anexa el Quiz.

QUIZIZZ

NOMBRE : _____

CLASE : _____

Planes de Muestreo
10 Preguntas

FECHA : _____

1. Un plan de muestreo doble tiene n1 = 50, n2 = 100, c1 = 2 y c2 = 4. Suponga que en la primera muestra se encuentran 3 productos defectuosos. ¿Que se debe hacer a continuación?

A Rechazar el lote

B Tomar la segunda muestra de 100 artículos

C Aceptar el lote

D Tomar la segunda muestra de 150 artículos

2. ¿Cuál de las siguientes es una ventaja del muestreo?

A Es matemáticamente menos complejo que la inspección al 100%

B Los resultados obtenidos son más confiables que los de la inspección al 100%

C Requiere menos tiempo que la inspección al 100%

D Las estimaciones obtenidas son 100% confiables

3. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones respecto al muestreo sistemático es verdadera?

A Se realiza un censo de la población

B Se seleccionan los elementos de la muestra a intervalos regulares

C Se seleccionan los elementos de la muestra aleatoriamente

D Se aplica a varios estratos

4. ¿En cuál de los siguientes métodos se utilizan números aleatorios?

A Muestreo aleatorio
B Muestreo sistemático
C Muestreo al azar
D Muestreo estratificado

5. Una prueba de antígeno del COVID revela que una persona no está contagiada pero en realidad la persona si estaba contagiada de COVID. En la prueba de antígeno _____.

A Se debió establece un valor de alfa menor
B Se cometió el error tipo II
C No se cometió ningún error
D Se cometió el error tipo I

6. Cuando los lotes son muy grandes en relación al tamaño de la muestra, la distribución de probabilidad subyacente es:

A La normal
B La hipergeométrica
C La poisson
D La binomial

7. ¿Cual de las siguientes afirmaciones es correcta?

A El error tipo I puede ser negativo
B alfa (error tipo I) debe ser mayor que beta (error tipo II)
C AQL debe ser mayor que alfa (error tipo I)
D LTPD debe ser mayor que AQL

8. En los planes de muestreo MIL STD 105E, _____.

A se puede cambiar de un plan riguroso a uno reducido
B las tablas proporcionan n, c y beta (error tipo II)
C se usa el error LTPD para consultar las tablas
D hay tres niveles de inspección

9. ¿Cuál de los siguientes métodos se usa en muestreo estratificado?

A Asignación proporcional

B Nomograma de la binomial

C Afijación de Neyman

D Curvas características de operación

10. ¿Cuál de los siguientes niveles de inspección de los planes MIL STD 105E recomienda el mayor tamaño de muestra?

A Nivel IV

B Nivel III

C Nivel II

D Nivel I

Tema 3. Actividad 3. Caso de estudio. Planes de muestreo de aceptación.
Caso de estudio. Procter & Gamble. Caso modificado (Calderón, 2018)**.**

Resolver el siguiente caso de forma individual y discutir los resultados con el resto del grupo.

En 1837 nace Procter & Gamble (P&G) en Cincinnati, Ohio, Estados Unidos, con la sociedad entre William Procter, inmigrante inglés y fabricante de jabón, con James Gamble, nativo de Irlanda y fabricante de velas.

Aunque su unión fue casual ya que los dos habían contraído matrimonio con las hermanas Norris, ambos compartieron la visión de satisfacer las necesidades de una sociedad en retroceso comercial como la de Cincinnati, Ohio, en aquel entonces. En 1879, con la introducción del jabón Ivory, marcaron la diferencia en el mercado atendiendo las necesidades de las amas de casa que buscaban un producto más suave y eficiente para lavar la ropa. Y así nace una gran compañía con un objetivo en común: conocer y responder a las necesidades de las personas creando productos innovadores y superiores. (P&G LATAM)

Actualmente es una compañía global con presencia en más de 180 países, P&G es la compañía transnacional de bienes de consumo masivo más grande del mundo.

En 1948, se creó una División Internacional para controlar la creciente demanda de nuestros productos en el mundo. Ese mismo año se iniciaron las operaciones en México, que se convirtió en la primera filial de América Latina.

Procter & Gamble (P&G) en México, es líder en el sector de productos de consumo en el país, en segmentos como papel higiénico, detergentes, shampoos, limpiadores, pasta de dientes, jabones y pañales, entre otros, dijo el nuevo presidente y director general para México, Tomás Varela. México. La compañía cumple 75 años en el país, al que define como uno de sus 10 principales mercados. “México es uno de nuestros mercados más grandes y prioritarios y es uno de los que ha que ha venido registrando uno de los mayores crecimientos a nivel mundial, esto pese a que fueron años de pandemia. Hemos invertido “cientos de millones de dólares en el país” en temas de distribución y capacidad de producción. Recientemente se invirtió en el tercer centro de distribución en el país para que podamos atender mejor a nuestros clientes al reducir la distancia y el tiempo que lleva atenderlos” señalo el COO de P&G global, Shailesh Jejurikar. ((Hernández, K., 2023).

Cada año la firma lanza de 30 a 40 nuevos productos en México, mercado en el que maneja más de 45 marcas, incluidas Ariel, Gillette, Oral-B, Pantene, Head & Shoulders, Always, Salvo, Pampers, Ace, Downy, Duracell, Escudo, Charmin, Bounty y Koleston.

El 85% de los productos que se consumen en el país está hecho en México y 25 de las 46 marcas del portafolio se producen en alguna de las ocho plantas que la compañía opera en el territorio nacional.

Con los niveles de producción tan altos y ante la imposibilidad de efectuar una inspección al 100% es de entenderse que para P&G México utiliza de manera recurrente muestreo de aceptación por lotes.

En la fabricación del Shampoo Head&Shoulders 3 en 1 control caída de 700 ml., se generan lotes de 8 000 piezas, históricamente se sabe que tiene un promedio de defectuosos p=1%.

Hasta hace dos meses el plan de muestreo consistía en tomar una muestra del 10% del lote y si en dicha muestra se encontraba un 1% de productos defectuosos, se rechazaba el lote completo.

El Ingeniero de calidad propone realizar un muestreo doble con los siguientes criterios:(n1, c1)

= (80,1) y (n2, c2) = (10,3).

Reporte del estudiante:

Contesta lo que se te solicita:

1. El muestreo de aceptación es una decisión intermedia entre dos extremos: la inspección al 100% o cero inspecciones. Explica en cuáles condiciones se recomienda aplicar el muestreo de aceptación.
2. ¿Cuál es la probabilidad de que se acepte el lote con el plan de muestreo actual (plan de muestreo simple)?
3. ¿Cuál es la probabilidad de que se acepte el lote con las condiciones del muestreo de aceptación doble? ¿Hay diferencias con la probabilidad del muestreo simple?
4. ¿Qué consecuencias traería para P&G si se siguiera aplicando solo las condiciones de un muestreo simple?

5. Con base en la discusión grupal elabora una conclusión de lo aprendido en el caso.

Tema 3. Actividad 4. Caso de estudio. Planes de muestreo de aceptación. Uso de tablas MIL STD.

Resolver el siguiente caso de forma individual y discutir los resultados con el resto del grupo.

Caso de estudio. Victoria´s Secrets

La maquila mexicana prevé una inversión de hasta 18,000 millones de dólares este año gracias al fenómeno de relocalización de cadenas o "nearshoring", reveló este lunes a EFE Luis Manuel Hernández, líder del sector "Lo que está sucediendo también es que sí están llegando empresas nuevas y haciendo anuncios, pero todo esto está llegando no solo a la frontera o al área de Guanajuato, Jalisco, San Luis Potosí (estados de la región del Bajió), sino también al centro del país", dijo que la mayor llegada de empresas por este fenómeno serán asiáticas por la necesidad de que su manufactura esté en el país para aprovechar el Tratado entre México, Estados Unidos y Canadá (T-MEC), y evitar aranceles para comercializar en el mercado más grande del mundo en Norteamérica" (Forbes, 2023). Hernández detalló que esto se debe aún al bloqueo comercial a China desde EU y las disrupciones globales por el conflicto bélico entre Rusia y Ucrania.

El Estado de México, está experimentando igualmente una expansión importante en la industria del vestido para exportación. Ahí, grandes fabricantes estadounidenses y canadienses de ropa interior, como Vogue, Maidenform, Sara Lee Corp., y Victoria's Secret han establecido plantas o contratan producción a fábricas previamente establecidas.

En Atlacomulco, Estado de México se maquila ropa para la prestigiada marca Victoria´s Secret, para lo cual se deben cumplir altos estándares de calidad.

En la maquila se reciben las telas, elásticos, encajes, cintas de gancho y ojo, lazos, motivos y tejido de punto de urdimbre (tejidos en los que una serie de hilos paralelos forman mallas en sentido longitudinal, las mallas se entrecruzan entre sí por el movimiento alternativo de la máquina) (EVETEX) toda la materia prima proviene de plantas de Asia, los diseños son creaciones originales de diseñadores de la marca establecidos en New York. Victoria's Secret puede exigir precios más altos por su ropa interior porque la ropa interior está hecha con fibras sintéticas de última generación (a través de Sourcing Journal). Junto con Spanx,

Victoria's Secret elige material de spandex y nylon para prendas íntimas livianas y cómodas. (Ventipico, 2022).

Para asegurar la calidad del producto terminado y como parte del proceso de control de calidad de la maquila mexicana, la empresa aplica muestreos de aceptación a todos los lotes de materia prima como medida defensiva para protegerse contra la amenaza del posible deterioro de la calidad de los productos. La producción diaria promedio en maquila es de 160, 000 prendas. Hasta el momento se ha utilizado el muestreo de aceptación utilizando MIL-STD 105E, la materia prima (tramos de encaje para sujetadores) se recibe en lotes de 2,000 unidades; históricamente se ha presentado un 1.5% de productos defectuosos.

Bajo el proceso de mejora continua que tiene la empresa establece ahora el NCA o AQL en 1.0 %. Se desea diseñar un plan de muestreo de nivel II para inspección normal, reducida y rigurosa (o estricta).

Reporte del estudiante:

Contesta lo que se te solicita.

1. Diseña el plan de muestreo tipo II para el tamaño de lote y nivel de AQL establecido, para inspección normal, estricta y reducida. Calcula *n* y *c* para cada nivel de inspección.
2. Con base en los resultados obtenidos explica en qué condiciones se recomienda aplicar cada uno de los planes de muestreo.
3. ¿Qué posibles consecuencias trae para los consumidores que se aplique un muestreo de aceptación del tipo riguroso?
4. ¿Qué cambios habría si se trabaja con un AQL de 0.65%? ¿Qué valores tendría *n* y *c*? ¿Qué cambios habría si se trabaja con un AQL de 2.5%? ¿Qué valores tendría n y c?
5. ¿En qué condiciones recomendarías un plan de muestreo doble y cuando un múltiple?
6. ¿Qué plan de muestreo recomendarías a la empresa maquiladora realizar para garantizar la calidad de la materia prima que recibe?
7. Con base en la discusión grupal elabora una conclusión de lo aprendido en el caso.

Tema 4. Sistemas de Calidad

Competencia específica: Aplica los diferentes sistemas de calidad en las empresas para mejorar todos sus procesos.

Actividades de aprendizaje:

- Investiga y realiza un resumen que le permita conocer y diferenciar los sistemas de calidad.
- Visita empresas para comprender el sistema de calidad que tiene implementado la organización y debatir en el grupo los elementos observados y concluir a que sistema de calidad pertenece cada una de ellas.
- En dinámica de grupo resuelve un caso de estudio a través de los círculos de calidad.
- Realiza una práctica en el laboratorio-taller donde se realicen mediciones y se aplique el modelo de Six Sigma para determinar la capacidad del proceso.
- Resuelve de forma individual el Quizz del tema.

Sistemas de Calidad

A raíz de las aportaciones de los maestros de la calidad se generaron avances notables en este rubro, de centrarse únicamente en el control de calidad del proceso de manufactura hasta involucrar a todos los departamentos de la organización; de pasar del uso de métodos estadísticos a el reconocimiento del papel fundamental del trabajador y la satisfacción de sus necesidades; de pasar de organizaciones verticales, con una gran cantidad de niveles jerárquicos a empresas con una administración participativa, todo esto da paso a los Sistemas de Calidad.

Los sistemas de calidad tratan sobre la evaluación de cómo y porqué se hacen las cosas. Hoy día tanto empresas pequeñas como grandes utilizan Sistema de Calidad ocupando estos sistemas un papel estratégico para mejorar la posición competitiva y el desempeño general de las empresas.

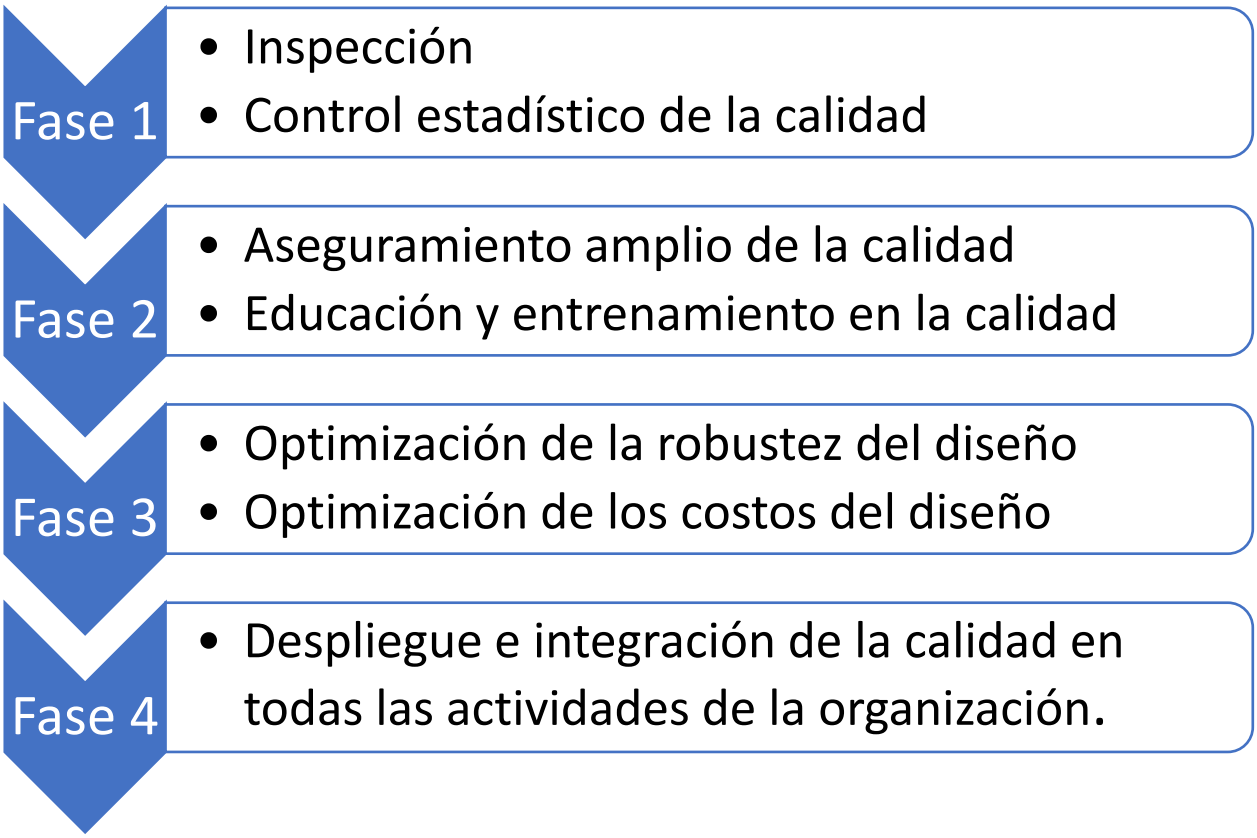
4.1 Gestión de la Calidad

En la actualidad el concepto de Gestión de la calidad tiene diferentes acepciones, la mayoría de ellas conceptualiza la Gestión de la calidad de forma parcial, el término lo describiremos como un Sistema que relación un conjunto de variables relevantes parala puesta en práctica de una serie de principios, prácticas y técnicas para la mejora de la calidad en una organización.

Es importante mencionar que los Sistemas de Gestión de la Calidad desde sus inicios has pasado por varias etapas, tal como se muestra en la Imagen 4.1.

Imagen 4.1

Evolución de los Sistemas de Gestión de la Calidad.



De tal forma que la gestión de la calidad se distingue por estar conformada por:

1. Los principios. Guían la acción de la organización.

2. Las prácticas. Actividades que incorporan para llevar a la práctica los principios.
3. Las técnicas que pretenden hacer efectivas las prácticas.

Por su parte Joseph Juran propone que un Sistema de Gestión de la Calidad se debe diseñar con los elementos descritos en la Trilogía que lleva su nombre que contempla los siguiente tres elementos:

1. Planeación de la Calidad. Consiste en la preparación para el cumplimiento de los objetivos, cuyo resultado final es el desarrollo de un proceso capaz de cumplir los requisitos de calidad bajo condiciones de operación rutinarias.
2. Control de la calidad. Pretende determinar, a partir del análisis del producto, problemas potenciales en su producción, el aseguramiento de la calidad tiene como fin vigilar determinadas variables de interés que permiten valorar al proceso como un todo y no sólo los indicadores relacionados con el producto
3. Mejoramiento de la calidad. Es el proceso de obtención de nuevos niveles de desempeño, visiblemente superiores a los logrados en el pasado

De acuerdo con (Platas & Cercantes, 2018), en el diseño de productos y servicios de calidad superior se consideran los requerimientos del consumidor y la calidad de los productos del consumidor, que satisfagan plenamente las necesidades de los clientes y superen sus expectativas. Para lograr estas metas, la administración estratégica de la calidad incluye conceptos o principios, prácticas y técnicas con una clara orientación al control total de la calidad en todas las funciones de la organización.

Entre las ventajas de contar con un Sistema de Gestión de la Calidad se tienen las siguientes:

- Mejorar el desempeño, coordinación y productividad
- Se enfoca en los objetivos y las expectativas de sus clientes
- Lograr y mantener la calidad de su producto para satisfacer las necesidades implícitas y explícitas de sus clientes
- Confianza en que la calidad que se busca se está logrando y manteniendo
- Evidencia a los clientes actuales y potenciales de las capacidades de la organización

- Apertura de nuevas oportunidades en el mercado, o mantener la participación en él
- Certificación / registro
- Oportunidad de competir en igualdad de condiciones con organizaciones más grandes (por ejemplo, habilidad para ofrecer cotizaciones o participar en licitaciones públicas)

4.2 Cero Defectos

La teoría de los cero defectos consiste en fabricar productos con cero defectos, es decir, que todos los productos fabricados cumplan con todos los requisitos de calidad exigidos y diseñados, evitando así desperdicios.

La idea de cero defectos fue introducida por Philip Crosby, un conocido estadounidense gurú de la calidad basada en la idea de "hacer las cosas bien a la primera", su objetivo es fabricar productos sin ningún tipo de defecto, que cumplan con todos los criterios de calidad establecidos y evitando cualquier tipo de desperdicio y error en su producción. Hoy en día el concepto de cero defectos es la filosofía principal de muchos sistemas de gestión y aseguramiento de la calidad total, junto con los conceptos de Six Sigma promueve la mejora continua en toda la organización, garantizado que el nivel de calidad y la eficiencia en la cadena de producción aumenten con el tiempo.

El programa de Cero Defectos fue desarrollado por Philip Crosby, quien lo implementó por primera vez en la compañía Martin en Orlando, Florida, en donde fungía como gerente de calidad.

Crosby en su libro La calidad no cuesta (Crosby, 1987) menciona que todo programa de cero defectos tiene 3 elementos. El primero de los elementos se refiere a los 4 fundamentos básicos:

1. Involucrar a la Dirección.
2. Administración profesional de la calidad.
3. Programas originales.
4. Reconocimiento.

Segundo componente: Los cinco principios de la Dirección de la Calidad

1. La Calidad significa cumplir con los requisitos del funcionamiento del producto.
2. No existen problemas de calidad en el producto.
3. No existen ahorros al sacrificar la calidad.
4. La calidad es la medida de desempeño, es el costo de la calidad.
5. El único estándar de desempeño es el cero defectos.

Y el tercer componente y último se refiere a los 14 pasos para mejorar la calidad que constituyen la base de su filosofía:

1. Compromiso de la Dirección.
2. Equipos de mejora de la calidad.
3. Medidas de calidad:
4. El costo de la calidad que es el costo de hacer las cosas mal y de no hacerlo bien a la primera.
5. Tener consciencia de la calidad.
6. Acción correctiva.
7. Planificación cero defectos.
8. Capacitación del supervisor.
9. Día cero defectos.
10. Establecer las metas.
11. Eliminación de las causas del error.
12. Reconocimiento.
13. Consejos de Calidad.
14. Empezar de nuevo.

El costo de la calidad al que hace referencia Crosby son los gastos asociados con la falta de calidad, tales como retrabajos, devoluciones de productos defectuosos, exigencia de

garantías, inspecciones adicionales, entre otros. En el enfoque de cero defectos se busca eliminar los defectos desde la fuente, evitando que se propague en el proceso de producción y lleguen al consumidor. Es imprescindible que los trabajadores estén involucrados por lo que es necesario contar con un sistema de comunicación efectiva, así como programas de capacitación y reconocimiento de logros, es necesario establecer un ambiente de trabajo colaborativo enfocado al compromiso con la calidad.

4.3 Calidad Total

El concepto de Control de Calidad Total fue diseñado por el Dr. Armand Feigenbaum, posteriormente acuñado como Total Quality Management (TQM) por sus siglas en ingles. (The Feigenbaum Foundation, 2019), consiste en plan de mejora de la calidad en toda la empresa, que tendrá éxito solo si todos se involucran en el desarrollo de una estructura de trabajo acordada por los directivos y los empleados, el objetivo es asegurar la satisfacción de la calidad del cliente y los costos económicos de la calidad.

Usualmente el departamento de control de calidad de la empresa se enfocaba en la producción, sin embargo, Feigenbaum mostro que el cliente podría tener un problema no solo con el producto sino también con el call center, con el envío y la entrega del producto, etc. TQM es un sistema de mejora basado en el consumidor y sus necesidades por lo que todos los trabajadores deberán participar y capacitarse.

Feigenbaum identificó 10 condiciones de producto y servicio que se deben tomar en cuenta para satisfacer los requisitos del cliente. El objetivo de estos requisitos es que la calidad establezca el equilibrio adecuado entre el costo del producto o servicio, y el "valor del cliente" (incluida la seguridad).

Las 10 consideraciones sobre productos y servicios de Feigenbaum

1. Especificación de dimensiones y características de funcionamiento.
2. Objetivos de vida y confiabilidad.
3. Requerimientos de seguridad.
4. Estándares relevantes.
5. Costos de ingeniería, fabricación y calidad.

6. Condiciones de producción bajo las cuales se fabrica el producto.
7. Objetivos de instalación, mantenimiento y servicio en campo.
8. Utilización de energía y factores de conservación de materiales.
9. Consideraciones ambientales y otros efectos secundarios.
10. El costo de operación y uso del cliente y servicio del producto.

Hoy la calidad implica un compromiso total de la empresa con la calidad. El enfoque TQM establece que cada empleado del negocio es responsable de la calidad.

TQM no es una solución temporal ni se utiliza para la resolución de problemas a corto plazo, constituye un estilo de gestión a largo plazo que se dedica a la mejora del proceso para satisfacer las necesidades de los clientes. Dado que sus necesidades cambian continuamente, TQM también debe ser susceptible de cambio.

La filosofía TQM que influye en la cultura corporativa:

- ✓ Liderazgo.
- ✓ Información y análisis.
- ✓ Planeación estratégica de calidad.
- ✓ Desarrollo y gestión de recursos humanos.
- ✓ Gestión de la calidad de los procesos.
- ✓ Calidad y resultados operativos.
- ✓ Atención al cliente y satisfacción.

4.4 Círculos de Calidad.

Un círculo de control de calidad según Thompson (Thompson, 1984), está integrado por un pequeño número de empleados de la misma área de trabajo y su supervisor, que se reúnen voluntaria y regularmente para estudiar técnicas de mejoramiento de control de calidad y de productividad, con el fin de aplicarlas en la identificación y solución de dificultades

relacionadas con problemas vinculados a sus trabajos. Los círculos de calidad tienen sus orígenes en Japón en 1962.

La popularidad de los círculos de calidad se debe a que favorecen que los propios trabajadores compartan con la administración la responsabilidad de definir y resolver problemas de coordinación, productividad y por supuesto de calidad. Adicionalmente, propician la integración y el involucramiento del personal de la empresa con el objetivo de mejorar, ya sea productos o procesos

La misión de un círculo de calidad puede resumirse en:

- ✓ Contribuir a mejorar y desarrollar a la empresa.
- ✓ Respetar el lado humano de los individuos y edificar un ambiente agradable de trabajo y de realización personal.
- ✓ Propiciar la aplicación del talento de los trabajadores para el mejoramiento continuo de las áreas de la organización.

Características de los círculos de calidad:

1. Los círculos de calidad son grupos pequeños. En ellos pueden participar desde cuatro hasta quince miembros. Ocho es el número ideal. Se reúnen a intervalos fijos (generalmente una vez a la semana) con un dirigente, para identificar y solucionar problemas relacionados con sus labores cotidianas.
2. Todos sus miembros deben laborar en un mismo taller o área de trabajo. Esto le da identidad al círculo y sentido de pertenencia a sus integrantes.
3. Los integrantes deben trabajar bajo el mismo jefe o supervisor, quien a su vez es también integrante del círculo.
4. Por lo regular, el jefe o supervisor es también jefe del círculo. Éste no ordena ni toma decisiones, son los integrantes en conjunto quienes deciden.
5. La participación es voluntaria, tanto para el líder como para los miembros. De ahí que la existencia de los círculos depende de la decisión de cada integrante.
6. Los círculos se reúnen una vez a la semana durante las horas hábiles y reciben remuneración adicional por este trabajo.

7. Lo ideal es que las reuniones se celebren en lugares especiales alejados del área de trabajo.
8. Los miembros del círculo deben recibir capacitación especial para participar adecuadamente, tanto previa a la creación del círculo, como continua durante su operación.
9. Los miembros del grupo y no la gerencia son quienes eligen el problema y los proyectos sobre los cuales habrá de trabajarse.
10. En forma ideal el proceso de selección no se lleva a cabo por votación democrática (por mayoría de votos), sino por consenso; en esta forma todos los participantes convienen en los problemas que es necesario resolver.

- ✓ Los Círculos deben recibir asistencia o asesoría para analizar un problema y decidir al respecto.
- ✓ La Dirección General y los expertos técnicos deben comprometerse a brindar su ayuda a los círculos de calidad.
- ✓ Dirección serán previamente presentadas a los gerentes y los expertos técnicos quienes normalmente tienen la autoridad para tomar una decisión acerca de la viabilidad de la propuesta.
- ✓ La empresa debe efectuar evaluaciones periódicas para comprobar si se proporciona lo necesario para la operación de los círculos de calidad, así como para la ejecución de las propuestas que de éstos se deriven.
- ✓ Los círculos de calidad no son para sostenerlos durante un tiempo y luego abandonarlos, sino que hay que mantenerlos permanentemente en operación, procurando siempre su mejoramiento.

Operación de los Círculos de Calidad

El proceso de solución de problemas se convierte en una secuencia integrada de acciones y empleo de técnicas. Para solucionar dichos problemas hay que pasar por las siguientes etapas, según lo describen (Velázquez, Baustista, Alvarado, Polanco, & Valdez, 2008) en el Manual para la Implementación de Círculos de Calidad

1. Identificar una lista de posibles problemas a tratar. Se suele emplear la técnica de lluvia de ideas, técnica de los 5W+1H, (que, quien, cuando, donde y porque + cómo) para

obtener un listado lo suficientemente amplio que permita dar una visión ajustada del estado actual del área de trabajo.

2. Seleccionar un problema a resolver. De la lista previamente elaborada el círculo elige un problema que tratará de solucionar; se puede comenzar ponderando los problemas de acuerdo con su importancia llegando a un consenso sobre los problemas más importantes.
3. Clarificar el problema. Se trata de que todos los miembros comprendan por igual la situación actual del problema y el significado e implicaciones del problema seleccionado. Con tal fin puede ser útil responder a cuál es el problema, dónde y cuándo se produce. Se recomienda utilizar un diagrama de Pareto y nuevamente la técnica de los 5W+1H.
4. Identificar y evaluar causas. Hay que atacar al origen de éste; dirigido a eliminar las causas que lo producen. Para evaluar la probabilidad de que una de éstas sea la responsable del problema, suele utilizarse un diagrama causa-efecto, el círculo debe llegar a un consenso sobre cuál es la causa más probable del problema.
5. Identificar y evaluar soluciones. El círculo elaborará un listado de soluciones potenciales que, posteriormente, serán evaluadas por el grupo, en función de determinados criterios (tiempo para obtener resultados, tiempo de la implementación, recursos necesarios para la implementación, etc.)
6. Decidir una solución. Con todos los datos disponibles, el círculo inicia una discusión para llegar a un consenso sobre qué solución parece en principio mejor que las demás.
7. Desarrollar un plan de implantación de la solución. Este plan debe explicar cómo será ejecutada la solución elegida.
8. Presentar el plan a la Gerencia. Es recomendable incluir un cálculo aproximado de los beneficios que se esperan conseguir con el plan propuesto.
9. Implantar el plan. Si la Gerencia aprueba el plan presentado, los miembros del círculo se responsabilizarán de su implantación en su área de trabajo.
10. Evaluar los resultados de la solución propuesta. Desde su implantación el círculo recoge y analiza información sobre los resultados que el plan de implantación de la solución depara. No se trata de averiguar si a corto plazo la solución funciona, sino que es conveniente realizar un seguimiento a largo plazo de sus efectos.
11. Optimizar los resultados de la solución. No se trata de únicamente de solucionar problemas, sino de prever su ocurrencia en zonas que aún no los han sufrido.

12. Vuelta a identificar una lista de problemas. Con la solución de un problema previo se da paso a un nuevo ciclo de actividades encaminadas hacia el mismo fin.

Es de suma importancia que los logros de los círculos de calidad se publiquen en los boletines de la empresa o en los tableros, de tal manera que los participantes reciban reconocimiento por sus esfuerzos, tanto de la gerencia como de sus compañeros de trabajo, y a la vez que se conozcan los avances e impacto de las propuestas desarrolladas.

Entre los beneficios que obtienen las organizaciones con la implementación de círculos de calidad se encuentran los siguientes:

- Contribuir a la mejora de la calidad en la organización
- Solución de problemas detectados
- Concientización, sensibilización, integración y comunicación de los colaboradores, mejorando el clima laboral.
- Formación continua a través del intercambio de conocimiento, motivación y creación de conciencia y orgullo por el trabajo bien hecho.
- Fomentar un ambiente de colaboración y de apoyo recíproco en favor del mejoramiento de los procesos operativos y de gestión.
- Mejorar la comunicación entre los trabajadores y los directivos o gerentes.
- Pueden ser muy efectivos para resolver problemas concretos.
- Fomentan el trabajo en equipo y la motivación.

4.5 Modelo Six Sigma.

Six sigma (6σ) es una estrategia de mejora continua del negocio, que tiene diferentes significados para diferentes grupos dentro de una organización. De acuerdo con (Gutierrez & De la Vara, Control Estadístico de la Calidad y Seis Sigma, 2013), a nivel empresa es una iniciativa estratégica que busca alcanzar una mejora significativa en el crecimiento del negocio, su capacidad y en la satisfacción de los clientes. En el nivel operacional, six sigma tiene una naturaleza táctica que se enfoca a mejorar métricas de eficiencia operacional, como tiempo de entrega, costos de no calidad y defectos por unidad. Mientras que a nivel proceso Six Sigma es utilizada para reducir la variabilidad y con ello es posible encontrar y eliminar las causas de los errores, defectos y retrasos en los procesos del negocio, asi como disminuir

los costos directos. En su nivel más elemental la meta de 6σ que le da el nombre, es lograr procesos con una calidad Six Sigma, es decir, que como máximo generen 3.4 defectos por millón de oportunidades de error. Esta meta se pretende alcanzar mediante un programa vigoroso de mejora, diseñado e impulsado por la alta dirección de una organización, en el que se desarrollan proyectos 6σ a lo largo y ancho de la organización con el objetivo de lograr mejoras, así como eliminar defectos y retrasos de productos, procesos y transacciones.

En 1987 6σ fue introducida por primera vez en Motorola por un equipo de directivos encabezados por Bob Galvin, presidente de la compañía con el propósito de reducir los defectos de productos electrónicos.

Los resultados logrados por Motorola, Allied Signal y GE gracias a 6σ, fueron los siguientes:

- ✓ Motorola logro aproximadamente 1 000 millones de dólares en ahorros durante 3 años, y el premio a la calidad Malcolm Baldrige en 1988.
- ✓ Allied Signal ahorro más de 2 000 millones de dólares entre 1994 y 1999.
- ✓ GE alcanzó más de 2 570 millones de dólares en ahorros en 3 años (1997-1999).

Se puede decir que, en el siglo XXI, en este tipo de empresas, la estrategia, se ha institucionalizado como parte de las buenas prácticas organizacionales. Hoy día el entorno competitivo actual no deja lugar para el error de tal forma que 6σ, se ha convertido en una filosofía empresarial necesaria.

En los países latinoamericanos hay una gran brecha por recorrer en cuanto a lograr difundir y aplicar adecuadamente 6σ en organizaciones de todo tipo, para aspirar que la gestión se haga con base en los principios de 6σ. Las etapas de un proyecto 6σ son las siguientes:

1. Definir el proyecto (D). Esta etapa se enfoca y delimita el proyecto, precisando por qué se hace, los beneficios esperados y las métricas con las que se medirá su éxito.
2. Medir la situación actual (M). En esta etapa se entiende y cuantifica mejora la magnitud del problema. Además, se debe mostrar evidencias de que se tiene un sistema de medición adecuado.
3. Analizar la causa raíz (A). Etapa en donde se identifican y confirman las causas, además se entiende cómo generan el problema.

4. Mejorar (M). Cuarta etapa en donde se proponen, implementan y evalúan soluciones que atiendan las causas raíz del problema.
5. Controlar para mantener la mejora (C). Esta es la última etapa en donde se diseña un sistema que mantenga las mejoras logradas (controlar las variables críticas de calidad) y se cierra el proyecto.

Este proceso es mejor conocido por sus siglas en inglés: DMAIC (define, measure, analyze, improve and control).

Para elaborar proyectos 6σ se requiere que los participantes tengan conocimientos avanzados de estadística para analizar información y para diseñar y analizar experimentos. Algunas de las herramientas usadas en 6σ son:

1. Diseño y análisis de experimentos
    - Experimentos factoriales
    - Experimentos fraccionarios
    - EVOP (evolutionary operations)
    - Análisis de superficie de respuesta
2. Análisis de Variancia (ANOVA)
3. Regresión múltiple
4. Pruebas de hipótesis
5. Análisis de correlación
6. Control estadístico del proceso
7. Estudio de capacidad del proceso

El análisis de capacidad del proceso es un elemento fundamental en los proyectos 6σ ya que permite evaluar las mejoras que se obtengan de manera cuantitativa, motivo por el cuál a continuación se describe como determinar la capacidad de un proceso y como utilizarlo para cuantificar mejoras.

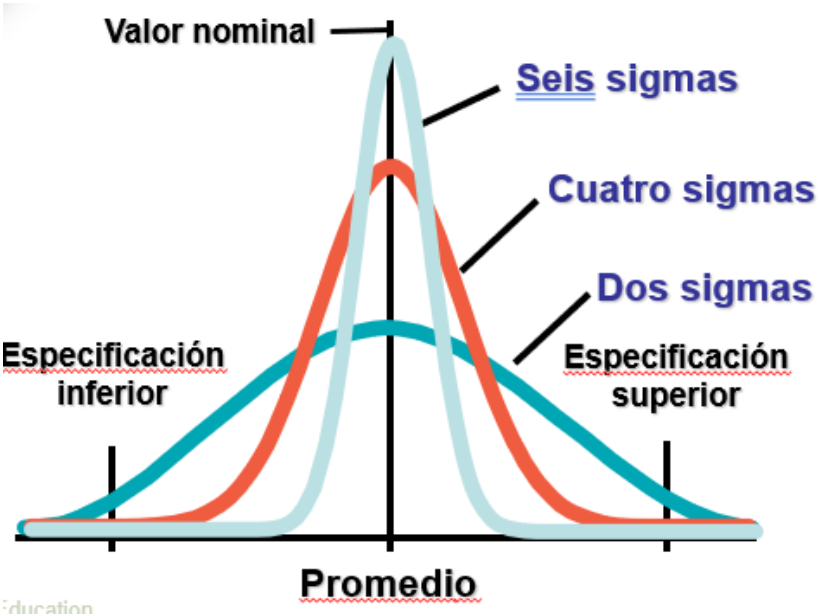
La capacidad del proceso (Cp) es un índice que compara la variación real de un proceso con la variación tolerada dada por los límites de especificación:

$$C_p = \frac{Variación\ tolerada}{Variación\ real\ del\ proceso}$$

La Figura 4.1 muestra 3 tipos de procesos: 2σ, 4σ y 6σ (sigmas hacia la derecha o a la izquierda del promedio).

Figura 4.1

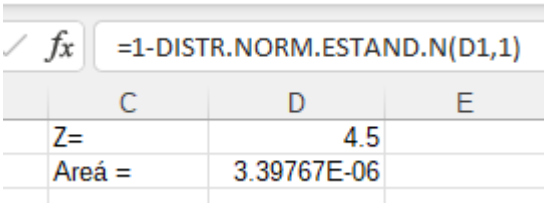
Representación de Procesos con Diferentes Valores de σ



Fuente: Adaptado de (Krajewski, Ritzman, & Malhotra, 2007)

En la figura se puede observar que un proceso 6σ es mucho más robusto que un proceso 2σ ya que un proceso 6σ puede desviarse del promedio sin que haya productos defectuosos. Por ejemplo, si un proceso 6σ se desvía 1.5σ a la derecha o a la izquierda del promedio, la cantidad de defectuosos que se tendrían serían 3.4 partes por millón:

Si la desviación es hacia la derecha del promedio, Z = 4.5 y el área a la derecha del límite superior de especificación (número de defectuosos) es 0.0000034 o 3.4 partes por millón.



El índice de capacidad potencial del proceso se calcula como sigue:

$$C_p = \frac{LSE - LIE}{6\sigma}$$

Donde:

LSE es el límite superior de especificación, LIE es el límite inferior de la especificación y σ es la desviación estándar.

Nótese que C_p no toma en cuenta el centrado del proceso por lo que, si el proceso no está centrado, C_p podría llevar a una inferencia errónea respecto a que tan capaz es el proceso. Para tomar en cuenta el centrado del proceso se utiliza el índice de capacidad real del proceso C_{pk} que se calcula como sigue:

$$C_{pk} = min\left\{\frac{\bar{x} - LIE}{3\sigma}, \frac{LSE - \bar{x}}{3\sigma}\right\}$$

Un valor de $Cp < 1$ indica que el proceso no es capaz, Un valor de $1 \leq Cp < 1.33$ es parcialmente potencialmente capaz, un $1.33 \leq C_p < 2$ indica que el proceso es capaz y un $C_p \geq 2$ indica que el proceso tiene calidad 6σ (clase mundial).

Ejemplo

Una empresa fabricante de pasta ha recibido quejas sobre el peso de las bolsas de espagueti de medio kilo. El peso de una bolsa de espagueti debe ser 500 ± 15 gramos. Las quejas recibidas dicen que las bolsas pesan menos de 500 gramos por lo que el gerente de calidad ha decidido revisar el caso realizando un estudio de capacidad del proceso de este producto. Se realizó un muestreo durante 20 semanas tomado 5 muestras aleatorias cada semana cuyos resultados de muestran en la Tabla 4.1

Tabla 4.1

Peso de las Bolsas de Espagueti (gramos)

Semana	Obs 1	Obs 2	Obs 3	Obs 4	Obs 5	Xprom	Rango
1	503.31	504.29	492.18	487.72	500.58	497.62	16.56
2	506.40	499.71	505.42	492.35	500.08	500.79	14.05
3	493.62	489.75	488.11	506.44	494.55	494.49	18.33
4	501.45	493.56	490.73	505.14	501.09	498.40	14.41
5	500.85	491.53	498.02	493.86	489.72	494.80	11.13
6	487.94	494.81	498.39	503.73	492.02	495.38	15.78
7	505.11	501.27	499.75	495.51	491.20	498.57	13.91
8	502.60	492.01	503.76	492.00	504.09	498.89	12.09
9	506.87	491.25	501.12	489.22	502.65	498.22	17.65
10	495.71	496.83	488.25	495.91	490.97	493.53	8.57
11	493.74	492.95	493.29	492.61	489.31	492.38	4.43
12	497.32	501.04	502.42	497.74	495.83	498.87	6.58
13	500.45	503.95	495.75	506.99	496.99	500.83	11.24
14	499.86	503.96	505.41	500.80	493.99	500.80	11.42
15	502.84	496.74	504.30	487.98	491.39	496.65	16.32
16	491.53	503.90	495.46	506.94	497.90	499.15	15.41
17	506.95	504.20	487.99	502.02	494.01	499.03	18.96
18	499.11	494.78	498.21	494.13	499.50	497.15	5.37
19	491.85	504.52	495.61	487.90	501.31	496.24	16.63
20	496.88	489.59	494.40	502.44	488.28	494.32	14.16
				Gran promedio=		497.31	
					Rango promedio=		13.15
					Desv. Est. Población=		5.2804031
					Desv. Est. Corto plazo=		5.6532827

Para calcular los índices de capacidad se debe calcular la desviación estándar la cual se calculará de dos maneras: desviación estándar de corto plazo (σ_c) y desviación estándar a largo plazo (σ_l). La desviación estándar a corto no considera la variación entre grupos (muestras) y se calcula a partir del rango promedio. La desviación estándar de largo plazo se calcula con tomando en cuenta todos los datos.

$$\sigma_c = \frac{\bar{R}}{d_2} = \frac{13.15}{2.326} = 5.65$$

$\sigma_l = 5.28$

La capacidad del proceso a corto plazo es:

$C_p = \frac{(515-485)}{6(5.65)} = 0.88$ por lo que se concluye que el proceso no es potencialmente capaz.

$C_{pk} = min\left\{\frac{497.31-485}{3(5.65)}, \frac{515-497.31}{3(5.65)}\right\} = 0.76$ por lo que el proceso no es capaz.

La capacidad del proceso a largo se calcula con las mismas fórmulas que la capacidad a corto plazo solo que se usa la desviación estándar a largo plazo.

La capacidad del proceso a largo plazo se calcula como sigue:

$P_p = \frac{(515-485)}{6(5.28)} = 0.947$ por lo que se concluye que el proceso no es potencialmente capaz a largo plazo.

$P_{pk} = min\left\{\frac{497.31-485}{3(5.28)}, \frac{515-497.31}{3(5.28)}\right\} = 0.776$ por lo que el proceso no es capaz a largo plazo.

Actividades sugeridas

Tema 4. Actividad 1. Debate. Sistemas de Calidad

1. Realizar de forma individual una investigación sobre los siguientes sistemas de calidad: calidad total, cero defectos, círculos de calidad y seis sigmas, identifica las características, ventajas y limitaciones de cada uno de ellos.
2. Con la guía del profesor debatir en el grupo sobre las características de los diferentes sistemas de calidad.
3. Elaborar un resumen de las conclusiones del debate.

Tema 4. Actividad 2. Reporte de visita de estudios

Trabajo individual.

1. Realizar el reporte de la visita virtual realizada.
2. El reporte deberá contener los siguientes apartados:
   a) Resumen de las actividades que se explicaron en la visita
   b) Relevancia de la calidad en la empresa. (Planeación, Control y Mejora)
   c) Aportación de la visita a la materia o a la carrera.
   d) El reporte deberá ser realizado a mano y entregado en la clase siguiente a la visita.

Tema 4. Actividad 3. Caso de estudio. Círculos de calidad.

Resolver el siguiente caso de forma individual y discutir los resultados con el resto del grupo.

Caso de estudio. Procter & Gamble. Caso modificado (Calderón, 2018).

Cervecería Cuauhtémoc. Pionera en la utilización de círculos de calidad.

Cervecería Cuauhtémoc nace en 1890 en Monterrey, Nuevo León es el grupo cervecero más innovador y con mayor tradición en México. Opera 7 plantas en el territorio nacional, con más de 19,000 colaboradores.

Con 21 marcas y más de 35 productos, cuenta con el portafolio más amplio del mercado. Como parte de HEINEKEN (2010), conforma uno de los grupos más importantes de la industria en términos de volumen y rentabilidad a nivel global. HEINEKEN es el grupo cervecero más grande de Europa y el de mayor presencia internacional. Tiene una larga historia como un grupo cervecero global independiente con operaciones en 70 países y un portafolio de más de 250 marcas (Heineken México, 2023).

Cervecería Cuauhtémoc tiene una forma muy avanzada de regular la calidad, llegando a una efectividad de más del 99%, entendiendo que no se pierden lotes de cerveza por problemas de calidad casi nunca. Lo que les valió que en el 2013 fuera declarada Planta del Año (Industria Alimenticia, 2013).

El proceso de control de calidad comienza a través del apoyo de la misma empresa a los agricultores que proporcionan las materias primas para la elaboración de la cerveza. La empresa ayuda a estos productores en el desarrollo vigilando en todo momento la calidad de los productos, de esta manera se asegura tanto un precio justo para ambas partes como la seguridad de que independientemente de los caprichos climatológicos de la naturaleza, exista siempre una materia prima que permita mantener la calidad y consistencia a lo largo de toda la gama de marcas de la empresa. Durante todas las fases de elaboración existen controles de calidad donde vigila no sólo la calidad química de los compuestos, sino también los rasgos de cada tipo de compuesto para poder tener un producto uniforme y consistente. Cada fase de la elaboración; maceración de la malta, filtración previa, cocción del mosto, obtención de la cerveza y el añadido de la levadura, contiene puestos de control con sofisticados métodos

de medidas de compuestos químicos, cantidades, densidades y demás controles sobre posibles riesgos.

Como parte de la red de fabricación de Cuauhtémoc Moctezuma, planta Monterrey se considera una de las principales con una capacidad en el año 2013 de 9 millones de hectolitros anuales, actualmente la capacidad se ha incrementado en un 15%, en ella se producen 12 de las marcas, exceptuando solamente Heineken, y el único proceso que no se hace en ella es el de la malta. Para esto, Cuauhtémoc tiene su propia planta en las afueras de Puebla.

Desde hace poco más de 40 años la cervecera a utilizado los círculos de calidad no solo para resolver problemas sino también para disminuir los riesgos del deterioro de la calidad. En el último bimestre en se han detectado diferentes áreas de oportunidad.

Entre las que destacan:

- ✓ Reprocesos en el área de cocción.
- ✓ Aumento en los tiempos en los ciclos de producción
- ✓ Incremento en el consumo de agua
- ✓ Incumplimiento en los tiempos de entrega
- ✓ Lotes rechazados por incumplimiento en los estándares de calidad
- ✓ Retraso de los proveedores en el surtido de materias primas

El ingeniero de calidad reporta adicionalmente los problemas detectados en el área de cocción. A continuación, se describe de forma general el proceso de cocción:

Una vez que se tiene el mosto, un líquido dulce, de color caramelo (aunque dependerá del grado de tostado del grano y del tiempo de aspersión) se procederá con la cocción, donde la mezcla hierva a 100 °C, una vez que comienza a hervir se realiza la adición de lúpulo pertinente a los 15, 75 y 90 minutos de cocción. Asimismo, hay que destacar que en la segunda adición también se añadió el Irish Moss. La función del lúpulo en la cerveza es dar aroma y sabor amargo característicos de la cerveza.

Para monitorear el proceso de cocción se realizaron pruebas durante una semana a cada uno de los lotes de producción, los resultados se presentan en la tabla 4.2.

Tabla 4.2.

Defectos en el Proceso de Cocción.

Defecto	Frecuencia
Ausencia de aroma característico	25
Turbidez	16
Coagulación de los taninos extraídos	11
Actividad enzimática remanente	9
Concentración de azucares <10%	4
Ausencia de sabor amargo	40
Color claro	6
Otros	4

Reporte del estudiante:

Contesta lo que se te solicita.

1. Con base en la información del caso, realiza una propuesta de solución aplicando la metodología de círculos de calidad.
2. Explica con detalle las herramientas estadísticas que utilizaste para dar sustento al análisis del problema.
3. Explica con detalle las herramientas estadísticas que utilizaste para dar sustento a la propuesta de solución presentada.
4. ¿Cuáles fueron los problemas principales que se presentaron en el círculo de calidad? ¿Cómo se resolvieron?
5. ¿Consideras que los círculos de calidad se pueden aplicar a todo tipo de problemas que se lleguen a presentar en la empresa? ¿Por qué? Justifica tu respuesta.
6. ¿El tratar los problemas con la metodología del círculo de calidad sería beneficioso para poder resolver un problema o situación en una organización?
7. ¿Es conveniente aplicar los círculos de calidad, antes que cualquier otro método? Sí, no, ¿Por qué?
8. Con base en la discusión grupal elabora una conclusión de lo aprendido en el caso.

Tema 4. Actividad 4. Quiz. Sistemas de calidad

Resolver de forma individual el Quizizz “Sistemas de calidad”, con acceso a través de la siguiente liga:

https://quizizz.com/join/quiz/659891d6dab3c43323f47336/start?studentShare=true

Se recomienda que se realiza el Quizizz en el salón de clase, utilizar la opción: Sesión con instructor- Empezar un examen-Ritmo del profesor. No compartir la liga con los estudiantes, porque tendrían acceso a las respuestas. Se anexa Quiz.

Tema 4. Actividad 5. Práctica. Seis Sigma.

En equipo de trabajo diseña una práctica aplicando el modelo seis sigma.

Tomar en cuenta que en la realización de la práctica se deberán realizar mediciones y deberá aplicarse el modelo seis sigma para determinar la capacidad del proceso.

El diseño de la práctica deberá contemplar los siguientes apartados:

a) Titulo
b) Objetivo
c) Material y/o equipo requerido.
d) Procedimiento
e) Conclusiones sobre los resultados obtenidos
f) Comentarios generales.

QUIZIZZ Hojas de trabajo

Nombre

Clase

Fecha

Sistemas de Calidad

Total de preguntas: 10

Tiempo de la hoja de trabajo: 6minutos

Nombre del instructor: Ms. Norma Otilia Calderon Rios

1. ¿Cuál de los siguientes es una de los elementos es uno de los 5 pasos de Seis Sigma?

   a) Evaluar
   b) Retroalimentar
   c) Implementar
   d) Analizar

2. El Cp de un proceso es 1.25. Si se quiere tener un Cp = 2, ¿cuanto debe disminuir σ?

   a) 30%
   b) 37.5%
   c) 50%
   d) 20%

3. Las especificaciones del proceso son ± 5. ¿Que valor debe tener la desviación estándar del proceso para tener un Cp = 1.2?

   a) 1.39
   b) 1.15
   c) 2
   d) 1.25

4. ¿Cuáles de las siguientes afirmaciones respecto a capacidad del proceso son correctas?

   a) Cuando la media del proceso está centrada en el valor meta, $C_{pk} < C_p$
   b) C_{pk} no puede ser mayor que C_p
   c) Un proceso es capaz cuando $C_{pk} > 1.33$
   d) C_{pk} no puede ser igual a C_p

5. ¿Cuál de los siguientes gurús de calidad es el creador del método de tres etapas: planear, controlar y mejorar la calidad?

   a) W. Edwards Deming
   b) Philip Crosby
   c) Joseph Juran
   d) Armand Feigenbaum

6. ¿A cuál de los siguientes gurús de calidad se debe el concepto "la calidad no cuesta"?

a) Philip Crosby
b) Joseph Juran
c) Armand Feigenbaum
d) W. Edwards Deming

7. ¿Cuál de los siguientes gurús de calidad acuñó el término "Administración Total de la Calidad (TQM)"?

a) Armand Feigenbaum
b) W. Edwards Deming
c) Philip Crosby
d) Joseph Juran

8. ¿Cuáles de las siguientes herramientas pueden ser usadas en la etapa "lluvia de ideas" de los círculos de calidad"?

a) 5W
b) Análisis de variancia
c) Diagrama de Ishikawa
d) Gráficas de control

9. ¿Cuál de las siguientes herramientas se puede usar para evaluar si una solución fue efectiva?

a) Círculos de calidad
b) 5W + 1H
c) Diagrama de Ishikawa
d) Gráficas de control

10. _____ es el ciclo de mejora utilizado en proyectos 6σ

a) 5W
b) DMAIC
c) Planear, controlar, mejorar
d) PHVA

Tema 5. Normatividad de la Calidad

Competencia específica: Conoce y maneja las normas de calidad vigentes, así como los criterios utilizados para la obtención de distintivos y certificación de productos y/o servicios por parte de la organización.

Actividades de aprendizaje:

- Conoce las normas ISO que están inmersas en el Sistema de Calidad de una organización, su terminología y requisitos de cumplimiento y en equipo participa en un Maratón de conocimientos
- Analiza las diferentes clases de normas oficiales mexicanas existentes y la norma FDA, elabora un cuadro comparativo.
- Investiga los requisitos para acceder a los premios de calidad que son otorgados en México y en otros países. Elabora una presentación.
- Analiza caso de estudio.
- Resuelve de forma individual el Quizz del tema.

Normatividad de la Calidad

El concepto de normas de calidad se refiere a un conjunto de estándares cuyo objetivo es establecer los requisitos mínimos necesarios para garantizar la calidad en las organizaciones. En la actualidad encontramos diversos tipos de normas tanto a nivel nacional como internacional, de acuerdo con su aplicabilidad, de tal forma que las empresas para comercializar su productos o servicios deberán cumplir con el estándar que aplique. Las Normas Internacionales dan estado de las especificaciones de arte para los productos, servicios y buenas prácticas, contribuyendo a hacer que la industria sea más eficiente y eficaz. Desarrollado a través de un consenso global, que ayudan a eliminar las barreras al comercio internacional.

5.1 Normas ISO:9001

Después de la segunda guerra mundial se hizo patenta la necesidad de estandarizar y simplificar los procesos y productos a nivel global para facilitar la coordinación entre diferentes industrias. Durante este tiempo los países tenían sus propios estándares y normatividades, lo cual dificultaba el comercio, diferentes países tenían sus propios

estándares y normativas, lo cual dificultaba el comercio y la cooperación internacional. Con la creación de ISO, se buscaba establecer un conjunto común de estándares comprensibles y aceptados mundialmente. Desde sus comienzos una Norma ISO es un documento que contiene especificaciones técnicas basadas en los resultados de la experiencia y desarrollo tecnológico. Estas normas garantizan que se cumplan unos niveles de calidad y seguridad que cumplen los requisitos del cliente y que permiten a las organizaciones posicionarse mejor en el mercado. La aplicabilidad de estas normas tiene el carácter voluntario por parte de las organizaciones.

Conocida como la madre de las normas ISO, ISO 9001 apoya a las organizaciones a demostrar a los clientes que puede ofrecer productos y servidos con calidad constante, también es una herramienta para mejorar los proceso y hacerlos más eficientes.

Para hablar de la Norma ISO 9001 es importante conocer el origen y evolución de la International Organization for Standardization. (ISO, 2022) .

En 1946 se reúnen en Paris, Francia 65 delegados pertenecientes a 25 países para discutir el futuro de la Estandarización Internacional.

En 1947, inicio oficialmente con 6 comités técnicos (grupo de expertos enfocados en áreas específicas).

En 1949 instala sus oficinas en una casa privada en Ginebra, Suiza.

A principios de los 50´s la Secretaría Central contaba con un staff de 5 miembros.

En 1951 se da a conocer el primer estándar (llamado “Recomendaciones”), ISO/R 1:1951, Temperatura de referencia estándar para mediciones de longitud industrial, este estándar se ha actualizado en varias ocasiones conocido ahora como ISO 1:2016, Especificaciones geométricas de productos (GPS): temperatura de referencia estándar para especificaciones geométricas de productos.

Desde su creación ISO publica información mensual sobre sus comités técnicos, las normas publicadas y los cambios administrativos de la organización y sus miembros.

En 1955, los miembros de ISO se reúnen en Estocolmo para la 3° Asamblea General, ISO tiene 35 miembros y 68 normas (aun llamadas Recomendaciones).

En 1960, ISO publica la norma ISO 31, sobre cantidades y unidades (reemplazada por la ISO 80000). ISO 31 se basa en el Sistemas Internacional de unidades (SI). El SI establece una unidad para cada cantidad, su objetivo es alcanzar la uniformidad mundial en unidades de medida. ISO 80000 establece estas unidades y como utilizarlas.

En la década de los 60´s, ISO trabaja para incluir a más países en el desarrollo de sus estándares, logrando atraer a varios países en desarrollo. En 1968, ISO publica su primera norma sobre contenedores de carga.

En 1971, ISO crea sus dos primeros comités técnicos en el campo ambiental: Calidad del aire y Calidad del agua, a estos comités hoy día se han unido grupos de expertos ambientales que se enfocan en temas como la calidad del suelo, gestión ambiental y la energía renovable.

En 1987, ISO publica su primera norma de gestión de la calidad. Las normas de la familia ISO 9000 se han convertido las normas más conocidas y vendidas en el mundo.

A continuación, se muestran en las Tablas 5.1, 5.2, 5.3 y 5.4 las principales Normas de la familia ISO.

Tabla 5.1

Normas de Gestión de la Calidad

Norma de Gestión de la Calidad	Sectores
ISO 9001	Todos
ISO TS 16 949 - IAFT 16 949	Automoción
ISO 15 504	Software
ISO 17 025	Laboratorios de ensayo y calibración
ISO 20 000	Servicios de Tecnología

Tabla 5.2

Normas de Medio Ambiente y Sostenibilidad

Sistemas de Gestión Medioambiental y sostenibilidad	Sectores
ISO 14 001	Medio Ambiente
ISO 50 001	Gestión de la Energía

Tabla 5.3

Normas de Seguridad

Norma de Gestión de la Seguridad	Sectores
ISO 18 001 OHSAS - ISO 45 001	Seguridad y Salud en el Trabajo
ISO 27 001	Seguridad de la Información
ISO 22 000	Seguridad en el sector de la Alimentación. Gestión de la inocuidad de los alimentos

Tabla 5.4

Normas de Innovación y Nuevas Tecnologías

Norma de Gestión de la Innovación	Sectores
Norma 166 001	Gestión de la innovación para la excelencia empresarial. Enfocada a proyectos *I+D+i*
Norma 166 002	Gestión de la innovación en las organizaciones
Norma ISO 20 000	Gestión de la calidad de los servicios TI

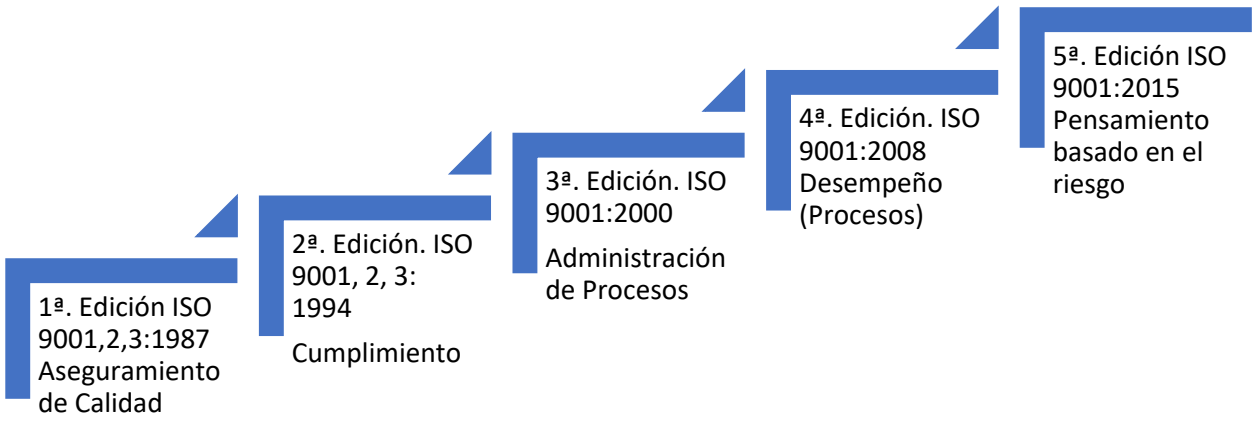
El éxito de las Normas ISO se basa en la colaboración internacional, estas normas deben evolucionar para satisfacer las necesidades cambiantes de nuestra sociedad globalizada, prueba de ello son las normas ISO contra el COVID-19 que están disponibles en formato

lectura, estas normas abordan el tema de recursos y equipos médicos. Otro ejemplo de normas que regulan la actividad humana es la Norma ISO 37 001: Sistema de gestión antisoborno.

A continuación, en la Figura 5.1, se muestra la evolución de la Norma ISO 9001.

Figura 5.1

Evolución de la Norma ISO 9001



La transición de la Norma ISO 9001:2008 a la versión ISO 9001:2015 Se muestra en la Figura 5.2.

Figura 5.2

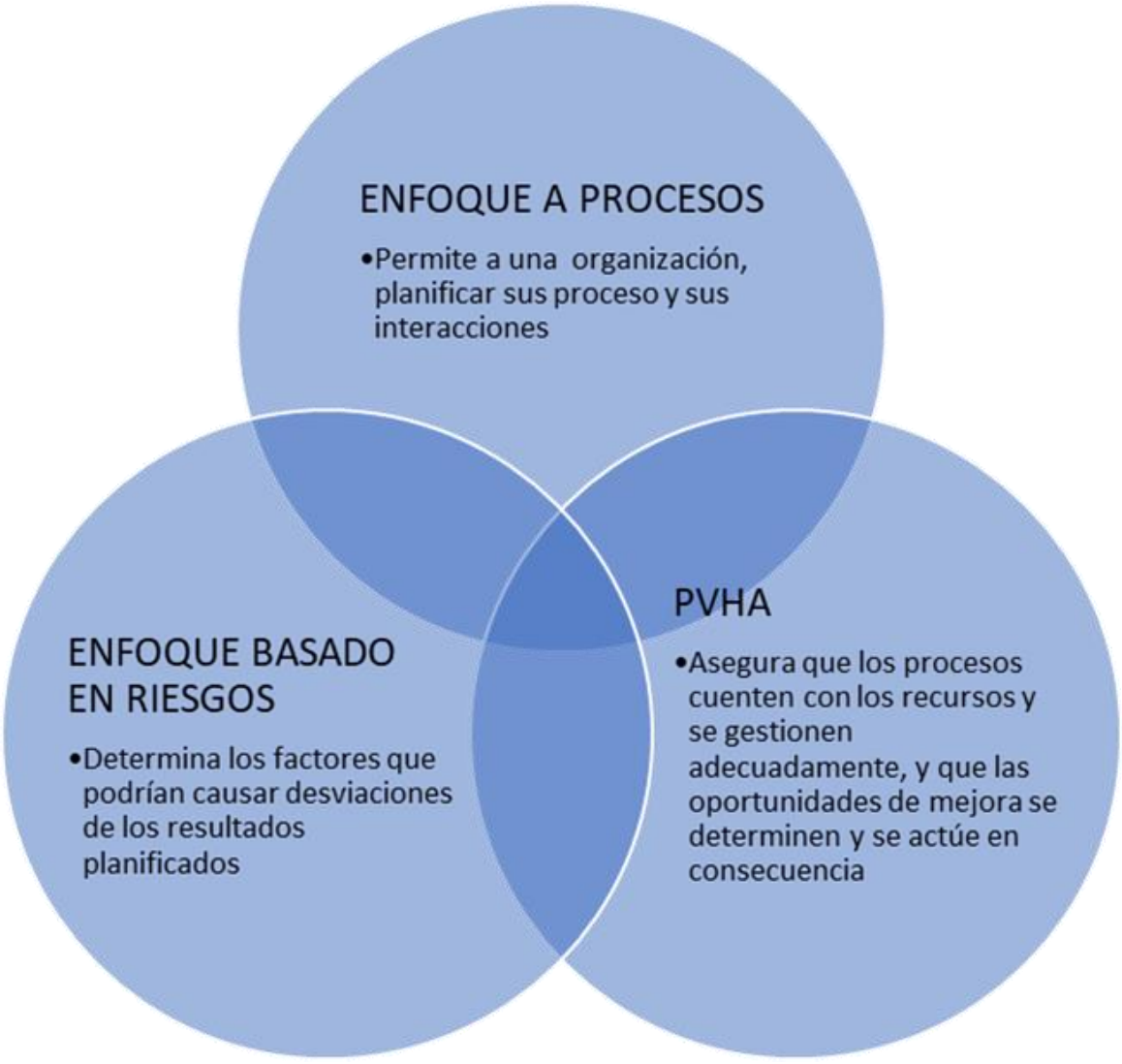
Transición de la Norma ISO 9001



Esta norma utiliza el enfoque a procesos, que incorpora el ciclo PHVA (Ciclo Deming) y agrega el pensamiento basado en riesgos que constituye su principal contribución a la versión de la norma anterior, tal como se muestra en la Imagen 5.1.

Imagen 5.1

Enfoque a Procesos de la Norma ISO 9001:2015.



En la Tabla 5.5 Se muestran los cambios en los principios en los que se basa la Norma ISO 9001:2008 y 2015.

Tabla 5.5

Principios Rectores de las Versiones 2008 y 2015 de la Norma ISO

8 principios ISO 9001:2008	**7 principios ISO 9001:2015**
1. Enfoque al cliente	1. Enfoque al cliente
2. Liderazgo	2. Liderazgo
3. Participación del personal	3. Compromiso de las personas
4. Enfoque basado en procesos	4. Enfoque basado en procesos
5. Enfoque de sistema para la administración	5. Mejora
6. Mejora Continua	6. Toma de decisiones basadas en la evidencia
7. Enfoque basado en hechos para la toma de decisiones	7. Gestión de las relaciones
8. Relaciones de beneficio mutuo con el proveedor	

Por último, en la Figura 5.3 se muestra la relación de la Norma ISO 9001 con otras Normas de Sistemas de Gestión.

Figura 5.3

Relación con otras Normas de Sistemas de Gestión



5.2 Normas FDA (Food and Drug Administration)

La Administración de Alimentos y Medicamentos (FDA, por sus siglas en inglés) es una agencia federal del Departamento de Salud y Servicio Humanos de los Estados Unidos, es responsable de proteger la salud pública asegurando la seguridad, eficacia y protección de los medicamentos, los productos biológicos y los dispositivos médicos humanos y veterinarios; y asegurando la seguridad del suministro de alimentos, cosméticos y productos que emiten radiación (FDA, 2021), por lo que tiene la facultad de retirar del mercado productos en base a la amenaza para la salud pública que presentan.

La FDA también tiene la responsabilidad de regular la fabricación, comercialización y distribución de los productos de tabaco para proteger la salud pública y reducir el consumo de tabaco por parte de menores.

La FDA es responsable de promover la salud pública ayudando a acelerar las innovaciones que hacen que los productos médicos sean más efectivos, seguros y económicos, y ayudando al público a obtener la información precisa y basada en la ciencia que necesita para usar los productos médicos y alimentos para mantener y mejorar su salud.

La FDA también juega un papel importante en la capacidad antiterrorista de la nación, cumple esta responsabilidad garantizando la seguridad del suministro de alimentos y fomentando el desarrollo de productos médicos para responder a las amenazas deliberadas y naturalmente emergentes para la salud pública.

Lo anterior muestra que el alcance de la autoridad reguladora de la FDA es muy amplio. Se muestra a continuación una lista de categorías de productos tradicionalmente reconocidas que se encuentran bajo la jurisdicción reglaros de la FDA, cabe aclara que no es una lista completa ya la lista crece con el tiempo.

Alimentos, incluyendo:

- suplementos dietéticos
- agua embotellada
- aditivos alimentarios
- fórmulas para bebés
- otros productos alimenticios (aunque el Departamento de Agricultura de los EE. UU. juega un papel principal en la regulación de ciertos aspectos de la carne, ave de corral y algunos productos de huevo)

Medicamentos, incluyendo:

- medicamentos recetados (tanto de marca como genéricos)
- medicamentos sin receta (de venta libre)

Biológicos, incluyendo:

- vacunas para humanos
- sangre y productos sanguíneos
- productos de terapia celular y genética
- tejido y productos de tejido
- alergénicos

Dispositivos médicos, incluyendo:

- artículos simples como depresores de lengua y bacinicas
- tecnologías complejas como marcapasos cardíacos
- dispositivos dentales
- implantes quirúrgicos y prótesis

Productos electrónicos que emiten radiación, incluyendo:

- hornos de microondas
- equipo de rayos X
- productos laser
- equipo de terapia ultrasónica
- lámparas de vapor de mercurio
- lámparas solares

Cosméticos, incluyendo:

- aditivos de color que se encuentran en el maquillaje y otros productos de cuidado personal
- humectantes y limpiadores para la piel
- esmalte de uñas y perfume

Productos veterinarios, incluyendo:

a) alimento para Ganado

b) alimentos para mascotas

c) medicamentos y dispositivos veterinarios

Productos de tabaco, que incluyen:

- cigarrillos

- tabaco para cigarrillos
- tabaco para liar
- tabaco sin humo

Las empresas y fabricantes que deseen comercializar productos en Estados Unidos deben cumplir con las normas correspondientes a sus productos para obtener la certificación y el permiso necesario para su venta en el país. Esto implica que los productos deben cumplir con los estándares técnicos y de seguridad establecidos en las normas.

5.3 Normas NOM

Una Norma Oficial Mexicana (NOM) es una regulación técnica de observancia obligatoria que contiene información, requisitos, especificaciones, procedimientos y metodologías que deben cumplir productos y servicios que se comercializan y consumen en el país.

Su objetivo es prevenir daños en la salud humana, animal o vegetal; así como evitar daños en el medio ambiente, en la preservación de los recursos naturales y mantener la seguridad laboral.

Las NOM en materia de Prevención y Promoción de la Salud, una vez aprobadas por el Comité Consultivo Nacional de Normalización de Prevención y Control de Enfermedades (CCNNPCE) son expedidas y publicadas en el Diario Oficial de la Federación y, por tratarse de materia sanitaria, entran en vigor al día siguiente de su publicación.

Las NOM son emitidas por diversas dependencias gubernamentales, como la Secretaría de Economía, la Secretaría de Salud, la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, entre otras. Las Normas Oficiales Mexicanas nacen conforme lo establecido en el artículo 40 de la Ley de Metrología y Normalización.

Las NOM deben ser revisadas cada 5 años a partir de su entrada en vigor. El CCNNPCE deberá de analizar y, en su caso, realizar un estudio de cada NOM, cuando su periodo venza en el transcurso del año inmediato anterior y, como conclusión de dicha revisión y/o estudio podrá decidir la modificación, cancelación o ratificación de estas. (Gobierno de México, 2015).

Las empresas y fabricantes que deseen comercializar productos en México generalmente deben cumplir con las normas correspondientes a sus productos para obtener la certificación y el permiso necesario para su venta en el país. Esto implica que los productos deben cumplir con los estándares técnicos y de seguridad establecidos en las normas.

Formato de las NOM

Su estructura sigue un patrón específico que ayuda a identificar la materia y el contenido de cada norma de manera organizada, aunque las normas pueden variar en su estructura dependiendo de la materia a la que se apliquen, generalmente siguen un formato similar que se muestra a continuación:

Identificación: Cada una tiene un número único que la identifica. Este número está compuesto por cuatro dígitos, el año de emisión y una sigla que indica el área de aplicación. Por ejemplo, "NOM-001-SEMARNAT-2020" identifica una norma emitida por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) en el año 2020.

Título: La norma tiene un título que describe brevemente su propósito y área de aplicación. Por ejemplo, "Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-2020, Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales".

Objetivo: Aquí se explica el propósito y razón de ser de la norma. Se detalla qué busca lograr y por qué es importante.

Campo de Aplicación: Indica qué productos, servicios o procesos están cubiertos por la norma. Ayuda a entender en qué situaciones se debe aplicar.

Referencias: Si hay otras normas, regulaciones o documentos relacionados, se mencionan aquí. Estas referencias pueden ser importantes para comprender completamente la norma.

Definiciones: Muchas veces, las normas incluyen una sección donde se explican términos técnicos o específicos utilizados en la norma. Esto es importante para asegurarse de que todos entiendan lo mismo.

Especificaciones y Requisitos: Aquí es donde se detallan los estándares técnicos que deben cumplirse. Esto puede incluir valores numéricos, características específicas, pruebas a realizar, entre otros.

Procedimientos de Evaluación: Se explica cómo se evaluará el cumplimiento o aplicación de la norma. Puede incluir información sobre pruebas, inspecciones, certificaciones, entre otros.

Sanciones: Se establecen las posibles sanciones o consecuencias en caso de no cumplir con la norma. Esto puede variar dependiendo del ámbito y la gravedad.

Vigilancia: Se explica cómo se llevará a cabo la supervisión y control del cumplimiento de la norma. Puede involucrar inspecciones, revisiones y otros mecanismos de seguimiento.

Bibliografía: Si se utilizaron fuentes de información o documentos para crear la norma, se mencionan aquí.

En el siguiente enlace se puede consultar la NOM NOM-001-SEMARNAT-2020 completa: https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5645374&fecha=11/03/2022#gsc.tab=0

5.3 Norma Mexicana (NMX)

La Norma Mexicana es un instrumento de referencia para determinar la calidad de los productos y servicios. Son elaboradas para uso público por un organismo nacional de normalización o la secretaría de economía, su objetivo es proteger y orientar a los consumidores. De acuerdo con la Ley Federal sobre Metrología y Normalización de México (LFMN), las Norma Mexicanas son las regulaciones de aplicación voluntaria. Las NMX son desarrolladas y promovidas por la Secretaría de Economía en colaboración con el sector privado y las Organizaciones Nacionales de Normalización. Estas normas son utilizadas para fomentar la competitividad, mejorar la calidad de productos y servicios y garantizar la satisfacción de los consumidores (Gobierno de México, 2016).

Se han desarrollo NMX en diferentes áreas, desde seguridad industrial y productos de consumo hasta salud y cuidado del medio ambiente. Cada norma establece estándares específicos que contribuyan a la calidad y seguridad en diferentes sectores de la sociedad y

economía. Los productos y servicios que cumplan con las NMX pueden hacer uso de la "Contraseña oficial" o sello NMX.

El Sistema Integral de Normas y Evaluación de la Conformidad (SINEC) es un sitio web de acceso público que se encuentra en proceso de desarrollo e implementación por parte de la Dirección General de Normas (DGN) de la Secretaría de Economía (SE), cuyo objetivo será proporcionar información y servicios útiles para todo el Sistema de Metrología, Normalización y Evaluación de la Conformidad (SISMENEC), conforme a lo dispuesto por la Ley Federal sobre Metrología y Normalización y su Reglamento.

Entre otros aspectos, el SINEC contiene el nuevo Catálogo Mexicano de Normas, que incluye las Normas Oficiales Mexicanas, Normas de Emergencia, Normas Mexicanas, sean vigentes o canceladas, y los Proyectos de Normas en consulta pública, así como diversos aspectos relacionados con su evaluación de la conformidad, documentos relevantes y ligas de interés general, entre otros. A continuación, se presenta la liga de acceso.

https://www.sinec.gob.mx/SINEC/Vista/Normalizacion/BusquedaNormas.xhtml

5.4 Aplicación

Actualmente existen una gran variedad de modelos de gestión que las empresas están adoptando como referencia para lograr la competitividad en este mundo global. Una estrategia importante que es utilizar el conjunto de diferentes normas con base en la Norma ISO 9001 que constituye la referencia obligada. De acuerdo con (Platas & Cervantes, 2018), el nuevo enfoque de la Norma ISO 9001 es alienable con las normas requeridas por cada uno de los sectores ISO 22 000, 50 001, 30 301, 22 301, 13 485, 14 001, 27 001, 45 001 y 39 001.

De tal forma que la aplicación de los sistemas de gestión requiere una integración donde debe verse en todas las organizaciones como un conjunto de procesos con perspectiva global y equilibrada para conseguir la máxima eficiencia empresarial que cumpla con los requisitos del cliente y de la sociedad y dejar el concepto de especialización de actividades desconectado del proceso global. Lo ideal puntualiza, es gestionar el conjunto de procesos que forman la empresa de forma única, pero teniendo en cuenta los requerimientos

específicos aplicables en calidad, medio ambiente, seguridad y salud ocupacional, en lugar de gestionar cada función de forma independiente y en algunas ocasiones de forma diferente.

ISO publicó en su más reciente edición ISO Survey hasta el 31 de diciembre de 2020 (ISO, 2023); en la que señala el número de certificaciones vigentes de la norma ISO 9001 en los Sistemas de Gestión de la Calidad que sigue siendo el estándar con mayor participación en el mundo, se cuenta con un total de 1 265 216 empresas certificadas, México contribuye con 8 982 empresas que cuentan con esta certificación.

En el informe de ISO Survey, se detallaron los sectores en los que México tiene un mayor número de certificaciones, entre los que destacan:

El sector Metalmecánico, con 1 075 organizaciones certificadas.

Suministro de electricidad, con 668 empresas certificadas.

Comercio mayorista y minorista, con 650 empresas certificadas.

El creciente número de empresas certificadas en ISO 9001, nos habla de un aumento en la exigencia de los clientes, que buscan obtener productos o servicios de mejor calidad, haciendo que las empresas requieran mejor continuamente sus procesos para satisfacer las necesidades de sus clientes. Porque en un mercado cada vez más exigente, ofrecer productos y servicios de calidad mejora tu posición en cuanto a la competencia de tu sector.

En la Tabla 5.6 se muestran por estándar el número de certificados otorgados en el 2022 y el número de sitios correspondientes.

Entre las empresas que son referentes como empresas certificadas en ISO y han hecho patente los beneficios de esta certificación se encuentra Equiver.

Analizar el siguiente caso de éxito, el cual se encuentra en el siguiente enlace:

https://www.bsigroup.com/LocalFiles/es-MX/casoExitoV2.pdf

Tabla 5.6

Estándar, Certificados otorgados y Número de Sitios

Standards	Number certificates	Number sites
ISO 9001:2015	1265216	1666172
ISO 14001:2015	529853	744428
ISO 45001:2018	397339	512069
ISO IEC 27001:2013	71549	120128
ISO 22000:2018	45459	51535
ISO 13485:2016	29741	40449
ISO 50001:2018	28164	55883
ISO 20000-1:2018	27009	29616
ISO 37001:2016	5969	12837
ISO 22301:2012&2019	3200	10658
ISO 39001:2012	1550	3662
ISO 55001:2014	997	2449

Distintivos y Premios.

De acuerdo con (Platas & Cervantes, 2018), una organización que se esfuerza día a día para cumplir objetivos y metas genera orgullo al interior de la organización, asi como sentido de pertenencia de los colaboradores, desarrollo profesional, compromiso, trabajo individual y en equipo para alcanzar resultados, lo cual se traduce en constante evolución. El obtener un reconocimiento externo pone de manifiesto que la empresa se encuentra inmersa en un proceso de mejora continua, el reconocimiento externo, puede ser mediante premios, distinciones, así como reconocimiento a nivel nacional o internacional.

Enseguida se presenta una pequeña reseña de los principales reconocimientos y premios a nivel nacional e internacional.

Premio Nacional de Calidad.

El Premio Nacional de Calidad (PNC), ha sido la máxima distinción a las organizaciones que son referentes nacionales de calidad y competitividad, para que su ejemplo sirva de inspiración en el camino a la excelencia de las organizaciones mexicanas. El PNC evoluciona a el Premio a la Excelencia Empresarial de México (PREXCEL), constituye la máxima distinción empresarial de México que reconoce a empresas e instituciones que son referentes por una gestión integral que genera un valor significativo para sus clientes, colaboradores, sociedad, socios y accionistas, siendo ejemplo por su dimensión social. (Premio a la Excelencia Empresarial de México, 2022)

El PREXCEL es una iniciativa del Consejo Coordinador Empresarial, el Consejo de la Comunicación y el Instituto para el Fomento a la Calidad Total (IFC) que capitaliza la experiencia y conocimientos adquiridos por 29 años del Premio Nacional de Calidad, en este año (2023) se lanza la primera convocatoria para este premio.

Su administración como tercera parte para garantizar tanto la transparencia, objetividad y confidencialidad del proceso de evaluación, como la vanguardia y solidez de las herramientas, métodos y modelos de calidad en la administración que propone y difunde.

Los objetivos del PREXCEL son:

- Fomentar la cultura de la excelencia en México, a través del diagnóstico, la mejora continua, la innovación y la identificación y difusión de casos ejemplares que hagan palpable la calidad en la administración;
- Evaluar el desempeño de las organizaciones, a través de un proceso objetivo, confiable y transparente realizado por expertos en competitividad organizacional;
- Generar aprendizajes en la organización que impulsan el conocimiento, aceleran el cambio y garantizan la mejora e innovación de la gestión;
- Obtener un diagnóstico integral de las capacidades del negocio, para competir en un entorno que cada vez plantea mayores retos; y
- Conocer el nivel de madurez de las organizaciones y proveer objetivos claros para disminuir las brechas entre el estado actual y el desempeño deseado.

Los beneficios que obtienen las organizaciones que participan son los siguientes:

- Adoptar de manera profesional el Modelo Nacional de Transformación Organizacional,
- Recibir un Reporte de Retroalimentación valioso que destaca los avances alcanzados y las brechas relevantes para lograr un desempeño sobresaliente de la organización,
- Reconocer y motivar el compromiso de los colaboradores,
- Recibir un certificado del nivel de madurez alcanzado para brindar certidumbre y confianza a sus grupos de interés,
- La oportunidad de ampliar la certificación a nivel global,
- Hacer visible la Dimensión Social de la organización, reconociendo su contribución a los Objetivos de Desarrollo Sostenible, la cultura de innovación y su compromiso con la excelencia,
- Difundir su caso de éxito para que todas las empresas e instituciones del país se beneficien al aprender de su ejemplo,
- Insertar en la cultura organizacional la disciplina de recibir la evaluación externa de nivel estratégico, generando energía y nuevas formas de pensar,
- Utilizar el emblema del PREXCEL por tres años consecutivos, sinónimo de organizaciones referentes que son el reflejo del progreso de México.

Los requisitos de participación para las empresas e instituciones, pequeñas, medianas y grandes son:

- Sean empresas privadas independientes, o bien unidades de negocio con una estructura operativa propia con facultades para decidir sobre las características de su modelo de gestión, el rumbo estratégico y su ejecución.
- Sean dependencias, entidades del sector público.
- Cuenten con un código de ética que orienta la toma de decisiones, enfoca las acciones hacía el desarrollo sostenible y compromiso con la cultura de protección ambiental, cuidando el

  impacto de sus productos y/o servicios en el entorno.
- No hayan sido objeto de sanción por parte de alguna autoridad en materia administrativa, fiscal, laboral o ambiental.
- Estén dispuestas a respetar los lineamientos de evaluación y selección de ganadoras,

- Cumplan con la normatividad obligatoria y/o así como aquellas normas voluntarias del sector o industria que sean consideradas fundamentales para garantizar la confiabilidad y competencia técnica.
- Estén dispuestas a apoyar al PREXCEL en las acciones de promoción y difusión que emprenda.

Las categorías de participación para el premio PREXCEL son las siguientes:

1. Empresas pequeñas de industria o servicios.
2. Empresas medianas de industria o servicios.
3. Empresas grandes de industria o servicios.
4. Instituciones de Salud, privadas o públicas.
5. Instituciones de Educación, privadas o públicas.
6. Organizaciones no lucrativas.

Cuotas de recuperación, los ingresos de estas cuotas son destinados a la gestión del reconocimiento y se determina de acuerdo con el tamaño de la organización, estos se muestran en la Imagen 5.2

Imagen 5.2

Cuotas de Inscripción Premio PREXCEL

TAMAÑO	INSCRIPCIÓN	SEGUNDA ETAPA
PEQUEÑA	$15,000	
MEDIANA	$55,000	Viáticos del Equipo Evaluador
GRANDE	$100,000	

El proceso de evaluación se muestra en la Imagen 5.3.

Imagen 5.3

Proceso de Evaluación PREXCEL



Grupo evaluador. Es el cuerpo colegiado y multidisciplinario de especialistas en competitividad que realizan el diagnóstico de las organizaciones postulantes al PREXCEL en el marco del Código de Ética y Conducta.

La participación como Evaluador es su contribución honoraria y voluntaria al fortalecimiento de las empresas e instituciones mexicanas, que realizan con el apoyo y patrocinio de las organizaciones en las que trabajan. La selección de Evaluadores se realiza a través de un proceso riguroso en el que se identifica el cumplimiento del perfil y, sobre todo, la experiencia en el diagnóstico e implementación del Modelo Nacional de Transformación Organizacional, su capacidad de análisis y síntesis, así como su desempeño como agente de cambio.

El PREXCEL se basa en el cumplimiento del Modelo Nacional de Transformación Organizacional, el cual es una guía de gestión para mejorar e innovar las capacidades que son esenciales para responder a las tendencias y requerimientos de los grupos de interés. El modelo está representado por la figura del rehilete que refleja la organización en constante movimiento con su entorno, está integrado por tres facilitadores del cambio y siete impulsores que son los que guisan el desarrollo de las capacidades y prácticas excepcionales para la transformación organizacional, dando como resultado la creación de valor compartido a los grupos de interés para lograr que el propósito de la organización trascienda.

El Modelo impulsa la transformación organizacional, a través de:

Perfilar el rumbo

1. Rumbo estratégico
2. Liderazgo

Transformar oportunidades

3. Orientación al cliente
4. Procesos para la generación de valor
5. Transformación digital

Generar confianza

6. Capital humano
7. Valor social

Crear valor

Crear valor compartido a los grupos de interés.

Por ser la primera convocatoria 2023 del premio PREXCEL los ganadores se darán a conocer en abril del 2024.

Las empresas ganadoras del XXIX Premio Nacional de Calidad, en su última edición se muestran en la imagen 5.4.

Las organizaciones ganadoras del PNC son referentes nacionales de innovación, competitividad, sustentabilidad y ejemplo de inspiración en el camino a la excelencia de empresas e instituciones mexicanas.

Son amplios los beneficios que obtienen los ganadores del PNC, a continuación, se muestra un video con testimoniales de varias empresas ganadoras.

https://www.youtube.com/watch?v=XLTEA-iqtdg

Imagen 5.4

Organizaciones Ganadoras de la Edición XXIX del Premio Nacional de Calidad



Empresas Excepcionales.

El reconocimiento Empresas Excepcionales es una iniciativa del Consejo Coordinador Empresarial, el Consejo de Comunicación y el Instituto para el Fomento a la Calidad que fomenta, desarrolla y reconoce la dimensión social de las empresas. (Instituto para el Fomento de la Calidad, 2022)

El Consejo Coordinador Empresarial, Voz de las Empresas y el Instituto para el Fomento a la Calidad, entregan el Reconocimiento Empresas Excepcionales, a empresas e instituciones que han desarrollado prácticas sobresalientes en la generación de valor social y económico hacia sus clientes, colaboradores, proveedores, aliados y la sociedad, para difundir y aprender de sus historias de éxito al ser referentes de la dimensión social de las empresas.

Los beneficios que obtienen las organizaciones ganadoras son:

- Hacer visible la Dimensión Social y la solidaridad de las empresas e instituciones, reconociendo su contribución a los Objetivos de Desarrollo Sostenible, la cultura de innovación y su compromiso con la excelencia,
- Reconocer el gran esfuerzo de los colaboradores en el impulso de empresas de alto desempeño,
- Desarrollar la capacidad de adaptación en las empresas e instituciones para facilitar la respuesta ágil a los retos del entorno,

- Difundir las prácticas ganadoras para que todas las empresas e instituciones del país se

beneficien al aprender de su ejemplo,

- Las organizaciones que reciban el reconocimiento podrán utilizar el emblema de Empresas
  Excepcionales, en sus programas e instrumentos de difusión, como reflejo de su dimensión social y cultura de innovación.

Los requisitos para postularse al reconocimiento las organizaciones son:

- No hayan sido objeto de sanción por parte de alguna autoridad en materia administrativa, fiscal, laboral, ambiental,
- Estén dispuestas a respetar los lineamientos de evaluación y selección de ganadores contenidas en la Guía de Participación,
- Apoyen las acciones de difusión que realice el Consejo Coordinador Empresarial, el Consejo de la Comunicación y al Instituto para el Fomento a la Calidad.

Categorías:

La selección de la categoría de participación depende de las prácticas que generan orgullo a la empresa y hayan tenido un impacto sobresaliente hacia el o los grupos de interés a los que se dirige, en el marco de la Dimensión Social Empresarial, a través de prácticas para:

1. Fomentar el desarrollo y la calidad de vida de los colaboradores.
2. Acelerar la digitalización.
3. Fortalecer a los proveedores.
4. Contribuír a los objetivos de desarrollo sustentable.
5. Impulsar la transparencia.
6. Brindar una experiencia significativa al cliente.

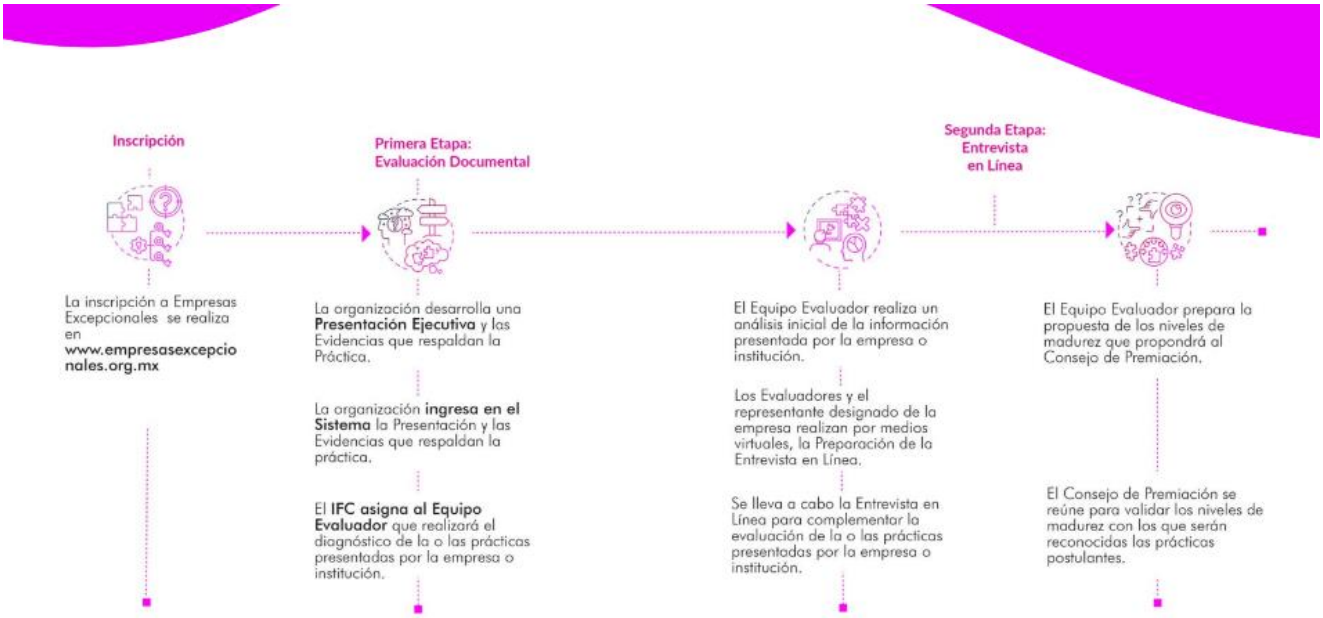
Proceso de evaluación:

El proceso de evaluación tiene dos objetivos fundamentales. El primero de ellos es, contar

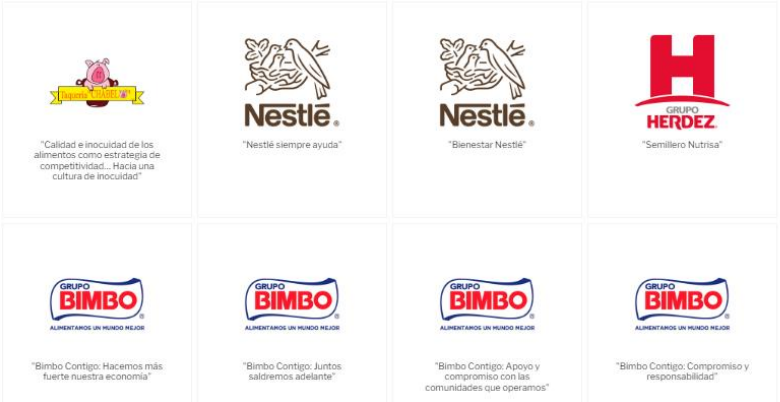
con una memoria documentada que permita evaluar, identificar y reconocer las prácticas ejemplares en cada una de las categorías y; en segundo lugar, que este mismo documento posibilite la transparencia y aprovechamiento para el aprendizaje, la mejora continua y la innovación de la organización. El proceso completo se muestra en la Imagen

Imagen 5.5

Proceso de Postulación y Evaluación de Empresas Excepcionales



Cabe aclarar que una empresa puede recibir más de un reconocimiento como se muestra en los ganadores en la edición 2021 de este reconocimiento:



Premio Malcolm Baldrige.

El premio Malcolm Baldrige, fue creado en 1987 en memoria del destacado secretario de comercio de Estados Unidos. El objetivo principal del premio es promover la excelencia en la gestión de calidad y el rendimiento empresarial. Para ello se basa en lo que se conoce como "enfoque sostenible de mejora continua". Este enfoque promueva la innovación y excelencia en todas las areas de la empresa.

Atienden a esta convocatoria principalmente empresas nacionales o extranjeras, cuya actividad empresarial se desarrolle en Estados Unidos, con un mínimo de 50% de empleados y 50% de sus activos inmovilizados en Estados Unidos.

El Malcolm Baldrige National Quality Award es otorgado por el Instituto de Normas y Tecnologías y entregado por el presidente de Estados Unidos, las empresas en la convocatoria 2023 participan en los siguientes sectores : negocios (manufactura, servicios, pequeñas empresas), organizaciones sin fines de lucro, gobierno, cuidado de la salud, educación y ciberseguridad y a partir del año 2013 se instituye el Baldrige Foundation Individual Awards Program que es diseñado para reconocer personas quienes demuestran liderazgo como modelo a seguir,

Para alcanzar los objetivos propuestos, el Modelo Malcolm Baldrige se estructura a partir de los siguientes principios fundamentales:

1. Enfoque al cliente.
2. Liderazgo.
3. Gestión por procesos.
4. Enfoque en los resultados.
5. Desarrollo y gestión del personal.
6. Innovación y mejora continua.
7. Responsabilidad social.

Los criterios para la evaluación del premio Malcolm Baldrige se muestran en la Tabla 5.7

Tabla 5.7

Criterios Evaluación Premio Malcolm Baldrige

Criterios para la evaluación	
1. Liderazgo	110 puntos
2. Planeación estratégica	80 puntos
3. Enfoque hacia el cliente y mercado	80 puntos
4. Medida, análisis y gestión del conocimiento	80 puntos
5. Enfoque del recurso humano	100 puntos
6. Gestión de procesos	100 puntos
7. Resultados del negocio	450 puntos
Total	1 000 puntos

Fuente: Convocatoria del premio Malcolm Baldrige. Disponible en http://asq.org/learn-about-quality/malcolm-baldrige-award/overview/overview.html

Las empresas ganadoras al utilizar los criterios, herramientas y se someten a evaluación constante de sus esfuerzos por mejora la calidad corporativo son referentes para otras empresas que tratan de emular sus procesos que les permitió ganar el premio, por otro lado las empresas ganadoras con la aplicación del modelo del premio logran una calidad superior lo que redunda en mayor productividad, rentabilidad y mayor participación en el mercado, un ejemplo es la empresa ganadora del premio en 2014 St. David´s HealthCare quien ha experimentado un crecimiento en sus ingresos netos del 70%; otro ejemplo que vale la pena mencionar es el caso de la empresa Sunny Fresh Foods ahora conocida como Casrgill Kitchen Solutions, ganadora del premio en 1999 y 2005, obtuvo un aumento en sus ingresos en un 93%, además de que ganó un aumento significativo en la participación del mercado.

En la Imagen 5.6 se muestran algunas de las empresas ganadoras del Premio Malcolm Baldrige en años recientes.

Imagen 5.6

Empresas Ganadoras con el Premio Malcolm Baldrige

Año	Premio Recipiente	Sector
2021	MidwayUSA 2021	Servicios
	The Charter School of San Diego 2021	Educación
	Mid-America Transplant 2021	Sin ánimo de lucro
2020	MESA 2020	Pequeño negocio
	GBMC HealthCare, Inc.	Salud
	Wellstar Paulding Hospital	Salud
	AARP	Sin ánimo de lucro
	Elevations Credit Union 2020	Sin ánimo de lucro
2019	Howard Community College	Educación
	Adventist Health White Memorial	Salud
	Mary Greeley Medical Center	Salud
	Center for Organ Recovery & Education	Sin ánimo de lucro
	Ciudad de Germantown, TN	Sin ánimo de lucro
	Fondo de Jubilación Municipal de Illinois	Sin ánimo de lucro
2018	Integrated Project Management Company, Inc., Burr Ridge, IL	pequeña empresa
	Donor Alliance, Denver, CO	sin fines de lucro
	Memorial Hospital and Health Care Center, Jasper, IN	atención de salud
	Alamo Colleges District, San Antonio, TX	Educación
	Tri County Tech, Bartlesville, OK	Educación

Fuente: Academia Lab. Premio Malcolm Baldrige. Disponible en: https://academia-lab.com/enciclopedia/premio-de-calidad-nacional-de-malcolm-baldrige/

Premio W. Edwards Deming.

El Premio Nacional de Calidad de Japón se instituyó en 1951. Lo creó la JUSE (Japanese Union of Scientists and Engineers) y le dio el nombre de Deming en honor al Dr. Deming, en reconocimiento a su labor en la difusión del control de calidad. El Premio Deming ha sido clave para la implantación en Japón de la cultura de la calidad total.

Para optar al premio, además de otros requisitos es necesaria la realización de una memoria que describa la promoción e implementación de actividades de control de calidad desde el

momento de su introducción hasta el presente, y que incluya los efectos o resultados obtenidos.

Debe ser escrita de forma que sea fácil de entender. En función de la estructura de la compañía candidata, además de la memoria corporativa, cada unidad de negocio debe preparar una memoria

- **Premio a la Persona. The Deming Prize for Individuals.**

Concedido a aquellas personas que hayan hecho contribuciones excepcionales al estudio, aplicación y difusión de la calidad a lo largo y ancho de la empresa Company Wide Quality Control (CWQC) mediante el uso de métodos estadísticos. En esta categoría sólo se admiten candidatos japoneses.

- **Premio a las Divisiones de las Empresas. The Quality Control Award for Operations Business Units.**

Concedido a unidades de negocio de una compañía que hayan alcanzado mejoras significativas en su rendimiento, mediante la aplicación del control de calidad con el objetivo de conseguir el CWQC. Sólo se admiten candidatos japoneses

- **Premio a la Empresa. The Deming Application Prize.**

Concedido a compañías japonesas o divisiones de éstas que hayan alcanzado mejoras significativas en su rendimiento, mediante la aplicación del CWQC.

- **Premio a empresas extranjeras. The Deming Application Prize for Overseas Companies.**

Concedido a compañías o divisiones no japonesas que hayan alcanzado mejoras significativas en su rendimiento, mediante la aplicación del CWQC.

- **Premio a la continuidad. The Japan Quality Medal.**

Concedida a compañías, japonesas o no japonesas, que hayan mejorado sustancialmente la implantación del CWQC, al menos cinco años después de ganar The Deming Application Prize.

Los criterios de evaluación consisten en:

A. Establecimiento de objetivos y estrategias de negocios y liderazgo de alta dirección.
B. Utilización adecuada e implementación de Gestión de la Calidad Total (TQM).
C. Efectos del TQM.

En 2010, el doctor Takao Enkawa, profesor del Departamento de Ingeniería Industrial y Administración del Instituto de Tecnologías de Tokio, recibió el Premio Deming para personas destacadas, desarrolló la estructura del modelo que contiene 10 criterios, los cuales se dividen en 41 puntos.

Criterios del Modelo estructural del Premio Deming:

1. Liderazgo, visión y estrategia de la gestión.
2. Estructura de gestión de la calidad total TQM.
3. Sistemas de aseguramiento de la calidad.
4. Sistemas de Gestión de los recursos del negocio.
5. Desarrollo de recursos humanos.
6. Uso efectivo de la información
7. Valores y conceptos de calidad total
8. Modelo científico.
9. Fortalezas organizacionales
10. Contribución a la realización de los objetivos corporativos.

Las empresas ganadoras en la pasada edición del 2021 son:

Premio Deming. Toyota Boshoku, Centro de ingeniería de producción unitaria y de planta Kariya (Japón). En el informe anual de Toyota Boshoku del 2020, se menciona lo siguiente: "Ahora estamos afrontando el desafío de ganar el Premio Deming, pero nuestro objetivo no es el premio en sí: nuestro objetivo es desarrollar a los miembros de toda la empresa, incluidos los de las unidades corporativas, para que realicen su trabajo diario manteniendo al mismo tiempo la perspectiva del cliente". Ese es el objetivo correcto al buscar el Premio Deming: utilizar el esfuerzo como una forma de centrar la energía en mejorar la empresa.

Premio a la continuidad. Medalla Deming. OTICS Corporation (Japón)

Concedida a compañías que hayan mejorado sustancialmente la implementación del CWQC, al menos cinco años después de ganar el premio a la mejor empresa “The Deming Application Prize”. Se concede a compañías japonesas y no japonesas.

La distribución de organizaciones ganadoras desde 2000 incluido el premio 2021 es como sigue: la lista la encabeza la India con 32 premios, segundo lugar Japón con 22 premios, Tailandia ocupa la tercera posición con 12, China con 3, seguido por Estados Unidos con 2 y con un premio se encuentran Indonesia, Singapur y Taiwan. (The Deming Institute, 2022).

Premio Príncipe de Asturias

Los premios Príncipe de Asturias son galardones entregados por el heredero del trono español, o es reconocer y promocionar la labor en diferentes areas a personas e instituciones o grupo de personas o instituciones en el ámbito internacional, en especial en el ámbito hispano. En octubre del 2014 se aprobó el cambio de nombre del premio a Princesa de Asturias, ya que la heredera de la corona española es Leonor de Borbón tras la proclamación de su padre el Rey de España. Se conceden en ocho categorías: Artes, Letras, Ciencias Sociales, Comunicación y Humanidades, Investigación Científica y Técnica, Cooperación Internacional, Concordia y Deportes.

La repercusión del trabajo realizado por los candidatos deberá ser considerada siempre en su más amplia dimensión, entendiendo por ello que sus aportaciones se extienden y/o son conocidas a nivel internacional, que cuentan con una dilatada trayectoria y que, en consecuencia, su idoneidad es incontestable. (Fundación Princesa de Asturias, 2024)

Los Premios son entregados en una solemne ceremonia anual que tiene lugar en octubre en el Teatro Campoamor de Oviedo.

Los Premios Princesa de Asturias se otorgarán a aquellas personas y/o instituciones que contribuyen con su trabajo y sus méritos en las áreas científicas, técnicas, culturales, sociales y humanitarias al progreso y bienestar social de manera extraordinaria y ejemplar.

El Premio Princesa de Asturias consta de:

- una escultura de Joan Miró (símbolo de los Premios Princesa de Asturias);
- un diploma acreditativo;

- una insignia;
- 50.000 €. Esta cantidad se dividirá a partes iguales entre los galardonados cuando el premio sea compartido.

Podrán presentar candidaturas: los premiados en ediciones anteriores; los componentes de los ocho jurados convocados en la edición, siempre que las candidaturas que presenten no opten al premio en la categoría de cuyo jurado forman parte; las embajadas españolas; las representaciones diplomáticas en España; personas e instituciones de reconocido prestigio; otras personas e instituciones invitadas por la Fundación Princesa de Asturias.

Los ganadores en la edición 2023 en 8 categorias de acuerdo con (Mundo, 2023) son:

1. Meryl Streep. Premio Princesa de Asturias de las Artes.
2. Nuccio Ordine. Premio Príncipe de Asturias de Comunicación y Humanidades.
3. Helene Carrere d´Encausse. Premio Princesa de Asturias de Ciencias Sociales.
4. Eliud Kipchoge. Premio Princesa de Asturias de los Deportes.
5. Haruki Murakamiu. Premio Princesa de Asturias de las Letras.
6. Iniciativa Medicamentos para Enfermedades Desatendida. Premio Princesa de Asturias de Cooperación Internacional.
7. Jeffrey Gordon, E. Peter Greenberg y Bonnie L. Bassler. Premio Princesa de Asturias de Investigación Científica y Técnica.
8. Mary´s Meals. Premio Princesa de Asturias de la Concordia.

Es importante mencionar que, a lo largo de la historia del Premio, México ha sido galardonado en 18 ocasiones en 5 de sus 8 categorías, algunos de ellos se mencionan a continuación.

Comunicación y Humanidades

2020. Fil de Guadalajara. Feria Tapatía

2018. Alma Guillermo Prieta. Periodista

2009. UNAM

1989. Fondo de Cultura Económica

Ciencias Sociales

2001. El Colegio de México.

1993 Silvio Zavala. Escritor

Letras

1994. Carlos Fuentes

1983. Juan Rulfo

Investigación Científica y Técnica

2011. Arturo Álvarez-Buylla. Investigador de enfermedades neurodegenerativas.

1999. Ricardo Miled junto con el español Enrique Moreno González. Investigaciones en Neurobiología y trasplante de órganos.

1991. Francisco Bolívar Zapata. Desarrollo de la Ingeniería Genética y Biotecnología.

1989. Guido Münch. Fundador de la Academia de Ciencias del Tercer Mundo.

1988. Marcos Moshinsky junto con el español Manuel Cardona. Física de materiales.

Mejores Empresas para trabajar en México. Great Place to work (GPTW).

El instituto Great Place to Work ofrece la certificación llamada" *Un Gran Lugar para Trabajar*". Con ella, se valida que las organizaciones cumplen ciertos estándares o criterios mínimos para ser reconocidas como un buen lugar de trabajo.

Esta certificación está ampliamente disponible, pues tiene presencia en más de 60 países. Su objetivo es proyectar al mercado a las organizaciones con culturas de alta confianza, por tamaño y por industria.

El proceso de certificación *Un Gran Lugar para Trabajar,* consiste en una evaluación desde el clima laboral. Para ello, aplica una encuesta a todos sus colaboradores, la calidad de sus

procesos y prácticas de RH. Esta última, mediante una encuesta al área de Recursos Humanos.

Los principales beneficios de contar con esta certificación son:

- Retención y atracción de talento que reducirá costos por rotación voluntaria.
- Cultiva embajadores de marca. Tus colaboradores hablarán bien de la organización con familiares y amigos.
- Ambientes laborales más productivos. Tus colaboradores disfrutarán del trabajo que hacen y se enfocarán en el logro de objetivos.
- Fomenta la innovación. Tus colaboradores sentirán la confianza de proponer ideas e implementarlas.
- Mayor compromiso. Tus colaboradores estarán dispuestos a realizar actividades extraordinarias en favor del bien común y a regalar su talento.
- Mayor retorno de inversión. Las organizaciones certificadas mantienen un retorno en la bolsa tres veces mayor al promedio del mercado (FTSE Russell, 2019).

En la edición 2023 se valoraron más de 41 mil empresas con más de 100 evaluaciones recibidas. La muestra estadística abarcó 1.5 millones de votos (recabados entre el 15 de noviembre del 2021 y 2022).

Las 10 mejores empresas para trabajar en México son:

- ✓ Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).
- ✓ Universidad Tecmilenio.
- ✓ Instituto Tecnológico de Monterey.
- ✓ Universidad Guadalajara Lamar.
- ✓ Experiencias Xcaret.
- ✓ Universidad Autónoma Metropolitana (UAM).
- ✓ Banregio
- ✓ Bimbo
- ✓ BBVA
- ✓ Compartamos Banco

Empresas Socialmente responsables

El distintivo Empresa Socialmente Responsable (ESR) es un reconocimiento otorgado anualmente en México por el Centro Mexicano para la Filantropía (Cemefi) y AliaRSE que reconoce a las empresas que han asumido el compromiso público de integrar los lineamientos de la Responsabilidad Social Empresarial como parte de su cultura de negocio, reflejada en políticas y prácticas de actuación cotidiana.

El objetivo del Distintivo ESR es acreditar y reconocer a las empresas líderes por su compromiso de aportar valor social a su operación ante sus públicos de interés y que voluntaria y públicamente manifiestan:

- Su compromiso de implementación y mejora continua de una gestión socialmente responsable.
- Contar con políticas, estrategias y programas, que contemplen todos los ámbitos y niveles de actuación de la empresa.

Ventajas para las empresas que obtienen el distintivo ESR

- Mejora la reputación de la empresa.
- Crecimiento en un consumo responsable.
- Adelantamiento a regulaciones y normas.
- Atracción de talento.
- Atracción de inversionistas

Para participar en el proceso del Distintivo ESR primero debe identificar el tamaño de su empresa con base en el número de empleados y sector de operación.

Las Micro, Pequeñas y Medianas empresas (MiPyMEs) correrán su proceso en el primer semestre del año. Las empresas Grandes correrán su proceso en el segundo semestre del año.

Este proceso se realiza mediante un cuestionario diagnóstico que contiene 150 indicadores para las empresas grandes y 75 indicadores para las empresas MiPyME que se contesta a través de un sistema electrónico que permite elegir una respuesta y adjuntar los documentos (evidencias) que respaldan la información otorgada por la empresa.

El Distintivo ESR, NO ES UNA CERTIFICACIÓN, porque no contempla ningún proceso de auditoría, se trata de un proceso autodiagnóstico de varias áreas de la empresa, no es un compromiso de una vez, debe refrendarse año con año para mantener vigente la cultura de responsabilidad corporativa.

El proceso de participación se realiza en 4 pasos:

1. Registro. Se realiza a través de la página oficial htttp://esr.cemefi.org.
2. Postulación. De acuerdo con el tipo de empresa que corresponde se efectúa la postulación dentro de la plataforma.
3. Pago de cuota de participación. Una vez confirmada la postulación se realiza el pago correspondiente.
4. Llenado del instrumento. Una vez confirmada la postulación se realizará el llenado del instrumento dentro de la plataforma y se adjuntaran las evidencias para la evaluación y en su caso obtención del Distintivo. Los instrumentos son particulares dependiendo de las características de las empresas y se dividen en:
    - Instrumento para empresas grandes.
    - Indicadores para empresas MiPyMEs de 0 a 4 años.
    - Indicadores para empresas MiPyMEs de 5 a 9 años.
    - Indicadores para empresas MiPyMEs de más de 10 años.

El Distintivo ESR es otorgado a las empresas que superen el 75% del índice RSE.

Entre las empresas con empresas cuya antigüedad es de 20 años o más que obtuvieron el Distintivo ESR en su edición 2023 se encuentran: (Responsabilidad Social Empresarial y Sustentabilidad, 2023)

23 años

- HP INC.
- Zimat Consultores
- Grupo Bimbo
- DELOITTE

- BBVA México

22 años

- Grupo Xcaret
- JOHNSON & JOHNSON MEXICO
- Industrias Peñoles S A B de C V
- Teléfonos de México S.A.B. de C.V.
- The Coca Cola Export Corporation

21 años

- FINANCIERA INDEPENDENCIA
- INTER protección
- Jugos del Valle Santa Clara
- Manpower Group

20 años

- Arca Continental
- CEMEX México
- Grupo Modelo
- CINEPOLIS
- Grupo Modelo
- GNP Seguros
- GRUPO NESTLE MEXICO

Actividades sugeridas
Tema 5. Actividad 1. Maratón. Normas ISO 9000

Trabajo individual.

- Investigar la evolución de las Normas ISO 9000 y sus requisitos de cumplimiento.

Trabajo en equipo.

- Se conformarán equipos de 4-6 integrantes cada uno.

- El docente elegirá a uno de los equipos para dirigir y coordinar el maratón de conocimientos. Este equipo deberá diseñar las actividades que se realizaran en el maratón de conocimientos y determinar los materiales que se van a requerir para realizar la actividad. El resto de los equipos participaran en el maratón de conocimientos.
- Al final del maratón se llegará a una conclusión global por parte del grupo.

Tema 5. Actividad 2. Cuadro Comparativo. NOM´s, NMX´s y Normas FDA.

Trabajo individual.

Investigar las características de las siguientes normas:

1. Normas Oficiales Mexicanas (NOM´s)
2. Normas Mexicanas (MNX)
3. Normas de la Food and Drug Administration (FDA)

Elaborar un cuadro comparativo de las Normas, definición, campo de aplicación, importancia, facultades, limitaciones, etc.

Tomar en cuenta la siguiente información:

El cuadro comparativo es un organizador de información, que permite identificar las semejanzas y diferencias de dos o más objetos o eventos.

Estructura:

- Está formado por un número determinado de columnas en las que se lee la información en forma vertical.
- Permite identificar los elementos que se desea comparar. Por ejemplo, semejanzas y diferencias de algo.
- Permite escribir las características de cada objeto o evento.

¿Cómo se elabora un cuadro comparativo?

- Identificar los elementos que se desea comparar.

- Señalar los parámetros a comparar.
- Identificar las características de cada objeto o evento.
- Construir afirmaciones donde se mencionen las afirmaciones más relevantes de los elementos comparados.

https://cuadrocomparativo.org/cuadros-comparativos-como-hacerlos-informacion-y-ejemplos/

Tema 5. Actividad 3. Presentación. Premios y Distintivos de calidad

Trabajo individual

Investigar las características de los siguientes Premios y Distinciones:

- Premio Nacional de Calidad.
- Empresas Excepcionales.
- Premio Malcolm Baldrige.
- Premio Deming.
- Premio Príncipe de Asturias.
- Mejores Empresas para Trabajar.
- Empresas Socialmente responsables.

Trabajo en equipo

Elaborar una presentación consensuada en equipo en power point donde se contemplen los siguientes aspectos de los premios y distinciones:

a) Historia desde su creación hasta la fecha.
b) Objetivo
c) Características: fases, categorías, requisitos, etc.
d) Beneficios a las empresas participantes.
e) Beneficios a las empresas ganadoras.
f) Empresas ganadoras en la última edición de este premio.

Tema 5. Actividad 4. Caso de Estudio. Empresas Excepcionales

Resolver el siguiente caso de forma individual y discutir los resultados con el resto del grupo.

Caso de estudio. Nestlé. Adaptado de (El Universal, 2022)

Nestlé es reconocida como Empresa Excepcional por sus prácticas durante la pandemia

El reconocimiento se entregó a empresas que durante la crisis sanitaria sobresalieron por su liderazgo, empatía y solidaridad.

Sin duda, el 2020 fue un año con grandes y nuevos retos para diversas industrias, ya que el COVID

-19, les obligó a repensar la manera en que trabajaban y el cómo se relacionaban con sus grupos de interés para adaptarse al nuevo contexto y continuar generando valor.

Para muchas empresas el continuar con sus actividades, dando al mismo tiempo prioridad a sus empleados fue todo un aprendizaje. Tal es el caso de Nestlé, quien la pandemia la tomó como una oportunidad de fortalecer la cultura del bienestar integral interior de la compañía y de esta manera, permear esos valores a más hogares, mejorando la calidad de vida de familias, siendo la razón que le ha llevado a estar dentro del reconocimiento de Buenas Prácticas en la categoría de Nuevas Formas de Trabajo.

La categoría reconoce a quienes adaptaron sus estrategias para responder a los cambios generados en su entorno manteniendo la fuente de empleo para sus colaboradores y cumpliendo los lineamientos para la seguridad sanitaria de las personas.

Nestlé estableció 3 estrategias para apoyar a sus colaboradores.

Estrategia de bienestar integral

Con la finalidad de impulsar nuevas formas de trabajo y generar un impacto 100% positivo, Nestlé desarrolló la estrategia de Bienestar Integral, el cual brinda herramientas a sus colaboradores y a sus seres queridos, permitiéndoles tener una vida más saludable en todos los ámbitos: físico, psicológico, económico y familiar.

Bienestar Físico

Para incentivar hábitos saludables en sus rutinas y brindar apoyo a aquellas personas y sus familias, cuya salud se encuentra en riesgo por problemas relacionados a la nutrición. Las principales actividades que se llevan a cabo en este ámbito son: Asesoría nutricional a través de planes nutricionales personalizados y actividades para fomentar la actividad física, el trabajo en equipo y la mejora de hábitos nutricionales a través de #retosbienestar.

Bienestar Emocional

En el caso de este pilar las acciones se orientan a sensibilizar a sus colaboradores sobre la importancia de la salud mental y emocional, así como a ayudarlos a generar estilos de vida más equilibrados que contribuyan a su bienestar. Las principales iniciativas que realizan son: plataforma digital de acompañamiento emocional y sesiones de terapia psicológica online.

Bienestar Social y Financiero

Dentro de su programa Nestlé reconoce también la importancia de fomentar la convivencia familiar y el cuidado de las finanzas del hogar, por ello impulsan actividades orientadas a fortalecer estas prácticas entre sus colaboradores, de manera que puedan desarrollar vínculos más sanos y sólidos en el hogar. Las principales acciones que implementan son: Actividades recreativas y de integración familiar, Cursos de finanzas personales mensuales y el apoyo a pymes de los familiares de colaboradores mediante el programa “unidos desde casa”.

A través de esta estrategia, además de contribuir de manera directa al bienestar de sus trabajadores y sus familias, Nestlé genera valor compartido con sus grupos de interés al reforzar su propósito de desarrollar el poder de la alimentación, para mejorar la calidad de vida, hoy y para las generaciones futuras.

Con estas acciones, la firma refuerza sus operaciones y garantiza alianzas y el trabajo colaborativo con otras organizaciones, al detectar más áreas de oportunidad que deben ser atendidas.

El impacto del programa de Bienestar de Nestlé beneficio a:

+700 personas recibieron consulta nutricional.

+1,500 kilos perdidos.

El personal vulnerable tuvo una mejora importante en su salud

+1,600 usuarios en Cuéntame.

+5,300 personas disfrutaron de clases de meditación y yoga.

+2,600 horas de terapia impartidas.

68% de mejora de la autopercepción emocional

3,500 interacciones e iniciativas recreativas y de integración familiar.

20 cursos de finanzas personales realizados.

+90 pymes apoyadas con “Unidos desde casa”.

En el año 2023, la compañía fue reconocida por contar con prácticas sobresalientes por los programas: Niños Saludables y Trash-Later. (Nestlé México, 2023).

Nestlé México fue reconocida como una Empresa Excepcional por contribuir a los Objetivos de Desarrollo Sostenible a través de su iniciativa Nestlé por Niños Saludables, que tiene como objetivo unificar y acelerar esfuerzos orientados a lograr la ambición de ayudar a 5 millones de niñas y niños. La práctica desarrolla esfuerzos dirigidos a ayudarlos a llevar vidas más saludables al 2025, promoviendo 10 hábitos alimenticios que se enfocan en 3 pilares: salud, bienestar y sustentabilidad, contribuyendo a mejorar su calidad de vida.

“En Nestlé nos hemos propuesto promover en la infancia de México la Agenda 2030 y sus Objetivos de Desarrollo Sostenible, es por ello que, el recibir este reconocimiento nos impulsa a seguir sumando al desarrollo de una niñez saludable y sustentable” Inti Pérez Gerente de Creación de Valor Compartido de Nestlé México

Asimismo, también fue reconocida como Buena Práctica, por acelerar la digitalización, Trash-Later, el primer traductor de basura con el que los consumidores aprenderán a transformar correctamente sus residuos. Sólo tienen que ingresar a https://trashlater.ecolana.com.mx/, subir una foto del producto que deseen reciclar o escribir una palabra clave y el sistema les arrojará los pasos a seguir para desecharlos adecuadamente, así como ubicar el centro de acopio especializado de ECOLANA cercano a su domicilio para depositarlos.

La práctica contribuye a generar conciencia ambiental en clientes y consumidores, al enseñar la manera en que se pueden reciclar los materiales con los que se empaca, envasa o se contienen los productos.

Con este tipo de reconocimientos para Nestlé en México y el mundo, contribuye a el propósito principal que consiste en desarrollar todo el poder de la alimentación, para mejorar la calidad de vida de las personas, hoy y para las generaciones futuras.

Reporte del estudiante:

1. ¿Consideras que el Reconocimiento de Empresas Excepcionales contribuye a el mejoramiento de la calidad de las organizaciones? Justifica tu respuesta.
2. ¿Cuáles son las principales similitudes entre el PNC y el Reconocimiento de Empresas Excepcionales?
3. ¿Cuáles son las principales diferencias entre el PNC y el Reconocimiento de Empresas Excepcionales?
4. ¿Cuáles son los beneficios que obtiene la empresa Nestlé al haber sido ganadora dos años consecutivos en 3 categorías diferentes?
5. Analiza los programas establecidos por Nestlé, ¡cual de estos programas consideras que tiene el mayor impacto positivo en la sociedad? Justifica tu respuesta.
6. ¿Consideras que los programas de Responsabilidad Social se pueden llevar a cabo y mejorar asi la capacidad competitiva de las organizaciones? Justifica tu respuesta.
7. Qué propuesta de mejora en cuanto a categorías de participación puedes proponer.

Tema 5. Actividad 5. Quiz "Normatividad de Calidad"

Resolver de forma individual el Quiz que se encuentra en la app Quizizz "Normatividad de Calidad", con acceso a través de la siguiente liga:

https://quizizz.com/join/quiz/65a80f5ef6d8a670731c34df/start?studentShare=true

Se recomienda que se realiza el Quiz en el salón de clase, utilizar la opción: Sesión con instructor- Empezar un examen-Ritmo del profesor. No compartir la liga con los estudiantes, porque tendrían acceso a las respuestas. Se anexa el Quiz.

QUIZIZZ Hojas de trabajo

Nombre

Normatividad de Calidad

Total de preguntas: 10

Clase

Tiempo de la hoja de trabajo: 5minutos

Nombre del instructor: Ms. Norma Otilia Calderon Rios

Fecha

1. Es un reconocimiento que se otorga a empresas mexicanas que se destacan por su competitividad y la calidad de sus productos

   a) El premio princesa de Asturias
   b) El premio Malcolm Baldrige
   c) El premio Deming
   d) El premio a la excelencia empresarial

2. El reconocimiento "Empresas Excepcionales" se otorga a empresas que destacan por su _____

   a) calidad
   b) labor social
   c) productividad
   d) competitividad

3. ¿Cuál de las siguientes es una de las atribuciones de La FDA (food and drug administration)?

   a) Regular la comercialización de productos de tabaco
   b) Regular el consumo de bebidas alcohólicas
   c) Fabricar medicinas
   d) Importar medicinas

4. ¿Cual de los siguientes es un principio de la norma ISO 9001:2015 que no tiene la norma ISO 9000:2008?

   a) Liderazgo
   b) Enfoque basado en procesos
   c) Evalúa los posibles riesgos que afecten los objetivos
   d) Se enfoca al cliente

5. ¿Cuál de las siguientes norma ISO se enfoca en la gestión del medio ambiente?

   a) ISO 20000
   b) ISO 50001
   c) ISO 14001
   d) ISO 9001

6. ¿Cuál de las siguientes es un área para la cuál ISO NO ha creado normas?

a) Logística marítima
b) Software
c) Innovación
d) COVID 19

7. ¿Cuál de las siguientes empresas ha obtenido el premio PREXCEL?

a) Schunk
b) Ninguna
c) Roshfrans
d) CFE

8. En el premio Malcolm Baldrige, ¿cuál es el criterio que vale más puntos?

a) Liderazgo
b) Planeación estratégica
c) Resultados del negocio
d) Gestión de procesos

9. Los siguientes son beneficios reportados por las empresas ganadoras del premio Malcolm Baldrige, excepto ____.

a) Más rentabilidad
b) Mayor participación del mercado
c) Mejor calidad de vida de los trabajadores
d) Aumento en la productividad

10. El premio Deming solo se otorga a empresas japonesas

a) Verdadero
b) Falso

Tema 6. Mejora continua

Competencia específica: Aplica herramientas de mejoramiento de los procesos para obtener productos de calidad.

Actividades de aprendizaje:

- En dinámica grupal analiza y comprende las áreas de aplicación del método Taguchi en la mejora de la calidad. Elabora resumen.
- En cuadro de dos vías explica la función de pérdida de la calidad.
- En equipo realiza una práctica de aplicación del modelo Kaizen.
- Resolver un caso de aplicación del método de las 9´s.
- Resuelve de forma individual el Quizz del tema.

6.1 Método Taguchi

El método Taguchi se basa en la definición de calidad propuesta por el Dr. Taguchi quién establece que la consistencia es el factor más importante en la elaboración de un producto. Para lograr la consistencia deseada, los esfuerzos deben enfocarse en las etapas de diseño y desarrollo de los productos no en la etapa productiva. El objetivo principal del método Taguchi es minimizar la variabilidad (tener consistencia) usando un diseño de experimentos que toma en cuenta solo los factores principales que afectan la característica de calidad, así como los elementos que provocan ruido y que son inevitables al usar los productos. Por ejemplo, si se quiere producir una caja de cartón resistente, los factores principales podrían ser el proveedor del papel (principal materia prima), el pegamento usado y la velocidad de los rodillos. Un posible factor de ruido podría ser el tipo de vehículo utilizado para entregar las cajas al cliente. Para encontrar la combinación de factores que maximice la resistencia de las cajas se debe diseñar un experimento factorial que puede requerir decenas de costosos experimentos y semanas o meses para su realización y análisis. Para el diseño de experimentos Taguchi sugiere utilizar el menor diseño fraccional posible denominado “arreglo ortogonal” para reducir el número de experimentos y obtener inferencias válidas para los factores principales, descartando la posibilidad de que las interacciones entre los factores tengan algún efecto significativo en la característica de calidad que está siendo observada.

En la Tabla 6.1 se muestra el diseño L9: 4 factores a tres niveles cada uno.

Tabla 6.1

Diseño L9: 4 Factores a Tres Niveles Cada Uno

Experiment Number	***Column***			
	1	*2*	*3*	*4*
1	*1*	*1*	*1*	*1*
2	*1*	*2*	*2*	*2*
3	*1*	*3*	*3*	*3*
4	*2*	*1*	*2*	*3*
5	*2*	*2*	*3*	*1*
6	*2*	*3*	*1*	*2*
7	*3*	*1*	*3*	*2*
8	*3*	*2*	*1*	*3*
9	*3*	*3*	*2*	*1*

Fuente: https://www.york.ac.uk/depts/maths/tables/orthogonal.htm

De acuerdo con la tabla, solo es necesario realizar 9 experimentos. En el experimento 5, los factores 1, 2, 3 y 4 su fijarán en los niveles 2, 2, 3 y 1 respectivamente. Para un diseño factorial completo se requieren 81 experimentos (3^4) mientras que en el diseño ortogonal se requieren solo 9 experimentos. La principal desventaja de los diseños ortogonales es que, como se mencionó anteriormente, no se pueden obtener inferencias sobre el efecto de las interacciones de los factores. Taguchi sugiere que para el diseño de experimentos se seleccionen variables (factores) que no interactúen entre ellas lo cual es difícil de lograr sin realizar los experimentos que objetivamente determinen que las interacciones entre variables son despreciables.

El método Taguchi consiste en 8 etapas:

1. Identificar la función principal del producto (por ejemplo, resistencia al peso)

2. Identificar la característica de calidad, condiciones de prueba y factores de ruido (por ejemplo, el peso que soporta la caja armada antes de fallar, pruebas en sitio del cliente, tipo de transporte usado para transportar las cajas sin armar de la fábrica al cliente)
3. Identificar la función objetivo a ser optimizada
4. Identificar los factores a controlar y sus niveles (por ejemplo, 3 proveedores, 3 tipo de pegamento y 3 posibles velocidades de operación de los rodillos.
5. Seleccionar el diseño ortogonal (por ejemplo, L9)
6. Realizar los experimentos
7. Analizar los resultados y determinar los niveles óptimos de operación
8. Realizar el experimento o experimentos de validación de resultados y planear acciones futuras

6.2 Función de Pérdida de la Calidad

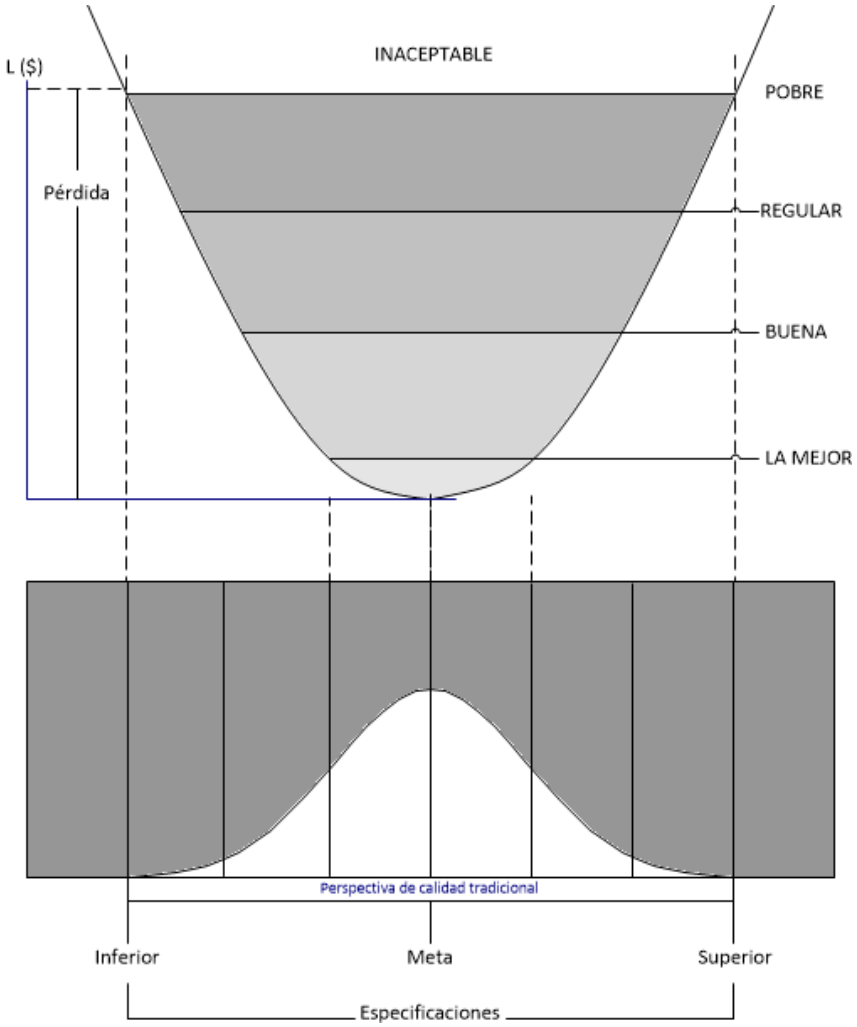
Se dice que un producto que cumple con las especificaciones establecidas es un producto de calidad. Si las especificaciones de longitud de un producto son 15 ± 2 mm, un producto que mide 16.95 mm es aceptable (cliente satisfecho) mientras que un producto que mida 17.05 mm es defectuoso (cliente insatisfecho) a pesar de que la diferencia en longitud de los dos productos es apenas 0.1 mm. El Dr. Genichi Taguchi estaba convencido que la visión de calidad donde había puntos que dividían de manera tajante la satisfacción de la insatisfacción no era correcta y propuso que en lugar de solo cumplir con las especificaciones se debía tratar de minimizar la variación. En este sentido, cualquier desviación de la meta provoca un costo a la sociedad que se puede medir en términos retrasos, fallas, insatisfacción del cliente, desperdicio, retrabajo y devoluciones.

La función de pérdida de Taguchi es una expresión matemática que cuantifica la relación entre la calidad de un producto y la pérdida financiera asociado con la desviación de la calidad del producto con respecto a la meta.

En la Imagen 6.1 se puede observar la función de pérdida de la calidad contrastada con la curva normal de los métodos tradicionales. (Ingeniería Industrial on line, 2023)

Imagen 6.1

Función de Pérdida de la Calidad.



La fórmula matemática propuesta por Taguchi es la ecuación cuadrática que se muestra enseguida:

$$L(x) = k(x - T)^2$$

Donde:

L(x) = la pérdida financiera asociada con una desviación de la meta.

K = una constante que determina la velocidad con la que la pérdida financiera se incrementa en función de las desviaciones del valor meta.

X = el valor real de la característica de calidad que está siendo evaluada.

T = el valor meta o ideal de la característica de calidad que está siendo medida.

Ejemplo:

La longitud de un perno de seguridad es la característica clave de calidad y se ha establecido que el perno debe medir 15 mm con una tolerancia de ± 2 mm. Cuando el perno se sale de las especificaciones, la pieza dende se coloca falla y se ha estimado que el costo es de $400 por cada pieza que falla. Determinar

a. la función de falla
b. el costo cuando un perno mide 16.5 mm

Solución:

a. $L(x) = 400 = k\,(2)^2$

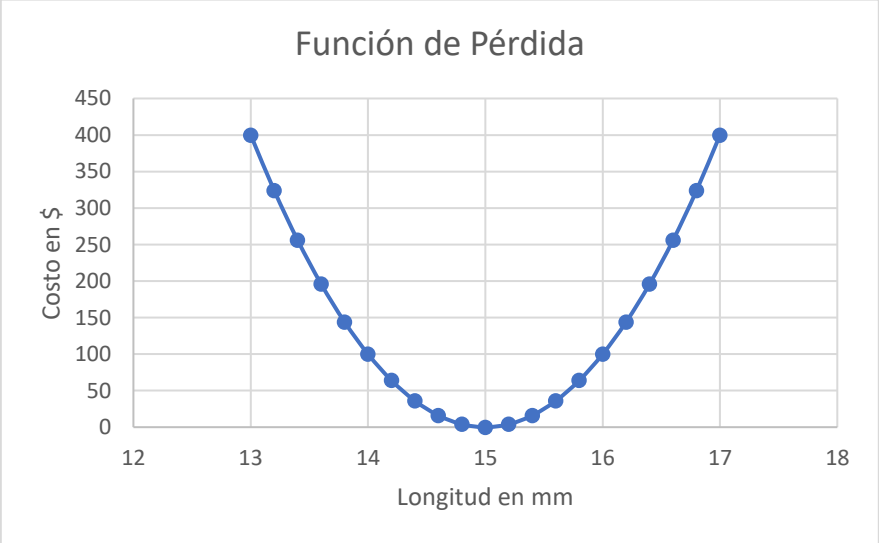
$k = 400/4 = 100$ y la función de pérdida es $L(x) = 100\,(x\text{-}15)^2$

b. $L\,(16.5) = 100(16.5\text{-}15)^2 = \$225$

La función de pérdida de Taguchi para el perno se muestra en la Imagen 6.2

Imagen 6.2

Función de Pérdida de la Calidad en la Fabricación de Pernos



La función de Taguchi puede ser utilizada como una herramienta de mejora de la calidad evaluando el costo esperado de la calidad actual, implementando mejoras y evaluando el costo de calidad después de las mejoras.

Ejemplo:

Con los datos del problema anterior k = 100 y T =15 Se recopilaron datos del proceso midiendo la longitud de 100 pernos en forma aleatoria. En la Tabla 6.2 se muestran las mediciones obtenidas de la longitud de los pernos en milímetros.

Tabla 6.2

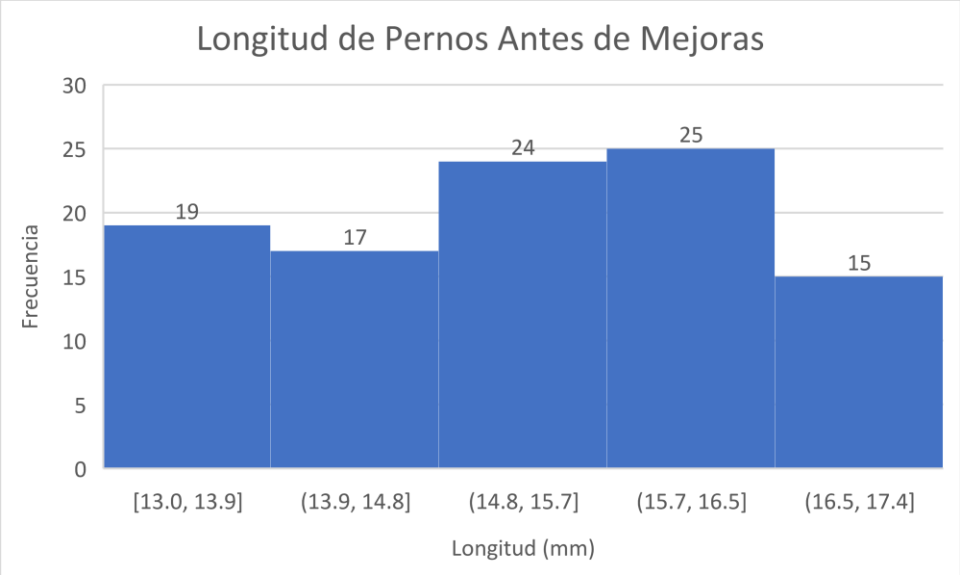
Longitud de los Pernos en mm.

Longitud de los Pernos (mm)									
16.8	16.1	15.6	14.8	15.1	15.3	13.8	15.8	13.7	16.2
13.9	13.2	13.0	13.5	14.5	14.0	14.9	13.4	15.1	15.9
15.6	14.3	16.7	14.9	17.0	15.1	15.2	16.1	17.0	17.0
15.1	16.4	15.4	16.9	16.5	16.0	13.1	15.7	16.9	15.4
14.3	15.6	16.0	15.6	16.4	16.1	16.5	14.0	15.2	15.2
15.5	14.4	15.8	14.4	15.7	14.4	13.4	14.6	13.4	13.8
14.5	16.1	16.3	15.3	15.7	16.3	13.2	16.9	15.7	15.8
16.5	16.6	15.1	16.3	16.5	16.9	13.6	15.5	14.4	14.6
15.5	15.1	16.7	13.4	13.8	13.4	13.7	14.6	16.7	16.1
13.7	16.2	16.9	13.7	14.6	14.3	16.3	13.3	14.8	14.7

Se elaboró el histograma de las 100 mediciones de los pernos, éste se muestra en la Imagen 6.3.

Imagen 6.3

Histograma. Mediciones de los Pernos mm



En el histograma se observa que la distribución es uniforme y que ningún perno se sale de las especificaciones. Sin embargo, de acuerdo con Taguchi, a pesar de que no hay pernos fuera de las especificaciones, al desviarse de la longitud meta que es de 15 mm, el costo financiero esperado por cada perno producido se calcula con la función de pérdida de Taguchi. En la Tabla 6.3 se muestran los cálculos correspondientes.

Tabla 6.3

Cálculos de la Pérdida de Calidad de los Pernos

Marca clase	Frecuencia	Marca*frecuencia	(Marca-Media)^2*frecuencia	L(x)
13.45	19	255.6	59.73	45.65
14.35	17	244.0	12.96	7.18
15.25	24	366.0	0.0175	1.5
16.1	25	402.5	19.23	30.25
16.95	15	254.3	44.74	57.037
		1522.3	136.7	141.62

Las marcas de clase se obtienen del histograma con la fórmula $MC_i = \frac{LI_i + LS_i}{2}$ donde MC_i es la marca de clase *i*, LI_i es el límite inferior de la clase (barra) i y LS_i es el límite superior de la case *i.* Por ejemplo, la marca de clase de la primera clase (*i = 1)* es $MC_1 = \frac{13+13.9}{2} = 13.45$

La frecuencia de cada clase se puede leer en la parte superior de las barras del histograma, Imagen 6.1.

La media de los datos se calcula con la fórmula $Media = \frac{\sum_{i=1}^{m} marca_i * frecuencia_i}{n} = \frac{1522.3}{100} = 15.22$

Donde *m* es el número de clases en el histograma, Imagen 6.1

La varianza de los datos agrupados se calcula con la fórmula:

$$Var(x) = \frac{\sum_{i=1}^{m}(marca_i - media)^2 * frecuencia_i}{n-1}$$

$$Var = \frac{136.7}{99} = 1.38$$

La desviación estándar es $S = \sqrt{1.38} = 1.17$

La pérdida financiera esperada se calcula como $E[L(x)] = \sum_{i=1}^{m} k(marca_i - meta)^2 * FR_i$ Donde FR_i es la frecuencia relativa de la clase *i*. Por ejemplo, la frecuencia relativa de la primera clase es 19/100 = 0.19 y L(x) para la primera clase es $L_1(x) = 100(13.45 - 15)^2 * 0.19 = 45.65$

La pérdida financiera esperada por cada perno producido en las condiciones actuales es la suma de las pérdidas de las 5 clases es decir E[L(x)] = $141.62

Se analizó la información obtenida observándose que el centrado del proceso está sesgado a la derecha y que los datos están muy dispersos ya que muchos de ellos están alejados de la meta. Debido a estas observaciones se emprendieron proyectos de mejora en dos áreas: centrado del proceso y reducir la variación. Después de varias semanas de trabajo se

terminaron los proyectos y para propósitos comparativos se decidió tomar una muestra aleatoria de 100 pernos obteniéndose los resultados mostrados en la Tabla 6.4.

Tabla 6.4

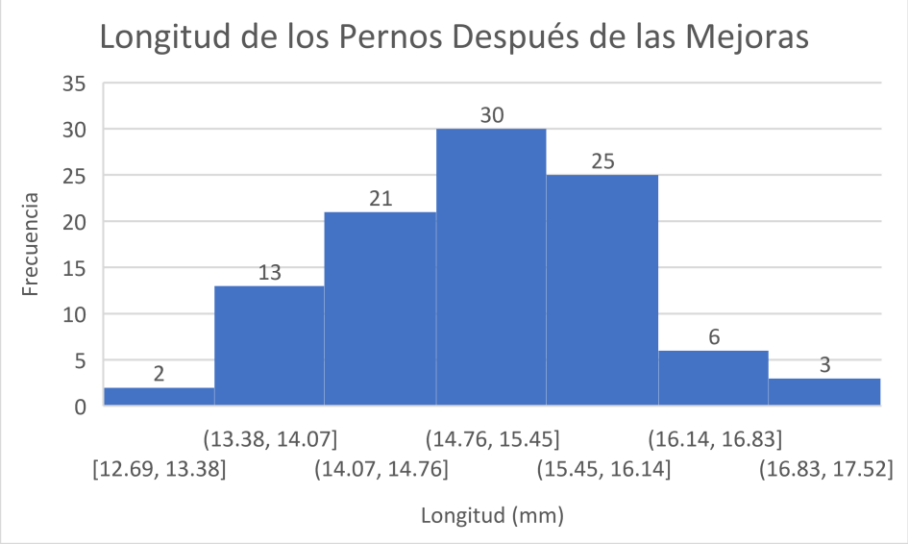
Longitud de los Pernos mm. Después de Implementar las Mejoras

Longitud de los Pernos (mm)									
16.01	13.92	15.68	15.60	16.10	14.15	15.61	13.71	15.59	15.59
15.54	14.70	15.44	16.90	15.53	14.40	15.22	14.82	14.80	15.44
15.04	15.35	15.29	15.51	15.43	16.17	14.97	12.74	15.21	15.11
14.74	16.60	16.00	15.67	14.99	13.81	16.31	14.85	15.42	14.66
16.02	14.33	13.55	15.29	16.09	13.48	13.76	14.81	14.23	14.24
15.30	15.82	16.11	14.66	15.35	14.51	14.13	15.73	14.02	14.12
14.20	15.87	15.81	14.41	16.05	15.21	14.32	13.49	17.16	15.49
14.70	14.28	14.51	16.12	15.47	14.78	15.04	13.55	15.18	14.93
15.02	16.23	15.77	13.64	16.85	14.84	15.86	14.03	13.85	14.63
14.29	15.17	12.69	13.55	15.29	16.73	16.69	15.18	15.36	14.44

En la Imagen 6.4 se muestra el histograma correspondiente.

Imagen 6.4

Histograma. Mediciones de los Pernos mm Después de Implementar las Mejoras



La Tabla 6.5, muestra los cálculos que se requieren para determinar el valor esperado de la pérdida financiera E[(L(x)].

Tabla 6.5

Cálculos de la Pérdida de Calidad de los Pernos Después de la Implementación de las Mejoras

Marca clase	**Frecuencia**	**Marca*frecuencia**	**(Marca-Media)^2*frecuencia**	**L(x)**
13.035	2	26.07	8.176968	7.72245
13.725	13	178.425	23.064912	21.133125
14.415	21	302.715	8.655444	7.186725
15.105	30	453.15	0.06912	0.33075
15.795	25	394.875	13.6161	15.800625
16.485	6	98.91	12.235104	13.23135
17.175	3	51.525	13.457772	14.191875
		1505.67	E[L(x)]=	79.5969

Media = 15.05

Var = 0.136

Desviación estándar = 0.37

Como se puede observar en el histograma, algunos pernos no cumplen con las especificaciones, pero a pesar de eso, la pérdida financiera esperada es casi 50% menor a la pérdida que se tenía antes de las mejoras. Nótese que la dramática reducción en la pérdida financiera de debe en su mayor parte a la reducción de la variación y no tanto al ajuste en el centrado del proceso ya que la media solamente cambio de 15.22 a 15.05 mientras que la desviación estándar cambió de 1.17 a 0.37.

Para concluir, si bien la hipótesis de la función de pérdida de calidad dista en esencia de los métodos de control de la variación tradicionales, no quiere decir que se opongan en la práctica. De hecho, es común que muchas compañías opten por implementar un modelo de control de la variación basado en la conformidad con relación a los límites de especificación;

y luego, implementen la función de pérdida de la calidad como filosofía de mejoramiento continuo, con el propósito de enfocarse en el producto perfecto para el cliente.

Caso Método Taguchi

1-5 Case Study: Polyethylene Film *

A supplier in Japan made polyethylene film with a nominal thickness 0f 0.039 in (1.0 mm) that is used for greenhouse coverings. The customers want the film to be thick enough to resist wind damage but not too thick to prevent the passage of light. The producers want the film to be thinner to be able to producer more square feet of material at the same cost. A plot of these contradictory desires is shown in Fig. 1-4. At the same time, the national specifications for film thickness should be 0.039 ± 0.008 in (0.02 mm) consistently. The company made an economic decision to reduce the nominal thickness to 0.032 in (0.82 mm), and with their ability to produce film within 0.0008 in of the nominal, all of the products would meet the national specification. This would reduce manufacturing costs and increase profits.

However, that same year strong typhoon winds caused a large number of the greenhouses to be destroyed. The cost to replace the film had to be paid by the customer, and these costs were much higher than expected. Both of these costs can be seen in Fig. 1-4. What had not been considered by the film producer was the fact that the customer's cost would rise while the producer's cost was falling. The loss function, loss to society, is the upper curve, which is the sum of the producer's and customer's curves. This curve does show the proper thickness for the film to minimize loss to society, and this is where the nominal value of 0.039 in is located.

Looking at the loss function one can easily see that as the film gats thicker from the nominal of 0.039 in the producer is losing money, and when the film gets thinner from the nominal, the customer is losing money. The producer is obligated by being part of the society to fabricate film with a nominal of 0.039 in and to reduce variation of that thickness to a low amount. In addition, it will save money for society, to further reduce the manufacturer's capability from ± 0.0008 in (losses are lower closer to the nominal value).

If the producer does not attempt to hold the nominal thickness at 0.039 in and cause ab additional loss to society, then this is worse than stealing from the customer. If someone steals $10.00, the net loss to society is zero; someone has a $10.00 loss, and the thief has a $10.00 gain. If, however, the producer causes an additional loss to society, everyone in society has suffered some loss. A producer who saves less money than the customer spends on repairs has done something worse than stealing from the customer. After this experience, the national specification was changed to make the average thickness produced 0.039 in. The tolerance was left unchanged at ± 0.0008 in.

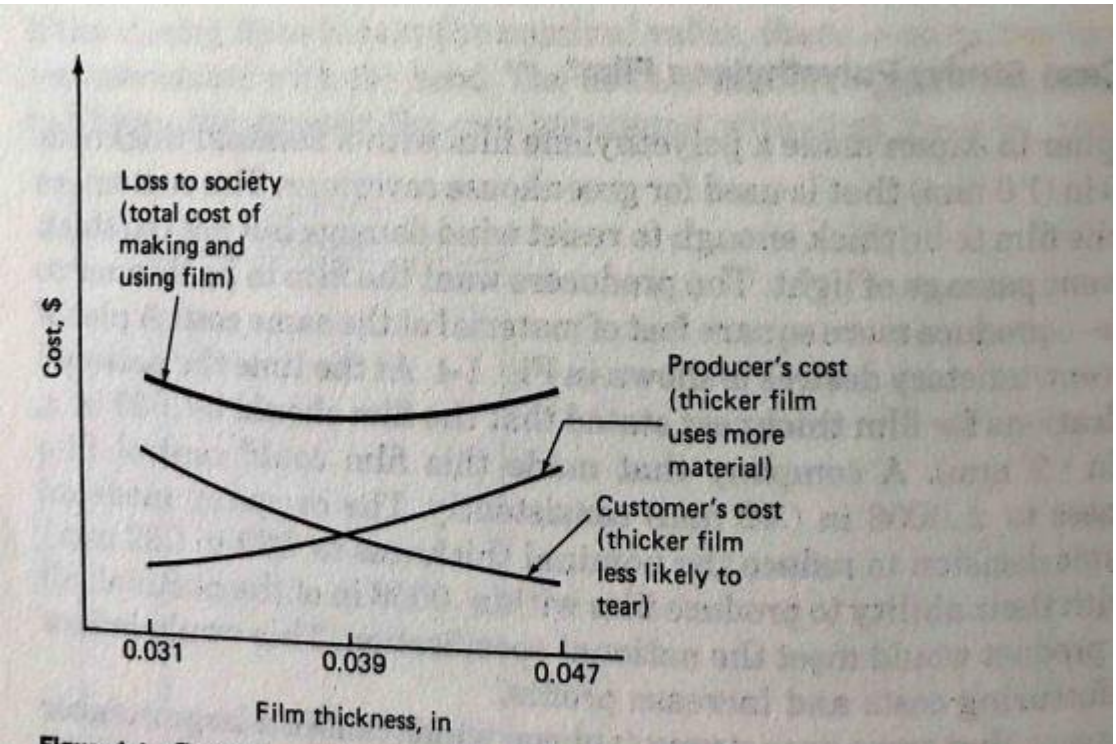


Figure 1-4 Costs associated with greenhouse film. (*Reproduced from Genichi Taguchi and Yu-in Wu,* Off-line Quality Control. *Central Japan Quality Control Association, Nagaya, 1979, p. 7. Used by permission.*)

*Nota: corrección en el último renglón del caso "la tolerancia permaneció sin cambios en ±0.008"

Fuente: Phillip J. Ross, Taguchi Techniques for Quality Engineering, McGraw-Hill, 1988.

Preguntas para discusión:

1. Suponiendo que la desviación estándar del espesor de la película producida es 0.0003 pulgadas, que el espesor de la película de polietileno está normalmente distribuido y que las especificaciones vigentes son 0.039±0.008 pulgadas, a. ¿qué porcentaje del producto será defectuoso si el espesor promedio producido es 0.039? b. ¿qué porcentaje del producto será defectuoso si el espesor promedio producido es 0.032?
2. Si la especificación requerida por el gobierno de Japón hubiese sido C_{pk} = 1.33, ¿la empresa hubiera cumplido el requisito cuando decidieron que el espesor promedio producido fuera 0.032? Considere que la desviación estándar del espesor es 0.0003 pulgadas.

Solución

1. a. Calcular el área a la izquierda del límite inferior de especificación:

$Z_1 = \frac{0.031-0.039}{0.0003} = -26.67$; por lo tanto, el área a la izquierda de 0.031 es 0.

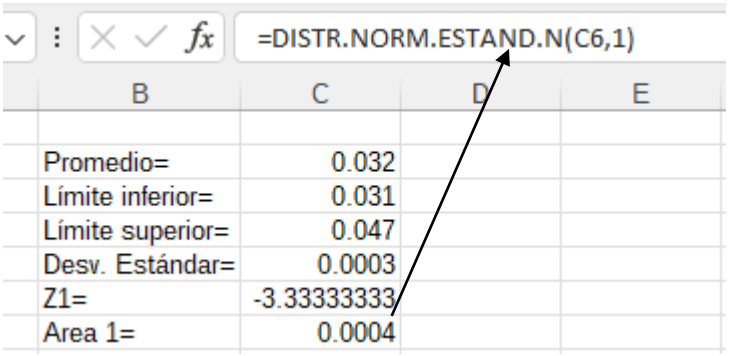
Calcular el área a la derecha del límite superior de especificación.

$Z_1 = \frac{0.047-0.039}{0.0003} = 26.67$; por lo tanto, el área a la derecha de 0.047 es 0.

El porcentaje de productos que está fuera de especificaciones es 0%.

1. b. Calcular el área a la izquierda del límite inferior de especificación:

$Z_1 = \frac{0.031-0.032}{0.0003} = -3.33$; por lo tanto, el área a la izquierda de 0.031 es 0.0004.



Calcular el área a la derecha del límite superior de especificación.

$Z_2 = \frac{0.047-0.032}{0.0003} = 50$; por lo tanto, el área a la derecha de 0.047 es 0.

El porcentaje de productos que está fuera de especificaciones es 0.04%.

A pesar de la enorme disminución en el espesor promedio producido, el porcentaje de producto defectuoso es muy pequeño y para efectos prácticos, la empresa estaría cumpliendo con las especificaciones establecidas.

2.

$$C_{pk} = min\left\{\frac{0.032 - 0.031}{3(0.0003)}, \frac{0.047 - 0.032}{3(0.0003)}\right\} = 1.11$$

Como el C_{pk} calculado es menor que el C_{pk} requerido, la empresa no hubiera cumplido con el requisito de C_{pk}.

6.3 Modelo Kaizen

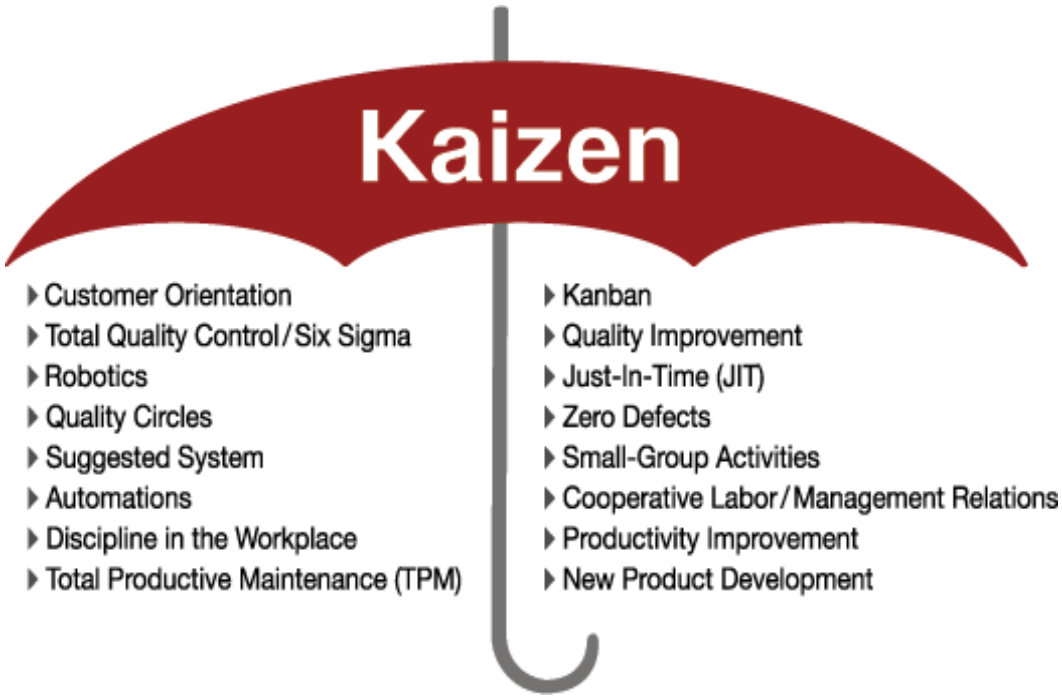
Kaizen se compone de dos palabras japonesas: kai (cambio) y zen (bueno). Kaizen es una filosofía inicialmente utilizada por Toyota en la década de las 80´s que se enfoca en la mejora continua a partir de pequeñas mejoras con el objetivo de minimizar el desperdicio, reducir el número de defectos, incrementar la productividad, mejorar la moral de los trabajadores y promover la innovación.

Kaizen fue el resultado de los esfuerzos del consultor norteamericano W. Edwards Deming quién sostenía que el control de la calidad debía estar en las manos de los trabajadores. El éxito de Kaizen en Toyota y otras empresas orientales se debió principalmente a la implementación de los círculos de calidad, un grupo de trabajadores que se reunían después de terminada su jornada laboral para analizar los problemas de las líneas de producción. Mediante el uso de herramientas como el mapeo de la cadena de valor (VSM – value stream mapping), las 5 S´s, diagrama de Pareto y el diagrama de Ishikawa, los trabajadores analizaban problemas y proponían soluciones que generalmente eran implementadas logrando mejoras marginales que, a la larga se convertían en mejoras significativas. Una de las frases que identifican a Kaizen es: "¡Hoy mejor que ayer, mañana mejor que hoy!

Como se puede apreciar en la Imagen 6.5, la filosofía Kaizen contempla el uso de varias prácticas, metodologías y conceptos que se encuentran relacionadas con la filosofía de mejora continua.

Imagen 6.5

Filosofía Kaizen. (ExceLence Management, 2016)



Principios fundamentales del Kaizen

Para la implementación de una filosofía Kaizen se deben aplicar los cuatro principios fundamentales que son:

1. Optimización de los recursos actuales: La tendencia de las organizaciones que pretenden alcanzar una mejora es adquirir nuevos recursos. Para implementar Kaizen el primer paso consiste en un análisis profundo del grado de utilización de los recursos actuales, del mismo modo que se buscan alternativas para mejorar el uso y el funcionamiento de estos.
2. Rapidez para la implementación de soluciones: Sí las soluciones a los problemas que se han identificado se fijan a plazos largos de ejecución, no se está practicando Kaizen. Un principio básico del Kaizen es la de minimizar los procesos burocráticos de análisis y autorización de soluciones; en caso de que los problemas sean de bastante complejidad, Kaizen propone desagregar el problema en pequeños hitos de sencilla solución. “Cuanto más simple y sencillo mejor”.
3. Criterio de bajo o nulo costo: El Kaizen es una filosofía de mínima inversión que complementa la innovación, de ninguna manera estimula que un parámetro de gestión se mejore mediante el uso intensivo de capital dejando de lado la mejora continua. Las alternativas de inversión que propone se centran en la creación de mecanismos de participación y estímulo del personal.
4. Participación activa del operador en todas las etapas: Es fundamental que el operador se vincule de forma activa en todas las etapas de las mejoras, incluyendo la planificación, el análisis, la ejecución y el seguimiento. El primer mito que desestima el Kaizen es aquel de que "Al operador no se le paga para pensar". Esta filosofía se sustenta en que es el operador el mejor sabedor de los problemas atribuibles a la operación con la que convive.

Para implementar Kaizen de manera sistemática se puede aplicar el ciclo de mejora continua de Shewhart o círculo de Deming (PHVA). Como alternativa se puede usar el proceso

mostrado a continuación que es más específico y que sirve como una excelente guía para desarrollar proyectos Kaizen:

1. Hacer que los empleados se involucren. Este es posiblemente el paso más difícil de la implementación de Kaizen ya que requiere que varias personas estén de acuerdo en reunirse para identificar y analizar problemas y para proponer soluciones. Sin embargo, debido a la cultura japonesa, la cooperación entre empleados es mucho más fácil que la cooperación de los empleados en occidente.
2. Listar los problemas a resolver mediante lluvia de ideas.
3. Alentar la propuesta de soluciones y adoptar una idea. En esta etapa se utilizan herramientas como el diagrama de Parteo y el diagrama de Ishikawa.
4. Probar la solución.
5. De manera frecuente, medir y analizar los resultados.
6. Si la medida implementada es exitosa, adoptar la solución y transferir el conocimiento a otras áreas.
7. Repetir el proceso de manera continua.

6.4 Las 9 S s

Las 9 S es una técnica creada por Toyota en la década de los 60´s con el objetivo de incrementar la productividad mejorando el lugar de trabajo. Originalmente la técnica consistía en solamente 5 S: seiri (eliminar lo no necesario), seiton (organizar lo necesario), seiso (limpiar e inspeccionar el área de trabajo), seiketsu (estandarizar las primeras 3 S) y shitsuke(aplicar de manera continua y consistente los estándares de las 5 S). Poco después de que se crearon las 5 S, se agregaron 4 nuevos principios para asegurar que la técnica de las 5 S fuera adoptada. Las 4 S que se agregaron son: shikari (mantener firmeza en las acciones), Shitsukoku (perseverar), seishoo (coordinar) y seido (estandarizar todas las reglas).

La técnica de las 5 S es probablemente la herramienta más utilizada en la manufactura esbelta (lean manufacturing) y forma parte integral del sistema de producción de Toyota (TPS) y es fundamental para el mantenimiento productivo total (TPM). El éxito de las 5 S se debe a que

es una herramienta que requiere poca inversión que provee grandes beneficios en el corto, mediano y largo plazo para las empresas.

En la Imagen 6.6 se muestra los componentes y definiciones de las 9 S.

Imagen 6.6

Las 9 S. Componentes y Definiciones.



Fuente: Grupo Q. (s.f.). Consultoría en competitividad.

- Seiri. Consiste en clasificar los objetos que no son necesarios o que no se usan frecuentemente y separarlos para decidir si deben almacenarse, venderse, rematarse, regalarse o descartarse.
- Seiton. Consiste en ordenar el lugar de trabajo donde cada objeto tenga un espacio asignado de manera que las tareas se puedan hacer en el menor tiempo posible sin necesidad de buscar los objetos.

- Seiso. Consiste en mantener limpio el lugar de trabajo. Además, cada persona es responsable de detectar anomalías tanto en la operación como la conservación de las materias primas y productos terminados.
- Seiketsu. Asegurar que las 3 primeras S se apliquen juntas de manera estandarizada repitiendo los procedimientos hasta que se vuelvan una costumbre.
- Shitsuke. Ser disciplinado realizando las tareas de manera continua y consistente, buscando la mejora continua y generando productos de calidad.
- Shikari. Mantener una firme línea de acción al realizar las tareas diarias con una mentalidad positiva aplicando los principios de las 9 S no solo al entorno laboral sino también a las actividades cotidianas como son las labores hogareñas.
- Shitsukoku. Consiste en cumplir con el compromiso adquirido con la empresa de mantener el lugar de trabajo organizado y limpio, buscar la mejora continua y asegurar la calidad de producto.
- Seishoo. Para lograr los objetivos de aumentar la productividad y mejorar la calidad, los trabajadores deben estar coordinados tanto en las actividades que realizan como en los objetivos que se plantean. Para tener coordinación es fundamental la buena comunicación entre los empleados.
- Seido. Consiste en adoptar los cambios que resultaron exitosos para continuar aplicándolos en el futuro en las áreas de la empresa donde se puedan aplicar.

Entre los beneficios que se obtienen con la implementación de las 9 S, se encuentran los siguientes:

1. Se libera espacio al eliminar objetos no necesarios.
2. El equipo y el lugar de trabajo están limpios y las anomalías como una fuga de aceite se pueden detectar fácilmente.
3. La seguridad se mejora al reducir la posibilidad de accidentes debidos a condiciones de trabajo inseguras tales como el piso resbaladizo u objetos que obstruyen el paso.
4. El tiempo de búsqueda de materiales y herramientas se reduce ya que cada objeto tiene un lugar asignado.
5. La productividad se incremente debido a la reducción de movimientos innecesarios.

6. Se incrementa la autoestima de los trabajadores ya que se sienten orgullosos de tener un lugar de trabajo limpio y ordenado.

6.5 Aplicación.

Las diferentes técnicas y metodologías de mejora continua pueden aplicarse a diversas areas productivas y de servicios, como se mencionó anteriormente el lema es "¡Hoy mejor que ayer, mañana mejor que hoy!

Enseguida se muestran de forma ilustrativa algunos ejemplos de aplicación.

Caso Método Taguchi

1-5 Case Study: Polyethylene Film *

A supplier in Japan made polyethylene film with a nominal thickness 0f 0.039 in (1.0 mm) that is used for greenhouse coverings. The customers want the film to be thick enough to resist wind damage but not too thick to prevent the passage of light. The producers want the film to be thinner to be able to producer more square feet of material at the same cost. A plot of these contradictory desires is shown in Fig. 1-4. At the same time, the national specifications for film thickness should be 0.039 ± 0.008 in (0.02 mm) consistently. The company made an economic decision to reduce the nominal thickness to 0.032 in (0.82 mm), and with their ability to produce film within 0.0008 in of the nominal, all of the products would meet the national specification. This would reduce manufacturing costs and increase profits.

However, that same year strong typhoon winds caused a large number of the greenhouses to be destroyed. The cost to replace the film had to be paid by the customer, and these costs were much higher than expected. Both of these costs can be seen in Fig. 1-4. What had not been considered by the film producer was the fact that the customer's cost would rise while the producer's cost was falling. The loss function, loss to society, is the upper curve, which is the sum of the producer's and customer's curves. This curve does show the proper thickness for the film to minimize loss to society, and this is where the nominal value of 0.039 in is located.

Looking at the loss function one can easily see that as the film gats thicker from the nominal of 0.039 in the producer is losing money, and when the film gets thinner from the nominal, the customer is losing money. The producer is obligated by being part

of the society to fabricate film with a nominal of 0.039 in and to reduce variation of that thickness to a low amount. In addition, it will save money for society, to further reduce the manufacturer's capability from ± 0.0008 in (losses are lower closer to the nominal value).

If the producer does not attempt to hold the nominal thickness at 0.039 in and cause ab additional loss to society, then this is worse than stealing from the customer. If someone steals $10.00, the net loss to society is zero; someone has a $10.00 loss, and the thief has a $10.00 gain. If, however, the producer causes an additional loss to society, everyone in society has suffered some loss. A producer who saves less money than the customer spends on repairs has done something worse than stealing from the customer. After this experience, the national specification was changed to make the average thickness produced 0.039 in. The tolerance was left unchanged at ± 0.0008 in.

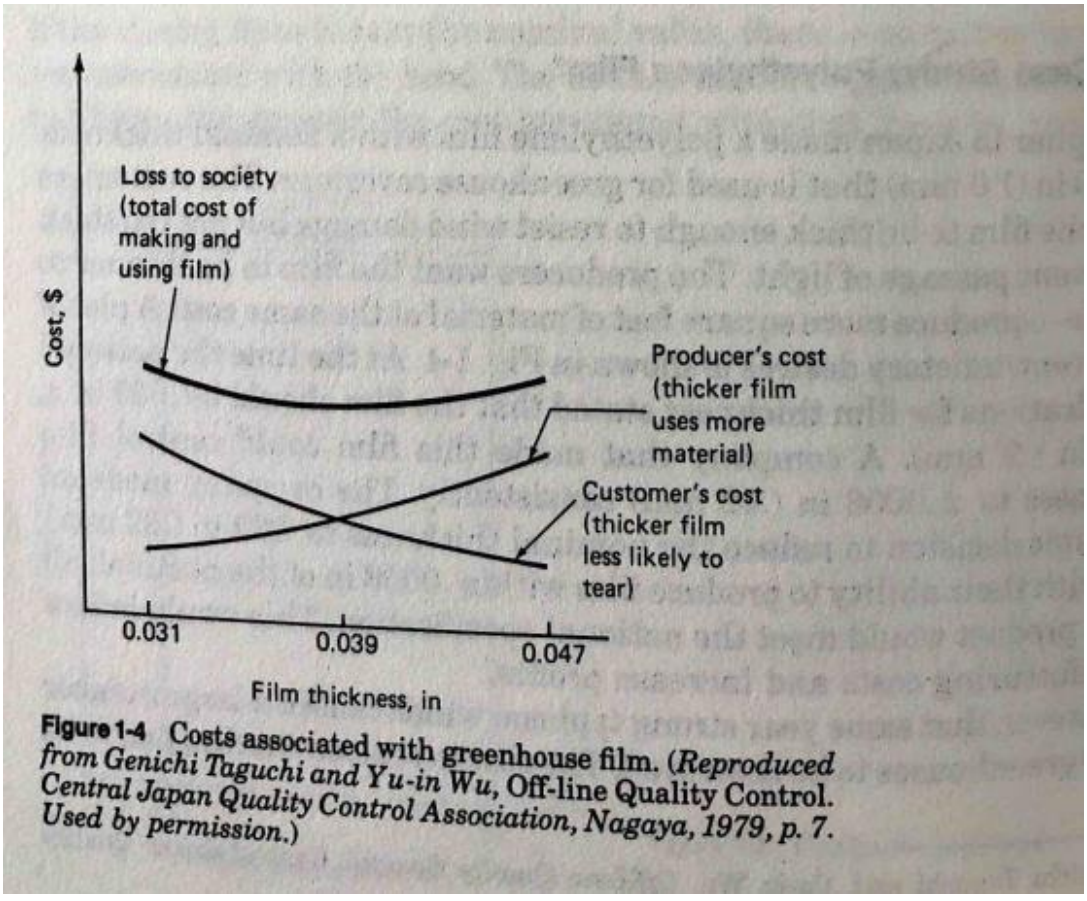


Figure 1-4 Costs associated with greenhouse film. (*Reproduced from Genichi Taguchi and Yu-in Wu,* Off-line Quality Control. *Central Japan Quality Control Association, Nagaya, 1979, p. 7. Used by permission.*)

*Nota: corrección en el último renglón del caso “la tolerancia permaneció sin cambios en ±0.008”

Fuente: Phillip J. Ross, Taguchi Techniques for Quality Engineering, McGraw-Hill, 1988.

Preguntas para discusión:

1. Suponiendo que la desviación estándar del espesor de la película producida es 0.0003 pulgadas, que el espesor de la película de polietileno está normalmente distribuido y que las especificaciones vigentes son 0.039±0.008 pulgadas, a. ¿qué porcentaje del producto será defectuoso si el espesor promedio producido es 0.039? b. ¿qué porcentaje del producto será defectuoso si el espesor promedio producido es 0.032?
2. Si la especificación requerida por el gobierno de Japón hubiese sido $C_{pk} = 1.33$, ¿la empresa hubiera cumplido el requisito cuando decidieron que el espesor promedio producido fuera 0.032? Considere que la desviación estándar del espesor es 0.0003 pulgadas.

Solución

1. a. Calcular el área a la izquierda del límite inferior de especificación:

$Z_1 = \frac{0.031-0.039}{0.0003} = -26.67$; por lo tanto, el área a la izquierda de 0.031 es 0.

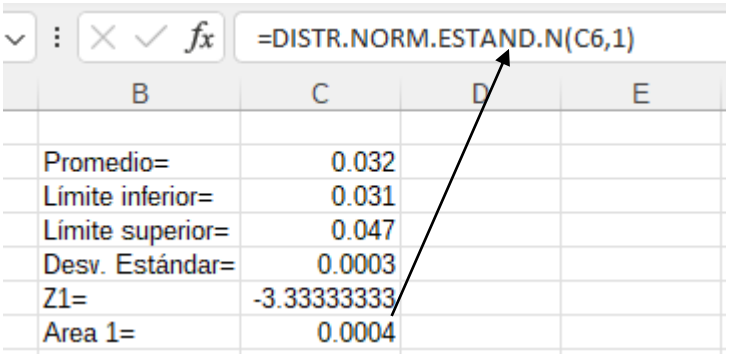
Calcular el área a la derecha del límite superior de especificación.

$Z_1 = \frac{0.047-0.039}{0.0003} = 26.67$; por lo tanto, el área a la derecha de 0.047 es 0.

El porcentaje de productos que está fuera de especificaciones es 0%.

1. b. Calcular el área a la izquierda del límite inferior de especificación:

$Z_1 = \frac{0.031-0.032}{0.0003} = -3.33$; por lo tanto, el área a la izquierda de 0.031 es 0.0004.



Calcular el área a la derecha del límite superior de especificación.

$Z_2 = \frac{0.047-0.032}{0.0003} = 50$; por lo tanto, el área a la derecha de 0.047 es 0.

El porcentaje de productos que está fuera de especificaciones es 0.04%.

A pesar de la enorme disminución en el espesor promedio producido, el porcentaje de producto defectuoso es muy pequeño y para efectos prácticos, la empresa estaría cumpliendo con las especificaciones establecidas.

2.

$$C_{pk} = min\left\{\frac{0.032 - 0.031}{3(0.0003)}, \frac{0.047 - 0.032}{3(0.0003)}\right\} = 1.11$$

Como el C_{pk} calculado es menor que el C_{pk} requerido, la empresa no hubiera cumplido con el requisito de C_{pk}.

Casos de Kaizen

1. https://kaizen.com/insights/case-study-daily-management-in-the-food-industry/.
   Este es un caso de aplicación general de Kaizen en una empresa portuguesa productora de pastas.

2. https://www.researchgate.net/publication/275974026_KAIZEN_-_A_case_study. Se describe un evento Kaizen enfocado en la mejora del método de trabajo y reducir la fatiga del operador (pdf descargable).

Actividades sugeridas

Tema 6. Actividad 1. Resumen. Método Taguchi.

Trabajo individual

a. Investigar el método Taguchi, en que consiste, su campo de aplicación, ventajas y limitaciones.
b. Participar en sesión plenaria dirigida por el docente sobre los aspectos relevantes del método Taguchi.
c. Elaborar un resumen con las conclusiones de la sesión plenaria.

Tema 6. Actividad 2. Cuadro de dos vías. Función de Pérdida de Taguchi.

Trabajo en equipo

1. Investigar la función de Perdida de Taguchi, definición, objetivo, beneficios de su aplicación, limitaciones, formula, ejemplos de aplicación, etc.
2. Con base en lo investigado, elaborar un cuadro de dos vías (doble entrada).
3. Toma en cuenta la siguiente información para la elaboración del cuadro.

Pasos para elaborar un cuadro de doble entrada:

1. Seleccionar y lee detenidamente el contenido sobre el cual se realizará el cuadro.
2. Definir el esquema y trazar el esqueleto del cuadro, teniendo en cuenta los temas y subtemas. Los temas generales se ubicarán en las columnas, y los subtemas, aspectos, preguntas, etc., en las filas.
3. Completar el cuadro una vez que se hayan definido las columnas y filas. Deben asegurarse de que la información esté bien resumida.
4. Revisar toda la información ingresada en el cuadro, a fin de verificar si se ajusta al contenido inicial.
5. Al pie del cuadro incluir las fuentes de información consultadas.

Tema 6. Actividad 3. Práctica de Lean Manufacturing/Six Sigma/Principios de Taguchi

Armado de aviones de papel

Materiales

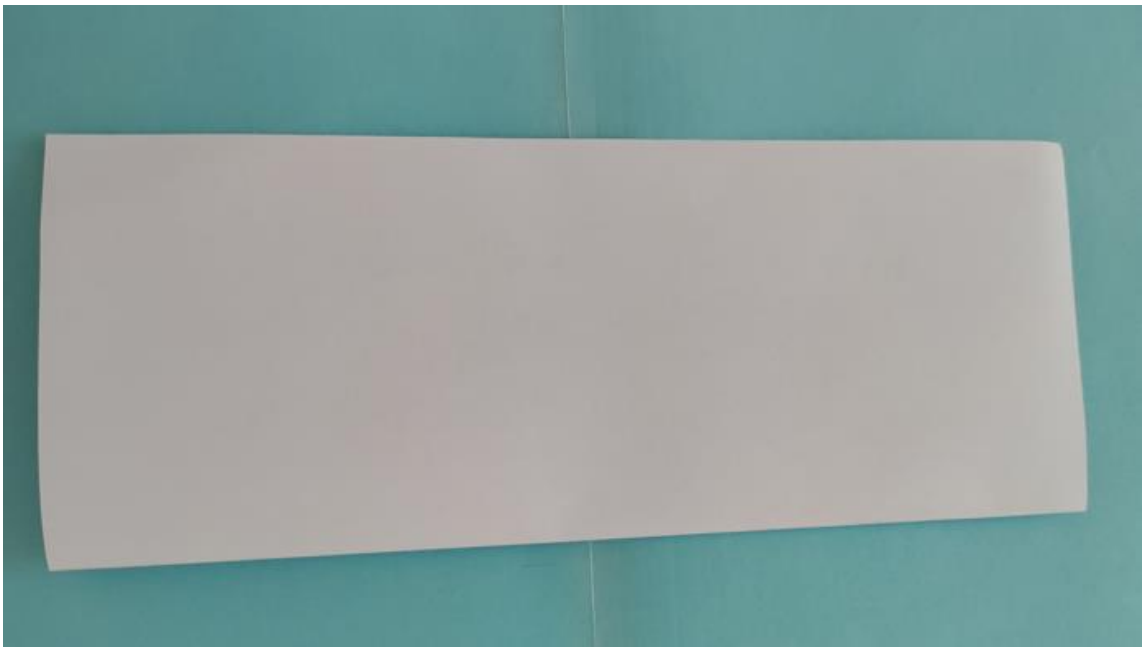
1. Hojas de papel bond tamaño carta. Aproximadamente 60 por cada equipo de trabajo.
2. Un flexómetro
3. Un cronómetro

Procedimiento

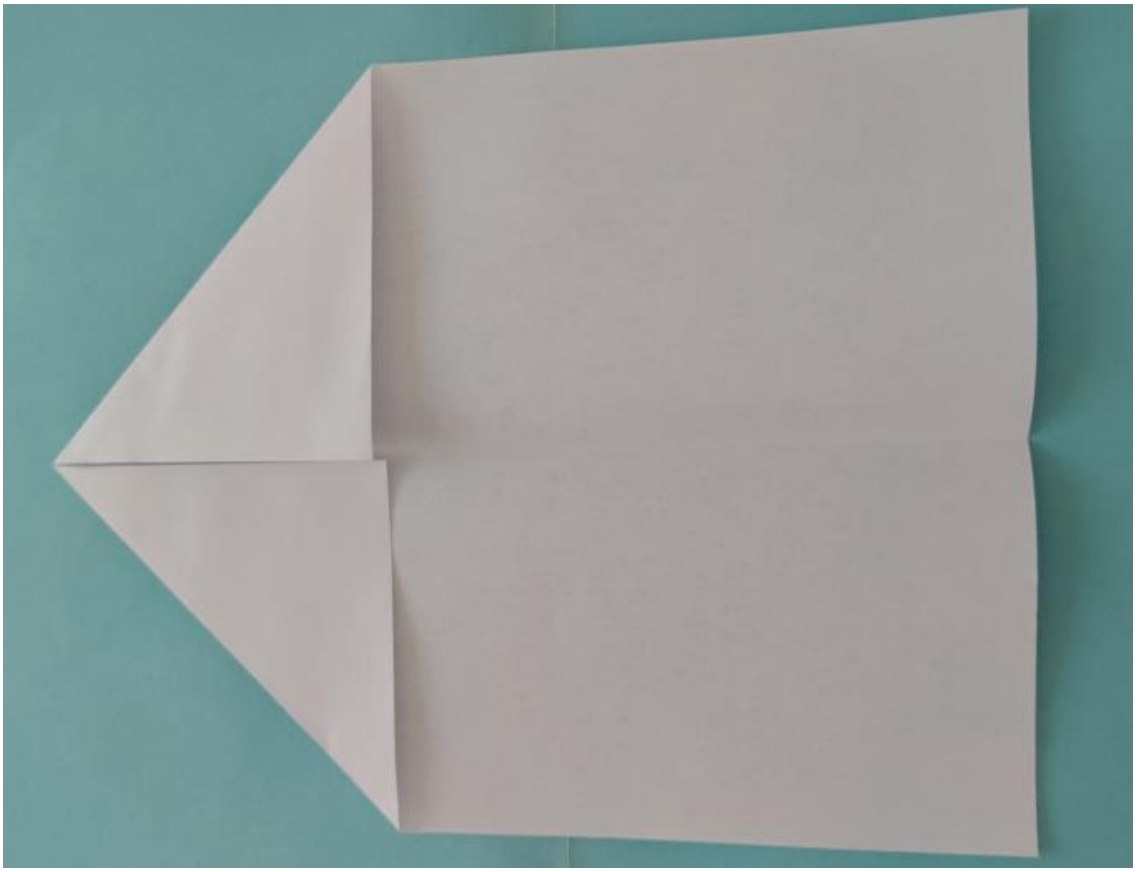
Formar equipos de 5 alumnos cada uno.

Cuatro alumnos tendrán asignada una actividad de armando del avión y un alumno será el lanzador del avión. El objetivo de calidad es que el avión vuele al menos 10 metros. Si el avión vuela menos de 10 metros será contabilizado como producto defectuoso. El objetivo de la práctica es que se maximice la ganancia. A continuación, se muestran imágenes de las etapas del armado de un avión y el avión prototipo.

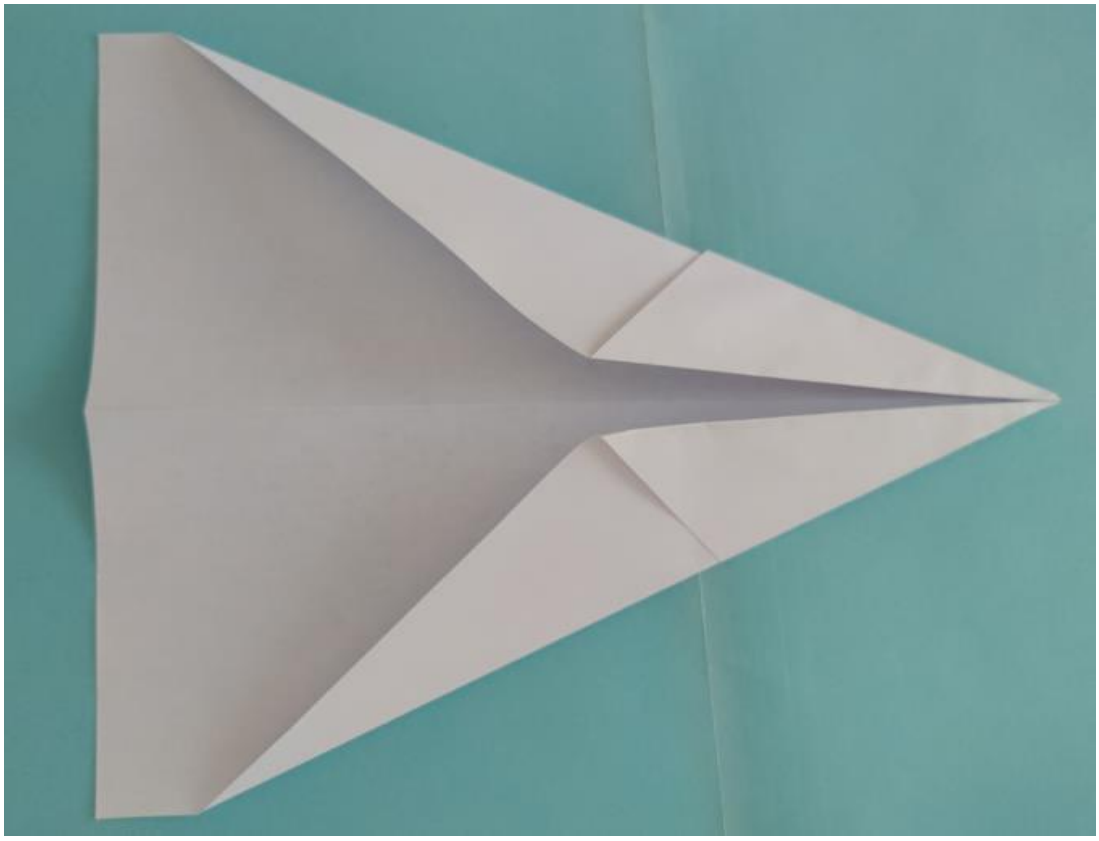
1. Doblar hoja a la mitad a lo largo.



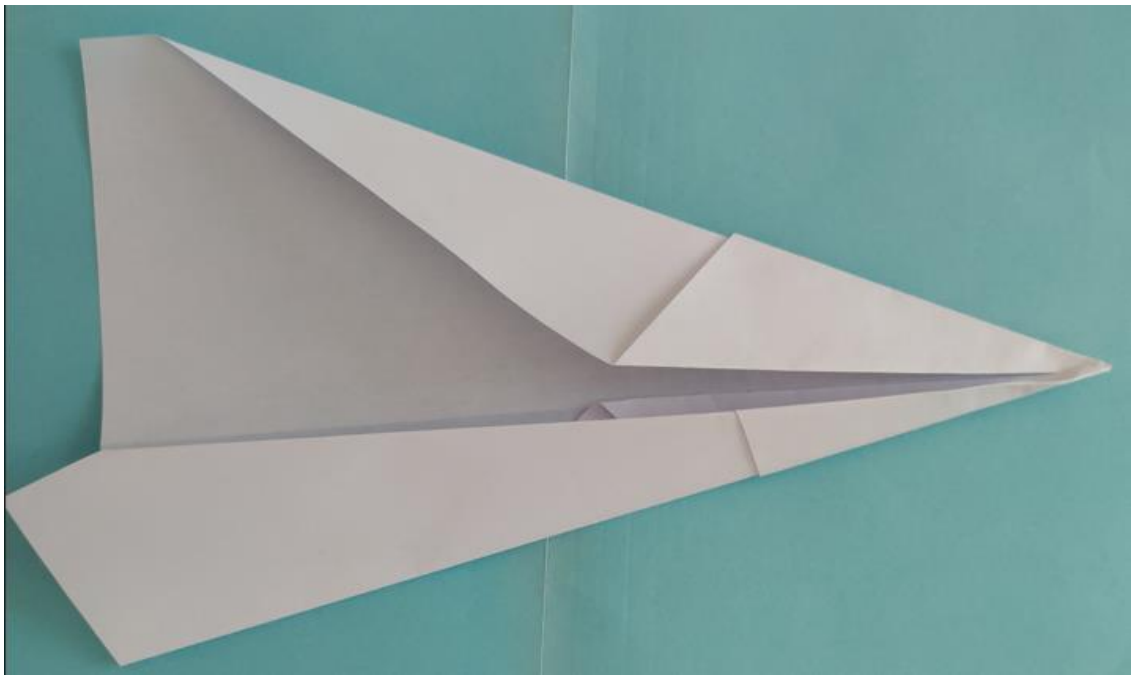
2. Formar parte delantera del avión.



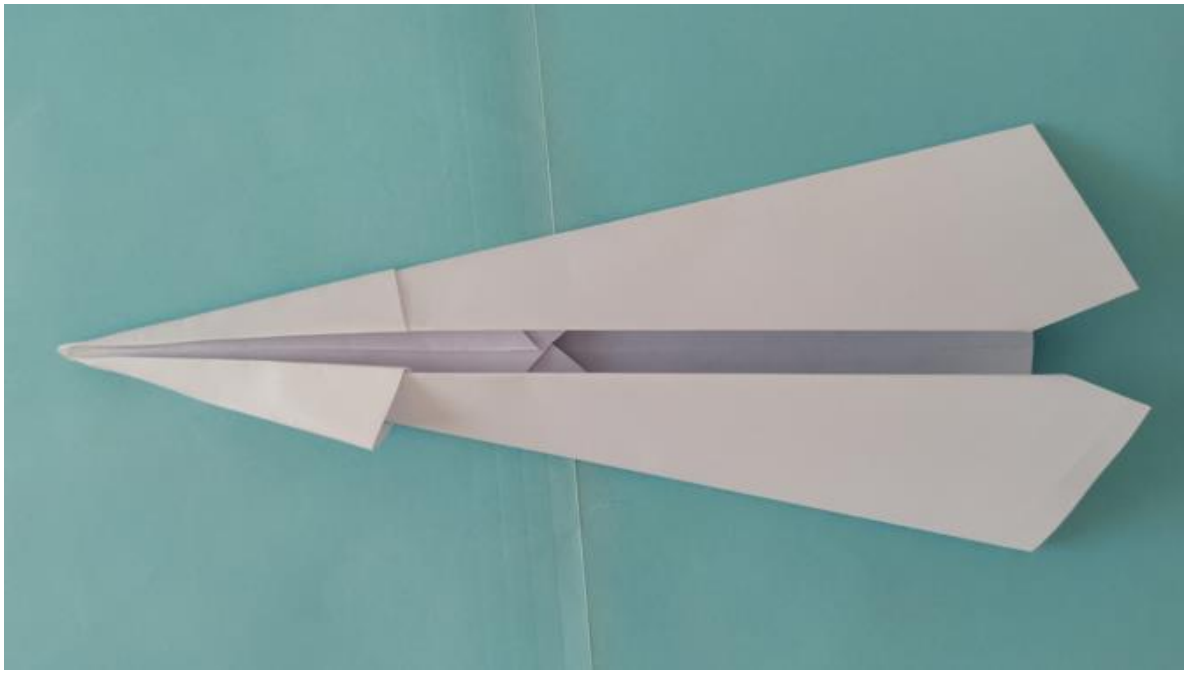
3. Voltear la hoja y reforzar parte delantera del avión.



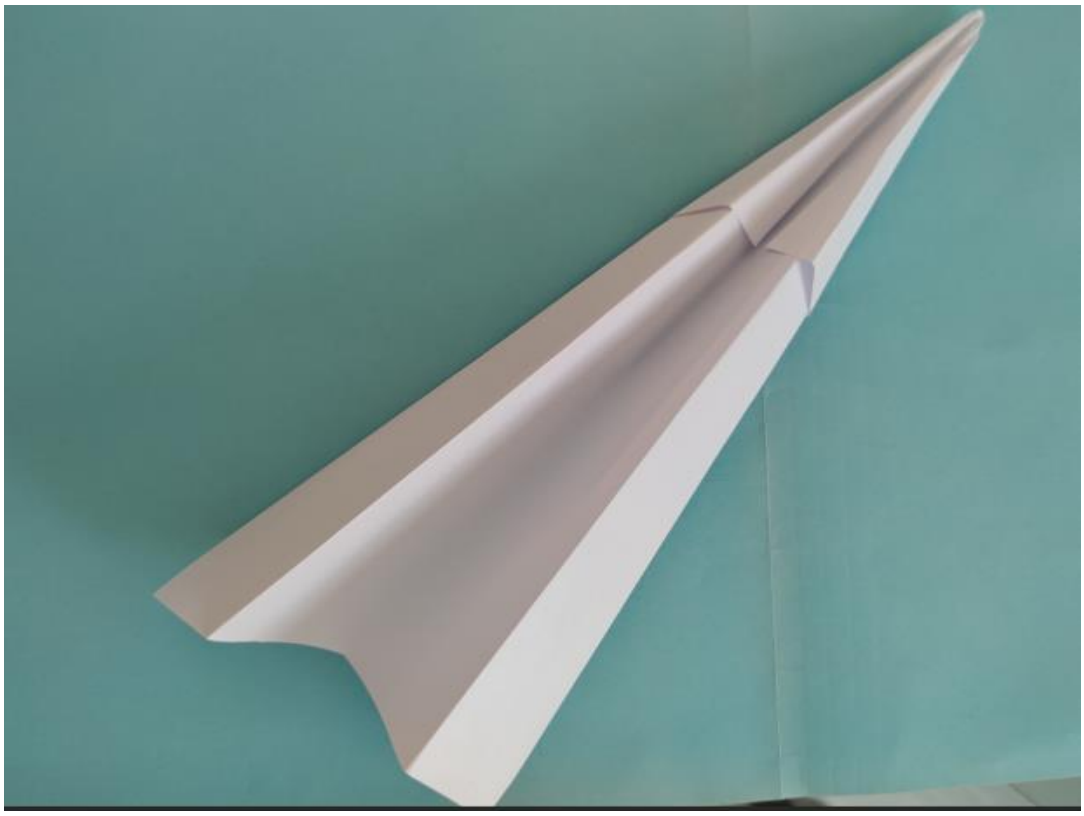
4. Dar forma aerodinámica a las alas.



5. Avión terminado.







La práctica se realizará en tres etapas. Cada etapa de producción dura 3 minutos.

1. Proceso tradicional, tipo “push” donde se asigna una actividad a cada alumno (cada alumno es una estación de trabajo) y cada alumno ejecuta su tarea lo más rápido posible. Al terminar el proceso en la estación de trabajo, el producto se pasa a la siguiente estación de trabajo. Al finalizar los 3 minutos, se contabilizan los productos buenos (b), los productos defectuosos (d) y los productos (hojas) que quedan en proceso (wip). Los aviones que no sean iguales al prototipo serán clasificados como defectuosos.
2. Procesos tipo “pull” donde se establece si el flujo es pieza por pieza o dos piezas a la vez. Balancear la línea buscando que no haya tiempo de ocio en las estaciones de trabajo.
3. Proceso mejorado con base a los observado en las dos etapas previas. Se puede mejorar la distribución de planta y los métodos de trabajo. Aplicar el proceso DMAIC. Se permite el uso de herramientas simples como reglas, lápices o el teléfono celular para toma de tiempos.

Elaborar un reporte que incluya los aprendizajes obtenidos y descripción de como aplicaron el proceso DMAIC.

¿Cuáles son los factores de ruido? ¿Cómo eliminarían o reducirían los elementos de ruido?

La utilidad obtenida por cada equipo se evaluará como sigue:

Utilidad = 100b – 25d – 10wip

Por ejemplo, si en la etapa 1 se tuvieron 10 aviones que volaron más de 10 metros, 4 defectuosos y el inventario en proceso son 9 hojas, la utilidad correspondiente es:

Utilidad = 100*10-25*4-10*9 = $810

Dado que parte del ejercicio requiere análisis del proceso, se sugiere que se den 15 minutos de tiempo entre cada etapa para que el equipo sugiera mejoras.

Posibles respuestas

Proceso DMAIC

Definir: lograr que todos los aviones fabricados siguiendo el diseño vuelen más de 10 metros.

Medir: medir la distancia que cada avión vuela desde el punto de lanzamiento hasta donde aterrizó.

Analizar: preguntarse de qué manera se puede mejorar el proceso. Por ejemplo, seleccionando al mejor lanzador del equipo o seleccionando al integrante que haga más rápido y bien alguna actividad.

Mejorar: Seleccionar al mejor lanzador de todos los equipos para que lance todos los aviones rápida y consistentemente.

Controlar: dejar por escrito las ideas que llevaron a las mejoras de manera que estas sirvan de estándar en el futuro. Por ejemplo, dejar establecido que antes de realizar la práctica se haga un filtro para ver quién del equipo es el mejor para cada una de las actividades a asignar.

Factores de ruido (Taguchi)

- El lanzador. Para reducir el ruido se puede elegir un mismo lanzador para todos los equipos y se estandarizar el método usado para lanzar los aviones.
- El layout. Si las mesas de trabajo o la iluminación son diferentes para algunos equipos, esto puede influir en la velocidad y calidad de armado de los aviones. Para reducir este efecto, se deben encontrar las mejores condiciones de trabajo y hacer que sean iguales para todos los equipos.

Tema 6. Actividad 4. Caso de estudio. Aplicación de las 9 S

Resolver el siguiente caso de estudio:

Línea de transporte Toluca-Tenango Estrella de Oro. ¡Grandes Beneficios con pequeñas inversiones! Adaptado de (Carbajal, 2016)

Línea de Turismos Toluca–Tenango Estrella de Oro, es una organización dedicada a brindar el servicio de transporte urbano y suburbano en la Ciudad de Toluca. La cual tuvo inicio en el año 2012. Actualmente cuenta con doce rutas diferentes. El parque vehicular lo conforman 170 unidades.

Un área importante de la empresa es el área de mantenimiento, quien se encarga de brindar el servicio oportuno y eficiente de mantenimientos correctivos y preventivos a la flota vehicular, administrando y controlando el gasto de mantenimiento (presupuesto), el cual es proporcionado de forma mensual. La plantilla del personal está conformada por 27 personas, entre gerente, supervisores, asistente administrativo, mecánico de motores, carroceros, pintor, técnico en llantas, eléctricos y lavadores.

Alcanzar elevados niveles de calidad y eficiencia es un reto para el área de mantenimiento ya que de este departamento depende que las unidades estén listas en tiempo y forma.

Sin embargo, al analizar y estudiar el departamento de mantenimiento de la empresa "Línea de Turismos Toluca-Tenango Estrella de Oro S.A. de C.V." Se evidencia la falta de seguridad y orden principalmente, los cuales de manera más explícita se describen a continuación:

- Se detecta la necesidad de contar son estantes o gavetas adecuados para resguardar la herramienta de trabajo, documentos y registros. Así como para una mayor seguridad, ya que se cuenta con herramientas grandes y peligrosas como grúas, plantas de soldar, entre

otros, las cuales no cuentan con un espacio destinado ni señalización necesaria para evitar algún incidente.

- De acuerdo con las condiciones y características actuales, los trabajadores han visto obstaculizada su labor por la mala ubicación de equipos y herramientas, llevándoles el doble de tiempo realizar sus actividades.
- En la empresa hay manejo de diferentes residuos y desechos como: residuos tóxicos y peligrosos (aceite, anticongelante), vidrio, papel, cartón, pet y chatarra a los cuales no se les da un destino adecuado, generando principalmente un daño ambiental.
- En las diferentes áreas que conforman el departamento de mantenimiento: centro de lavado, centro llantero, centro de conjuntos, carrocería y taller cuentan con artículos no necesarios como: documentos y carpetas obsoletos, recipientes de comida, ropa en lugares inadecuados, etc.
- Existen conexiones y cables al descubierto, máquinas y herramientas de gran tamaño sin un espacio destinado, derrames de aceite y contaminación del suelo.

La empresa ha decidido implementar la metodología de las 9 S para lograr los siguientes objetivos:

- ✓ Crear un lugar de trabajo limpio, ordenado y seguro en donde se pueda laborar de la mejor forma.
- ✓ Aumentar la eficiencia del área de mantenimiento.
- ✓ Alcanzar estándares de calidad más altos de la organización.
- ✓ Incrementar niveles de seguridad.
- ✓ Integrar a los trabajadores como parte fundamental de la empresa, a los estándares actuales de calidad.
- ✓ Llevar a cabo trabajo en equipo, con constante seguimiento para poder lograr la estandarización y disciplina.
- ✓ Crear base de calidad para posteriores implementaciones de sistemas de gestión de calidad.
- ✓ Llevar a cabo programas de limpieza para su estandarización.
- ✓ Contar con un destino, manejo y clasificación de residuos y desechos.

Reporte del estudiante:

Contesta lo que se te solicita.

1. Realiza una comparación entre las 5 S con las 9 S y comente que agregan estas últimas.
2. Con la información presentada de Línea de Turismos Toluca-Tenango en su departamento de mantenimiento, realiza un diagnóstico sobre las oportunidades y problemas a corregir al aplicar la metodología de las 9 S.
3. ¿En la primera S, se debe seleccionar lo que es realmente necesario en un lugar de trabajo e identificar lo que no sirve o tiene una dudosa utilidad para eliminarlo de los espacios laborales ¿Cuáles son las posibles dificultades para aplicar esta primera S en la empresa Línea de Turismos Toluca-Tenango?
4. De los objetivos planteados por la empresa identifique cuales se lograrían con la implementación de que S en particular.
5. ¿Cuál sería la relación costo-beneficio de la implementación de las 9 S?
6. ¿Cuáles consideras que son los principales problemas a los que se enfrenta una organización en la implementación de las 9cs? ¿Qué propones para superarlos?
7. Aplica las 9 S a alguna situación real, que puede ir desde tu guardarropa, tu oficina, o tu lugar de trabajo o estancia. Comenta al grupo los puntos relevantes de este ejercicio (dificultades, beneficios, etc.).

Tema 6. Actividad 5. Quiz "Mejora continua"

Resolver de forma individual el Quiz que se encuentra en la app Quizizz "Mejora continua", con acceso a través de la siguiente liga:
https://quizizz.com/join/quiz/65973893bbb88c75e450e88b/start?studentShare=true

Se recomienda que se realiza el Quiz en el salón de clase, utilizar la opción: Sesión con instructor- Empezar un examen-Ritmo del profesor. No compartir la liga con los estudiantes, porque tendrían acceso a las respuestas.

Se anexa el Quiz

QUIZIZZ Hojas de trabajo

Nombre

Mejora Continua

Total de preguntas: 10

Clase

Tiempo de la hoja de trabajo: 5minutos

Nombre del instructor: Ms. Norma Otilia Calderon Rios

Fecha

1. ¿Cuál de los siguientes enunciados es verdadero?

   a) Las 9 S no se pueden usar en empresas de servicio
   b) Las últimas 4 de las 9 S se refieren al control estadístico de la calidad
   c) Las 5 S son una herramienta fundamental del TPM (mantenimiento productivo total)
   d) Las 5 S fueron creadas por Nissan en Japón

2. En esta metodología se buscan mejoras pequeñas continuamente

   a) Diseño de experimentos
   b) Kaizen
   c) Las 5 S
   d) El método Taguchi

3. El Dr. W. Edwards Deming enfatizaba que _____.

   a) La calidad no cuesta
   b) Es posible lograr cero defectos
   c) Las inspecciones de calidad son indispensables
   d) El control de calidad debe estar en manos de los trabajadores

4. Un elemento importante para el éxito logrado por el modelo kaizen fue:

   a) El control estadístico de la calidad
   b) La excelente calidad de las materias primas en Japón
   c) El uso del diseño de experimentos
   d) La participación de los círculos de calidad

5. ¿Cuál es el objetivo principal de los arreglos ortogonales de Taguchi?

   a) Cumplir con las especificaciones del cliente
   b) Reducir la variabilidad del proceso
   c) Obtener resultados confiables
   d) Realizar el menor número de experimentos

6. ¿Como se determinan los experimentos a realizar en un arreglo ortogonal de Taguchi?

a) Usar el diseño factorial correspondiente
b) Realizando experimentos al azar
c) Usar el diseño factorial fraccionario correspondiente
d) Consultando tablas que contienen los diseños ortogonales

7. ¿Cuál es el valor de la función de pérdida de la calidad cuándo la característica de calidad que está sinedo evaluada es igual al valor meta?

a) No se puede determinar
b) Cero
c) Infinito
d) Un valor negativo

8. Las especificaciones del peso de una caja de galletas son 900

$\pm$

8 gramos. Si la constante de pérdida financiera es \$10/gr^2, ¿cuál es la pérdida financiera si el peso real de una caja es 905 gr?

a) \$25
b) \$640
c) \$250
d) \$0

9. Las especificaciones del peso de una caja de galletas son 900 ± 8 gramos. Si la constante de pérdida financiera es \$10/gr^2, ¿cuál es la función de pérdida financiera?

a) $L(x) = 10x^2 - 18000x + 8100000$
b) $L(x) = 10x^2 + 18000x + 810000$
c) $L(x) = 10x^2 - 18000x + 810000$
d) $L(x) = 10x^2 + 18000x + 8100000$

10. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones relacionadas con la filosofía de Taguchi es correcta?

a) La pérdida financiera se incrementa a medida que el valor promedio producido se aleja del valor meta
b) Si un producto está dentro de especificaciones, el costo financiero es 0.
c) La pérdida financiera se incrementa a medida que el valor promedio producido es mayor que el valor meta
d) La pérdida financiera se incrementa a medida que el valor promedio producido es mayor que el valor meta

Bibliografía

AMTE. (2021). Modelo Bimbo de Calidad. Recuperado el 10 de 11 de 2023, de https://www.amte.org.mx/portal/modelo-bimbo-de-calidad/

ASQ Latin America. (13 de 10 de 2023). *ASQ Latin America.* Obtenido de https://asqlatam.org/qsomos.html

Calderón, N. (2018). Manual de Prácticas de Calidad Aplicada a la Gestión de la Calidad. México.

Carbajal, J. (2016). *Filosofía de calidad 9´s aplicada al departamento de mantenimiento de la Línea de Turismo Toluca-Tenago.* Residencia, Instituto Tecnológico de Toluca.

Crosby, P. (1987). *La calidad no cuesta. El arte de cerciorarse de la calidad.* Ciudad de México: Mc.Graw Hill Book Company.

El Economista. (28 de 08 de 2023). Toyota suspende operaciones en 12 fábricas de Japón por falla de sistema. *El Economista*. Recuperado el 10 de 11 de 2023

El Universal. (22 de Noviembre de 2022). Obtenido de https://www.eluniversal.com.mx/cartera/nestle-es-reconocida-como-empresa-excepcional-por-sus-practicas-durante-la-pandemia/

EVETEX. (s.f.). Recuperado el 12 de 11 de 2023, de https://evete2.wixsite.com/evetex/tejido-de-punto-por-urdimbre

FDA. (24 de 06 de 2021). Obtenido de https://www.fda.gov/about-fda/what-we-do

Forbes. (15 de 05 de 2023). Maquila mexicana prevé una invesión por hasta18000 mdd para 2023. pág. Portada/negocios. Recuperado el 10 de 11 de 2023, de https://www.forbes.com.mx/maquila-mexicana-preve-una-inversion-por-hasta-18000-mdd-para-2023/

Fundación Princesa de Asturias. (2024). Obtenido de https://www.fpa.es/es/premios-princesa-de-asturias/reglamento/

Gobierno de México. (20 de agosto de 2015). Obtenido de https://www.gob.mx/salud/en/documentos/normas-oficiales-mexicanas-9705

Gobierno de México. (05 de septiembre de 2016). Obtenido de https://www.gob.mx/profepa/es/documentos/ley-federal-sobre-metrologia-y-normalizacion?idiom=es

Gryna, F., & Defeo, J. (2013). *Método Jurán. Análsis y Planeación de la Calidad.*

Gutierrez, H., & de la Vara, R. (2013). *Control estadístico de la Calidad y Seis Sigma.* México: Mc. Graw Hill Education.

Gutierréz, R. (2010). Modelo Bimbo de Calidad. Recuperado el 10 de 11 de 2023, de https://www.amte.org.mx/portal/wp-content/uploads/2010/11/Modelo_bimbo_de_calidad.pdf

Heineken México. (2023). Obtenido de https://heinekenmexico.com/nuestra-compania

Hernández, K. (17 de mayo de 2023). México es uno de nuestro mercados con más crecimiento:P&G. *El Economista*. Recuperado el 09 de noviembre de 2023, de https://www.eleconomista.com.mx/empresas/Mexico-es-uno-de-nuestros-mercados-con-mas-crecimiento-PG-20230517-0146.html

Ingeniería de Calidad. (2022). Kaoru Ishikawa. Bibliografía y aportes a la calidad. *Ingeniería de Calidad*. Recuperado el 13 de 11 de 2023, de https://www.ingenieriadecalidad.com/2023/02/kaoru-ishikawa-bibliografia-y-aportes.html

Ingeniería Industrial on line. (2023).

Instituto para el Fomento de la Calidad. (2022). Obtenido de https://ifc.org.mx/empresas-excepcionales/

ISO. (2022). Obtenido de https://www.iso.org/about-us.html

ISO. (2023). *ISO-Surveys 2022*. Obtenido de https://www.iso.org/committee/54998.html?t=KomURwikWDLiuB1P1c7SjLMLEAgXOA7emZHKGWyn8f3KQUTU3m287NxnpA3DIuxm&view=documents#section-isodocuments-top

Krajewski, L., Ritzman, L., & Malhotra, M. (2007). *Operations Management: Processes and Supply Chains.* New York: Pearson Education.

Kume, H. (2002). *Herramientas Estadísticas básicas para el Mejoramiento de la Calidad.* Bogota: Norma.

Lifeder. (2020). Philip Crosby: biografía y aportaciones a la calidad. *Lifeder*. Recuperado el 13 de 11 de 2023, de https://www.lifeder.com/philip-crosby/

Madrigal, R. (2021). *Control estadístico de la calidad. Un enfoque creativo.* México: Patria Education.

Martínez, F. (2016). *Estadística Descriptiva y Probabilidad.* México: UNAM.

Milenio. (19 de 09 de 2023). Lidera Bimbo top de empresas mexicanas de la revista Time. *Milenio*.

Montgomery, D. C. (2009). *Introduction to Statistical Quality Control* (6th edition ed.). john Wiley&Sons,Inc,.

Mundo, E. (20 de octubre de 2023). *Ganadores de los Premios Princesa de Asturias 2023*. Obtenido de https://www.elmundo.es/como/2023/10/20/65322cee21efa03a118b456e.html

Nestlé México. (17 de Febrero de 2023). Obtenido de https://www.nestle.com.mx/media/pressreleases/empresa-excepcional-nxns

P&G LATAM. (s.f.). Recuperado el 12 de 11 de 2023, de https://latam.pg.com/quienes-somos/

Platas, J. A., & Cercantes, M. I. (2018). *Gestión Integral de la Calidad. Un enfoque por competencias.* Ciuad de México: Grupo Editorial Patria.

Premio a la Excelencia Empresarial de México. (2022). Obtenido de https://ifc.org.mx/premio-excelencia-empresarial/

Responsabilidad Social Empresarial y Sustentabilidad. (23 de Mayo de 2023). Obtenido de ttps://responsabilidadsocial.net/empresas-que-obtuvieron-el-distintivo-esr-2023/

The Deming Institute. (2022). Obtenido de https://deming.org/2021-deming-prize-winners/

The Feigenbaum Foundation. (2019). Obtenido de https://www.feigenbaumfoundation.org/

Thompson, P. (1984). *Círculos de calidad. Cómo hacer que funcionen.* Medellin, Colombia: Norma.

Velázquez, Z., Baustista, F. J., Alvarado, A., Polanco, L. A., & Valdez, S. (2008). *Manual para la Implementación de Círculos de Calidad.* Cancún: ESIME-IPN.

Ventipico. (20 de 01 de 2022). Donde se Hace la Ropa de Victoria Secret. Recuperado el 12 de 11 de 2023, de https://veintipico.com/donde-se-hace-la-ropa-de-victoria-secret/

Zuñiga, Y. (2022). Kaoru Ishikawa, experto en control de calidad. *Gestium*.