

Gestión de la Metrología en la Manufactura

M.C. Jorge I. Serrano Vargas

Departamento de Ingeniería Industrial, Tecnológico Nacional de México

Tijuana, Baja California, México



Contribución Académica

El desarrollo del libro Gestión de la Metrología en la Manufactura es la de aportar al perfil del estudiante de Ingeniería Industrial del Tecnológico Nacional de México que adquiera las capacidades para logren ser competitivos y que garanticen la normatividad en las mediciones que se verán reflejados en la eficiencia y rentabilidad de las empresas de manufactura.

La aportación de la gestión de metrología que se pretende trabajar son los conceptos de mejora continua mediante la aplicación de los conocimientos normalizados y las habilidades de aprendizaje para lograr su comprensión de los procesos de medición tal como la normalización de símbolos y su interpretación en los planos mecánicos que les permitan comprender el manejo y aplicación de las normas metroológicas para realizar la máxima exactitud y precisión en los productos mediante su uso de estas y el manejo de las herramientas de medición, como también a su vez la aplicación de la trazabilidad metroológica en manufactura tenga un soporte consistente con la realidad de nuestro entorno de la ingeniería Industrial fomentando una mejora continua de los procesos ya que la mediciones exactas, precisas y la evaluación de las incertidumbres lo permitan.

Para lograr cada uno de los objetivos de mejora propuestos en el programa educativo se pretende enseñar y poner en práctica la metodología Deming como: planear, hacer, verificar y actuar mostrando le efectividad de su aplicación paso a paso en la solución de raíz a la problemática que se enfrenten. Mediante la integración de las competencias de la investigación, análisis, planeación, síntesis, reflexión, autocrítica, trabajo en equipo, solución e interpretación de datos o símbolos normalizados y de esta manera impulsar la formación de las habilidades de futuros profesionistas que en la actualidad requieren las empresas para mantenerse en el medio competitivo.

Con respecto a la enseñanza del manejo de la metodología es importante recalcar su importancia a los estudiantes de ingeniería para que obtengan las competencias y logren cada uno de los objetivos que están presentes como también la forma o manera de cómo se debe usarla y evitar las incertidumbres. Finalmente, con los conceptos de la calidad en las manufacturas es la de garantizar y mejorar los productos mediante la planificar, coordinar, control y evaluación cada una de las etapas de diseño, desarrollo de la producción y sin olvidar la atención al cliente.

Para lograr concretar la calidad va hacer indispensable conocer y poner en práctica las reglas o los estándares normalizados locales e internacionales con el fin de controlar y dar seguimiento a los requerimientos de las empresas locales o internacionales. También se presentan como parte de una necesidad que adquieran de una manera más practica y competitiva los nuevos desafíos a los cuales se van a enfrentar mediante un enfoque metodológico normalizado donde se abordaran las competencias necesarias y prácticas que deben adquirir con una visión hacia éxito de la excelencia.

Dedicatoria

A Dios sobre todas las cosas, a mi linda esposa Rosa María de Serrano y a mis 4 hijos (familia Serrano Martínez), a mis padres Rosa María de Serrano y Manuel Serrano Figueroa, al tío Jesús Vásquez Herrera y agradezco a cada uno de mi personal que estuvieron bajo mi cargo en cada una de las empresas (Parker Seal, Lewis Standard Tools, Matsushita Panasonic, Alaris, Electrónica de la Mesa, BWF de México, Cyandi) donde desempeñe la responsabilidad de administrador. No tengo palabras para agradecerle a cada uno, gracias.

Palabras de Agradecimiento

Agradecimientos a todas las personas que contribuyeron en el desarrollo del libro Gestión de la Metrología en la Manufactura durante el ejercicio del periodo Sabático autorizado por el Tecnológico Nacional de México, como también a la coordinadora de los tramites de Sabáticos en el apoyo y ayudas para la conformación del expediente y los tramites internos en el cumplimiento con los requisitos del periodo Sabático también hago constar los agradecimientos a la comisión dictaminadora, a los compañeros de trabajo por todo el apoyo recibido.

Índice

Prologo	8
Capítulo 1	11
1.1 Introducción	11
1.2 Antecedentes	12
1.3 Conceptos y definiciones	15
1.4 Ley federal sobre la metrología y normalización	25
1.5 La normalización como elemento indispensable para alcanzar la calidad y la competitividad de las manufacturas.	28
1.6 Uso y aplicación de la metodología PDCA y su aplicación en las actividades de la normalización... ..	42
1.7 Importancia de las aportaciones de las materias de dibujo industrial.	48
1.8 Conceptos de incertidumbre (figura 20), en las mediciones de metrología.	50
1.9 Conceptos de norma y requisitos.	52
1.10 Manejo y control de las calibraciones de los instrumentos y trazabilidad con referencia a lo que marca la norma ISO 9001:2015.	58
1.11 Determinación de la medición lecturas análogas.	63
1.12 Determinación de las causas de raíz de los errores de medición.	80
Capítulo 2	85
2.1 Introducción	85
2.2 Definiciones y conceptos de calidad	87
2.3 Principio de la gestión de la calidad	90
2.4 Clasificación de las características.	91
2.5 Medición de las características y uso de herramientas.	98
2.6 Calidad como estrategia administrativa	102
2.7 Competitividad y mejora de la calidad.	104
2.8 Desarrollo y aplicación de métricos.	105
2.9 Conceptos de W. Edward Deming.	108
2.10 Certificación y acreditación.	109
2.11 Trazabilidad en los procesos.	112
2.12 Trazabilidad metrología	113
2.13 Instrumentos de medición para trazabilidad metrología.	115
2.14 Norma ISO 9001:2015.	118
Capítulo 3	129

3.1	Aplicaciones y conceptos de dibujo técnico	129
3.2	Concepto del Isométrico, su interpretación y aplicaciones.	135
3.3	Proyección ortogonal	138
3.4	Norma de dibujo para las vistas ortogonales del sistema americano.....	141
3.5	Ejercicios de las vistas ortogonales a partir de Isométricos	144
3.6	Conceptos de la norma ASME Y14.4M-(R2009) y la interpretación del plano	148
3.7	Ejercicios de Interpretación del plano	150
3.8	Variación de los procesos.....	156
3.9	Incertidumbre de la medición.....	159
3.10	Determinación de la Incertidumbre de la Medición.....	160
3.11	Validación.....	165
3.12	Estudios de R & R y sus métodos de interpretación	169
3.13	Ejercicios de los estudios de R & R por el método de Anova o de varianza.	171
Capítulo 4	182
4.1	Introducción.....	182
4.2	Importancia del uso de CAD en la industria manufacturera.....	183
4.3	Especialización del CAD dependiendo del giro de industria.....	186
4.4	Uso del CAD para diseño de producto.....	190
4.5	Uso del CAD para diseño de procesos de manufactura.....	193
4.6	Mejores prácticas en aplicación de tolerancias geométricas y dimensionales.....	197
4.7	Implicaciones de costo en la aplicación de tolerancias geométricas y dimensionales.....	200
4.8	Retos comunes del uso de CAD en la industria de manufactura.....	202
4.9	Estrategias para el uso de CAD en la industria de manufactura.....	204
4.10	Tendencias emergentes en aplicaciones de CAD.....	205

Prologo

Este libro es resultado con una visión vanguardista de más de 29 años de experiencia en la industria Aeroespacial/Mecánica/Médica/Electrónica que contemplan las gerencias de ingeniería, control de calidad, aseguranza de la calidad y certificación en los sistemas de gestión de calidad ISO 9000, producción, manufactura, diseño. Todas y cada una aportando la certeza de la calidad en los productos que se elaboran en varias empresas de transformación y actualmente en la enseñanza de educación superior de la carrera de ingeniería industrial, capacitando y asesorando en las materias de manufactura, procesos de fabricación, ingeniería de calidad, propiedad de los materiales, metrología y normalización. Se hace constar que el libro está desarrollado de 4 capítulos de los cuales se presentan a continuación: capítulo 1 se enfoca hacia la Gestión Metrología Normalizada, el capítulo 2 corresponde hacia las aportaciones de la calidad, capítulo 3 ejercicios prácticos del manejo de las mediciones y finalmente el capítulo 4 aplicaciones de la gestión de medición en las manufacturas.

La importancia e inferencia que tiene la gestión de la metrología en los procesos de mediciones en los productos y procesos de todas y cada una de las manufacturas enfocadas a lograr una excelencia en la calidad y servicio, contemplando las expectativas que requieren los clientes de los jóvenes en ingeniería en estos tiempos difíciles en las que las empresas requieren poner en práctica cada una de las competencias necesarias para mantenerse en el mercado.

La metrología es la ciencia que se enfoca al estudio de las mediciones sin importar la amplia gama de campos de la ciencia, donde se requiere sus aplicaciones, garantizando la calidad, mejora continua, eficiencia, seguridad y exactitud ya sea en los productos, partes o accesorios, equipos, maquinaria, herramienta, dispositivos. Este libro es una invitación a adentrarse en el fascinante mundo de la gestión metrología en la manufactura y partiendo de la premisa si no medimos correctamente no sabemos en donde nos encontramos y por ende no habrá mejora

que resolver en alguna de las mejoras de la manufactura, por tal motivo es necesario tener disponible normas claras sencillas fácil de poner en práctica pero sobre todo que exista un consenso normalizado para evitar que cada quien pongan sus reglas y aparezcan desacuerdos o fricciones. Es motivo necesario contemplar tres aspectos primordiales que están presentes en el libro de la gestión de la metrología en la manufactura y que son las siguientes:

1. El manejo y aplicación de la Ley federal sobre la metrología y normalización (LFMN), establecer la legalidad de la metrología y normalización en el país como también promover la calidad, evitar riesgos y la competitividad en productos y servicios, asegurando que las mediciones sean precisas y estandarizadas, lo que beneficiara a las clientes, la economía y el medio ambiente. Es importante considerar que la ley se conozca y este disponibles para todos los usuarios y la pongan en práctica sobre las mediciones y su sistema como también las sanciones a que seamos acreedores sino no se cumplen.
2. Por otra parte, es importante considerar el sistema normalizado de medición y lo que determinan las normas internacionales ISO 9000 para lograr la mejora y la toma de decisiones.
3. Organismos que debemos contar para validar y dar certeza en los equipos de medición como también en los procedimientos donde se lleven a cabo el manejo de las mediciones de la manera de llevarse a cabo y que marca la normalización del país e internacional ISO 9000.

El libro tiene un enfoque a desarrollar las competencias hacia la comprensión de los aspectos teóricos prácticos y la aplicación de ejercicios sobre el manejo de instrumentos de medición, técnicas de medición, interpretación del plano y la aplicación de la validación y las habilidades que se pondrán en práctica una vez explicado los conceptos será el uso de la computadora y

manejo del software Minitab para la validación así también determinar la incertidumbre de las mediciones.

Con el desarrollo de este libro y su lectura se pretende que los interesados (estudiantes y público en general) poner a la disponibilidad de la formación al perfil del ingeniero industrial, para su formación competente de su profesión, con la idea de que siempre mantenga una conciencia clara de la dimensión humana, social, legal, económica y ética.

Finalmente, el objetivo del capítulo de manufactura consiste en enseñarle al estudiante los fundamentos teóricos básicos del dibujo asistido por computadora, así como ejemplos de las aplicaciones prácticas en la industria manufacturera en cuanto a diseño de procesos y productos. Esto con el propósito de que el estudiante logre realizar e interpretar dibujos de ingeniería detallados con las reglas fundamentales de interpretación, acotamiento y tolerancias para el correcto entendimiento de los requerimientos del diseño de partes para la manufactura.

Adicionalmente se discutirán los retos comunes del uso de CAD en la industria de manufactura y las estrategias para superarlos; así como las tendencias emergentes en aplicaciones de CAD y cómo están transformando la industria manufacturera.

Capítulo 1

1.1 Introducción

A nivel mundial todos los sectores industriales han tenido un rápido crecimiento a lo largo de los años, donde la innovación tecnológica ha impulsado el desarrollo acelerado en las manufacturas al día de hoy, con una tendencia hacia la competencia globalizada. Cada empresa se encuentre ante una situación de sobrevivencia donde ponen en práctica la metodología de mejora continua (anexo 1), apropiada a las necesidades que requiera el sector industrial.

Las ventajas competitivas no se consideran que son para siempre las mismas ya que la competencia cambia sus estrategias de mejora por tal motivo que hay que estar monitoreando que sucede en el entorno y sus regulaciones regionales, nacionales e internacionales. Por ende, muchas de las empresas realizan investigación del entorno en que se manejan realizando y llevan a cabo análisis de sus fortalezas y debilidades gracias a esto diseñan toda una serie de medidas competitivas que les permitan a cada una de las empresas interesadas a desarrollar sus propias ventajas competitivas.

Por tal motivo uno de los aspecto a considerar en las manufacturas son la gestiones de la metrología donde se requiere de medir con calidad y asegurar que las mediciones que llevan a cabo con las herramientas y personal para realizar las mediciones, la calibración como lo marca la ISO 9000, manejo de las tolerancias normalizadas, incertidumbres en las mediciones, análisis de la reproducibilidad y repetibilidad cada uno de los componentes en el desempeño de un papel primordial en las manufacturas.

El progreso de la ciencia e ingeniería está muy ligado con los avances y mejoras de las mediciones, por lo tanto, si no medimos no sabremos en donde estamos y por ende no se apreciará si se está mejorando un proceso o se está empeorando de tal forma que los resultados

para los clientes es necesario cumplir y mejorar los procesos para desarrollar productos con calidad y superar las expectativas de cada uno de los clientes tanto internos como externos.

Algunos de los aspectos que se pretende en la gestión de metrología serán: que las mediciones sean consistentes para evitar los desperdicios, en donde deberá poner atención es a identificar las variaciones de los procesos de medición sobre todo en los instrumentos de medición reduciéndolo mediante la calibración de los instrumentos y mantenimiento donde involucra la planeación (anexo 2) y ejecución de los procedimientos y cumplimiento de la ley.

En resumen, el desarrollo de este libro de la gestión de metrología en las manufacturas estará dirigida a garantizar la calidad, le eficiencia y la competitividad en la producción de bienes al mantener mediciones exactas, con una planeación y control metodológico (anexo1) en los procesos de manera efectiva, donde las empresas cumplan con los estándares nacionales e internacionales, lo que a su vez contribuye al éxito de las empresas en un mercado cada vez más exigente.

1.2 Antecedentes

El estudio de los antecedentes de la metrología ayuda a contextualizar la evolución de la ciencia de la medición a lo largo del tiempo. Los objetivos que se perciben en el desarrollo de este libro son: la de comprender la evolución de la metrología que permita comprender el impacto de sus aportaciones y contribuciones importantes en diferentes tiempos de la historia con sus desafíos, que ha enfrentado en el comercio entre los países, resaltando la necesidad de establecer normas para garantizar la uniformidad de acuerdos para evitar fricciones o conflictos, dando certeza y la exactitud en los sistemas de medición, y finalmente destacar la importancia que con lleva la gestión de la mejora continua en las manufacturas.

Como antecedentes en breve se mencionará los orígenes de la metrología:

1. Las antiguas civilizaciones Mesopotámicas y egipcias desarrollaron un sistema de medición de medida para llevar a cabo registros de propiedades, como también en la construcción de edificios en donde utilizaron patrones de medición longitudinales como el uso de patrones instrumentales de medición como lo fueron el codo y el palmo.
2. Los griegos antiguos se les reconoce las aportaciones y contribución del teorema de Pitágoras que se relaciona con la geometría, las mediciones de los triángulos rectángulos y el número irracional al descubrir que la raíz cuadrada de 2 que no se podía expresar como una simple fracción.
3. Durante el periodo de la revolución francesa en el siglo XVIII se promovió la adopción del Sistema Métrico Decimal con una escala decimal esto se logró dado que muchas comunidades utilizaban sistemas de medidas inconsistentes y complicados lo cual acarreo dificultades, fricciones, conflictos, dificultades en la aplicación de la ciencia y el comercio por lo cual el gobierno francés reconoció la necesidad de normalizar el sistema de mediciones a través de la oficina internacional de pesos y medidas en donde se estableció que el metro como unidad de longitud, el kilogramo como unidad de masa y el segundo como unidad de tiempo. Se llevó a cabo acuerdos por toda Europa y se logró integrar varios países de varios continentes interesados en participar bajo estas mejoras en favor de la normalización de los sistemas de medición y la aplicación en el comercio de productos de toda índole.
4. Posteriormente nacen nuevas inquietudes de mejora del sistema de medición decimal y es reemplazado por el nombre de Sistema Internacional de Unidades (SI) que quedó establecido en 1960, siendo reconocido internacionalmente donde incluye las 7 unidades

fundamentales: el metro, el kilogramo, el segundo, el amperio, el kelvin, el mol y la candela. Estas unidades sirven como base para todas las demás unidades de medida y se utilizan en la mayoría de los países.

5. Otra de las aportaciones en la metrología ha sido la gestión de la calidad en las manufacturas se volvió fundamental con las aportaciones de A. Shewhard con la aportación de los conceptos de control estadístico en donde involucra las actividades de recolección, medición y análisis de datos para la mejorar los procesos de manufactura y la calidad.
6. A medida que el tiempo avanza se ha visto la siguiente etapa donde el avance tecnológico se manifiesta con el desarrollo de los instrumentos de medición cada vez características y veneficios en la precisión y exactitud como lo son calibradores, dispositivos de medición bloques patrones, la automatización y la calibración logrando una consistencia e impacta de una manera determinante en la industria, en los negocios y comercio, asegurando que las mediciones de los instrumentos den certeza exactas, confiabilidad y consistentes de un proceso de las manufactura normalizado.
7. La siguiente fase es la de la Normalización de la metrología que consiste en la de establecer normas más estrictas y su certificación de estas en las empresas de manufactura como es la metal mecánica, automotriz, aeroespacial, todas las empresas de manufactura, farmacéutica en donde intervienen organismos que no dependen del gobierno.

En el año 1997 fue constituido el comité conjunto para las guías en metrología (JCGM).

Este nuevo comité fue encabezado por el director del Buro Internacional de Pesos y Medidas (IBWM) y creado a partir de las 7 organizaciones internacionales que

anteriormente prepararon diferentes interpretaciones de la guía para la expresión de la incertidumbre de medición (GUM) y del vocabulario internacional de metrología VIM (anexo 4).

El VIM concierne a la metrología y sus aplicaciones prácticas que conlleva; abarcando los principios con referencia a las mediciones y unidades para comprender el papel de los conceptos fundamentales, generales y términos asociados.

8. Enseguida de la cual se ha escrito poco es la gestión de la metrología que en las últimas décadas se ha vuelto más integral y estratégica en la manufactura en donde se consta de la acotación de los sistemas de información y software para el manejo de los datos de medición y la toma de decisiones de acuerdo con lo que marca la norma internacional del ISO.

9. Finalmente, la tendencia actual donde la metrología está experimentando una innovación tecnológica como es la metrología en 3D, mediante el manejo de la herramienta de medición por coordenadas (CMM), se utiliza para medir las geometrías de objetos que utiliza un sistema de palpado.

Actualmente la metrología CMM, la metrología óptica y la metrología por escaneo laser están experimentando mediciones de alta precisión y velocidad de respuesta en la que existe una integración cada vez más exitosa.

1.3 Conceptos y definiciones

En donde el objetivo de la Metrología se centra en asegurar que las mediciones y métodos sean confiables, precisos y coherentes, independientemente de la cantidad medida y el contexto en el que se apliquen. Otras responsabilidades son la de calibración de las herramientas de medición,

la elaboración de estándares de referencia, la evaluación de la incertidumbre de las mediciones, la elaboración de estándares de referencia y promoción de la medición coherentes a nivel internacional de acuerdo con González & Zeleny (2011).

La metrología desempeña un papel fundamental en diversas áreas, desde la ciencia y la investigación hasta la industria y la sociedad en general. A través de normas y procedimientos bien definidos, la metrología facilita la comparación y la comunicación precisas de resultados de medición en todo el mundo, lo que contribuye a la innovación, la calidad de los productos, la seguridad y la protección del medio ambiente. (González & Zeleny, 2011)

Por otra parte, es interesante lo que marca en el contexto La ley Federal sobre Metrología y Normalización de México (1992) proporciona una definición de metrología en el artículo 3, fracción X:

Metrología es la ciencia que comprende todas las actividades de medición, cualitativas y cuantitativas, que involucran magnitudes y unidades de medida.

Esta definición en donde la ley federal sobre metrología y normalización de México hace hincapié que todas las actividades se encuentren normalizadas y regularizadas para garantizar la calidad, eficiencia, seguridad de los productos y servicios, así como promover la confianza y la competitividad en los mercados.

Con respecto al uso de términos y conceptos es un requisito conocer el vocabulario (VIM) que se utiliza en metrología con el objetivo de asegurar una comunicación precisa y coherente en el campo de la medición y la metrología. Los objetivos principales del manejo del vocabulario en metrología son los siguientes:

1. El uso frecuente de los términos y definiciones normalizadas en metrología garantiza que las personas que trabajan en este campo se entiendan mutuamente para evitar malos entendidos y errores en la medición.

2. Comparación de resultados cuando se utiliza el vocabulario normalizado pueden ser comparados de una forma más efectiva, independientemente del tiempo y el lugar, siendo crucial para la ciencia, la industria y el comercio.
3. El manejo del vocabulario es crucial en la calibración de instrumentos de medición ya que garantiza la trazabilidad de acuerdo a lo que marcan las normas internacionales ISO.
4. Garantía de calidad y cumplimiento con la normalización, en muchos campos, como la industria y la metrología legal, el manejo correcto del vocabulario es esencial para cumplir con los estándares en la medición y las regulaciones de calidad, seguridad y aspectos legales que marca la norma o la ley.
5. En la reducción de errores, en el uso de especificaciones y definiciones claras ayuda a reducir los errores en la medición y en la interpretación de resultados.
6. El vocabulario normalizado simplifica la adquisición de las competencias para formación de nuevas generaciones de metrología y facilita la educación en metrología en las instituciones académicas.
7. Mejora la eficiencia y la efectividad en el manejo adecuado del vocabulario agilizando los procesos de medición y evitando la pérdida de tiempo y recursos debido a malos entendidos en la comunicación.
8. Finalmente, el uso de un vocabulario en metrología contribuye al avance científico y tecnológico al permitir la investigación y desarrollos más confiables.

Con respecto a la definición del VIM para los siguientes términos que a continuación se presentan:

1. **Patrón** se trata de un estándar de referencia destinado a definir, conservar o reproducir una unidad, o uno o varios valores de una magnitud para servir como referencia comparativa, utilizado para calibrar instrumentos de medición y garantizar la precisión y la trazabilidad de las mediciones. Existen varios tipos de

patrones que a continuación se presentan (figura 2 patrón primario nacional de masa):



Figura 2. Patrón primario nacional de masa

- ❖ **Patrones primarios** siendo los más precisos se utilizan para establecer valores de referencia fundamentales. Por ejemplo, el metro es un patrón primario para la longitud.
 - ❖ **Patrones secundarios** estos se calibran con respecto a los primarios y se utilizan para calibrar instrumentos de medición en laboratorios y entornos industriales.
 - ❖ **Patrones de trabajo** son utilizados con frecuencia en aplicaciones diarias para calibrar instrumentos de medición. Están calibrados en relación con los patrones secundarios.
 - ❖ **Patrones de transferencia** se utilizan para transferir la calibración desde patrones de trabajo a instrumentos específicos utilizados en la medición de rutina.
2. **Cantidad** es considerada características cualitativas se refiere a los aspectos cosméticos que son cuantificables que más adelante se verán en Calidad y con respecto al concepto cuantitativo se refieren a todas aquellas características o especificaciones que se tengan que medir algunas unidades del sistema de medición.

3. **Magnitud** es una característica medible cualitativamente y determina cuantitativamente de un fenómeno.
4. **Prefijos** del SI, anexo 5 (tabla 2). En metrología, el uso de prefijos es fundamental para simplificar y estandarizar la representación de magnitudes y unidades de medida, especialmente cuando se manejan cantidades muy grandes o muy pequeñas.
5. **Atributo** de un fenómeno, cuerpo o sustancia que es susceptible a ser distinguido cualitativamente y determinado cuantitativamente.
6. **Sistema coherente** de unidades son todas aquellas que están compuesta por un conjunto de unidades de base y de unidades derivadas compatibles.
7. **Magnitudes de base**, son magnitudes que dentro de un sistema de magnitudes se aceptan por convención, como independientes unas de otras.
8. **Unidades SI derivadas**, son unidades que se forman combinando entre si las unidades de base, o bien, combinando estas con las unidades derivadas, según expresiones algebraicas que relacionan las magnitudes correspondientes de acuerdo a leyes simples de la física.

Las unidades de base del Sistema internacional SI son 7, correspondiendo a las siguientes magnitudes anexo 6 (tabla 3) Unidades de base del Sistema Internacional): longitud, masa, tiempo, intensidad de corriente eléctrica, temperatura termodinámica, intensidad luminosa y cantidad de sustancia.

9. Unidades que no pertenecen al sistema internacional (S.I.), pero al ser regularmente utilizadas, se encuentran clasificadas en las siguientes 3 categorías: Unidades que se conservan para utilizarse en conjunto con el S.I. unidades aprobadas para su utilización temporal con el S.I. y finalmente, unidades que por motivo alguno no deben utilizarse en conjunto con el S.I.
10. Exactitud de medición son todas aquellas mediciones que se encuentran dentro del rango de las especificaciones.
11. Precisión de medición se expresa como la proximidad de concordancia entre un conjunto de mediciones de cierta característica en un mismo objeto de interés.
12. Repetibilidad es la proximidad de la concordancia entre los resultados de las mediciones sucesivas de una misma característica en un mismo objeto de interés.
13. Reproducibilidad es la proximidad de la concordancia entre los resultados de las mediciones de la misma característica de interés, con variaciones en las condiciones de medición durante el ejercicio.
14. **Norma** es un documento (Figura 3 Norma ISO 9001:2015), por escrito en el cual determina los lineamientos o características establecidas entre un grupo de reguladores interesados por consenso y aprobado por un organismo reconocido a nivel nacional o internacional.



Figura 3. Certificado de la norma ISO 9001:2015

15. **Especificación** es una información específica y documentada de un producto o servicio requerido y acordado entre ambas partes.
16. **La incertidumbre** de la medición es una dispersión de una medición y que se expresa con un valor numérico que representa el rango en el cual el valor verdadero se espera que se encuentre con un nivel de confianza, expresada como una desviación estándar.
17. **Escala de valores** es un rango de magnitudes de una determinada medición, utilizado para clasificar magnitudes de esta naturaleza, en orden creciente o decreciente según sus valores cuantitativos.

18. **Medición** proceso que consiste en obtener experimentalmente uno o varios valores que pueden atribuirse razonablemente a una magnitud
19. **Mesurando** es un parámetro que se está midiendo.
20. **Error de medida** nos representa una incertidumbre de medición que está representada por el valor medido menos la magnitud de un valor de referencia.
21. **Error sistemático** es una tendencia hacia ciertos resultados y pueden influir en la validez de los resultados.
22. **Error aleatorio de medida** se refiere a las fluctuaciones en los resultados de una medición que no sigan un patrón predecible.
23. **Sesgo de medida** se refiere a una trayectoria sistemática en los resultados de una medición que desvía los datos de un valor verdadero.
24. **Calibración** son un conjunto de operaciones establecidas bajo condiciones específicas que se llevan a cabo en todos los instrumentos de medición para asegurar y cumpla con la trazabilidad de la medición. Donde se lleva a cabo una comparación de los valores e incertidumbres que arroja el instrumento o herramienta contra los valores de los patrones normalizados.
25. **Trazabilidad metrológica** se refiere al cumplimiento de comparaciones medición del instrumento contra los valores de un patrón de modo que están relacionada con referencias específicas de los patrones nacionales o internacionales mediante una cadena ininterrumpida.

26. **Validación** se refiere al proceso de confirmar que un sistema, proceso u método cumple con los requisitos o especificaciones para garantizar la confiabilidad y precisión de los resultados.

27. **Valor nominal** se refiere al valor definido de una medición específica determinada.

28. **Material de referencia** es un material homogéneo con respecto a propiedades específicas, como apto para su uso definido en una medición.

En la metrología, es necesario usar reglas de escritura y notación para garantizar la normalización, la precisión y la trazabilidad de las mediciones. A continuación, las reglas de escritura que se deben seguir en la metrología con concordancia con la norma:

1. El manejo de símbolos y unidades normalizadas de acuerdo con el sistema internacional de unidades.
2. El uso de la Notación Científica es de ley utilizarlo para expresar números de manera clara y concisa.
3. Uso de letras mayúsculas y minúsculas de acuerdo a convenciones específicas.
4. Trazabilidad de las mediciones se debe documentar claramente y tener físicamente la evidencia, indicando la cadena de comparaciones con los patrones de referencia nacionales o internacionales.
5. La incertidumbre de la medición se debe expresar de acuerdo a las pautas del GUM (Guía para la expresión de la incertidumbre de las mediciones). Esto implica proporcionar un valor numérico de incertidumbre con un intervalo de confianza y una unidad de medida asociada.
6. Documentación detallada de todos los datos de medición, fórmulas, resultados y métodos deben documentarse detalladamente, junto con la fecha, el operador y otra información relevante.

7. Uso de notación matemática normalizadas para representar ecuaciones, cálculos y términos matemáticos deben estar claramente definidos.
8. En el manejo de unidades derivadas, estas deben escribirse de manera adecuada, incluyendo sus símbolos y formulas.
9. El signo de multiplicación para indicar el producto de dos o más unidades debe ser de preferencia un punto a media altura
10. Cuando una unidad derivada se forma por el cociente de dos unidades, dicho cociente puede expresarse utilizando una línea inclinada, una línea horizontal o bien potencias negativas.
11. Para expresar una operación de división no debe utilizarse más de una línea inclinada en una sola expresión a menos que se le agreguen paréntesis
12. No deben usarse los términos billón, trillón y sus respectivas abreviaciones para esto se utilizan los prefijos.
13. Evitar usar expresiones como partes en mil o partes por millón, especialmente al referirse a magnitudes relativas a contenidos, fracciones o concentraciones de sustancia.
14. No se debe usar el punto para separar decimales, se debe usar la coma. Ejemplos: 3,50 m – 0,473 kg – 15,30 A
15. En cifras mayor de mil estas deberán agruparse y se debe dejar un espacio en blanco, igual o menor al ocupado por una cifra. Ejemplo: 1 365 762,038.

Finalmente es importante destacar que en el manejo de las normas específicas pueden variar por lo que es esencial consultar las normas y directrices relevantes a la medición que se lleve a cabo. La adhesión a estas reglas de escritura contribuye a la calidad y la consistencia de las mediciones asegurando que los resultados sean comparables en el ámbito de la metrología.

1.4 Ley federal sobre la metrología y normalización

La Ley Federal sobre la Metrología y Normalización es un marco legal que establece las bases para la regulación de la metrología (la ciencia de la medición) y la normalización (el proceso de establecer normas técnicas) en México. Fue promulgada con el propósito de establecer las bases para garantizar la calidad y la seguridad de los productos y servicios en México, también establece procedimientos de acreditación, certificación y vigilancia para garantizar el cumplimiento de las normas y la confiabilidad de las mediciones. Así como promover la competitividad de la industria mexicana en el mercado nacional e internacional. La Ley Federal sobre la Metrología y Normalización es administrada por la Entidad Mexicana de Acreditación (EMA) y la Dirección General de Normas (DGN), que son organismos gubernamentales encargados de supervisar y regular la metrología y la normalización en México. Enseguida se presenta, en resumen:

Disposiciones Generales (Título Primero): La presente Ley rige en toda la República y sus disposiciones son de orden público e interés social. Su aplicación y vigilancia corresponde al Ejecutivo Federal, en donde las dependencias de la administración pública federal tienen competencia en las materias.

Define los propósitos de la ley, que incluyen garantizar la calidad y seguridad de los productos y servicios, promover la competitividad de la industria mexicana y facilitar el comercio.

Sistema General de Unidades de Medida

La ley concerniente al Sistema General de Unidades de Medida (S.I.), es regido por la Conferencia General de Pesas y Medidas la cual considera a las siete unidades fundamentales del S.I., que a a continuación se muestran: de longitud, el metro; de masa, el kilogramo; de

tiempo, el segundo; de temperatura termodinámica, el kelvin; de intensidad de corriente eléctrica, el ampere; de intensidad luminosa, la candela; y de cantidad de sustancia, el mol.

Como también forman parte de este sistema las unidades suplementarias; las derivadas de las unidades base, los múltiplos y submúltiplos de todas ellas que apruebe la C.G.P.M. y se prevean en las normas oficiales mexicanas. También se integran al sistema todas las unidades no comprendidas en el sistema internacional que sean aceptadas por el mencionado organismo y se incluyen en dichos ordenamientos en el título segundo de la ley.

Para lograr oficializar la utilización de las unidades aceptadas por determinado organismo, regir sus requerimientos y vigilancia es llevada mediante la secretaria de Economía asignada por el Ejecutivo Federal, deberá ser publica en el diario oficial de la federación (DOF) con la debida anticipación.

Normalización

En la ley se establece de acuerdo al título tercero que la **Normalización** no duplicar estándares al momento de elaboración de las normas oficiales mexicanas respecto al tema de metrología y normalización, se deberá revisar si existen otras normas relacionadas, en cuyo caso se coordinarán las dependencias correspondientes para que se elabore de manera conjunta una sola norma oficial mexicana por sector o materia. Además, se tomarán en consideración las normas mexicanas y las internacionales, y cuando éstas últimas no constituyan un medio eficaz o apropiado para cumplir con las finalidades establecidas en el artículo 40.

La Acreditación y determinación del cumplimiento

La evaluación de la conformidad será realizada por las dependencias competentes o por los organismos de certificación, los laboratorios de prueba o de calibración y por las unidades de verificación acreditados de acuerdo a lo que marca la ley título cuarto.

Acreditación

Los organismos competentes podrán aprobar a las personas acreditadas que se requieran para la evaluación de la conformidad, en lo que se refiere a normas oficiales mexicanas.

La secretaria mantendrá a disposición de cualquier interesado en el listado de las entidades de acreditación autorizadas y de las personas acreditadas y aprobadas, por norma, materia, sector o rama, según se trate, así como de los organismos nacionales de normalización, de las instituciones o entidades a que se refiere el artículo 87-A.

Verificación

Las dependencias competentes podrán realizar visitas de verificación con el objeto de vigilar el cumplimiento de esta Ley título quinto y demás disposiciones aplicables, independientemente de los procedimientos para la evaluación de la conformidad.

Las personas físicas o morales tendrán la obligación de proporcionar a las autoridades competentes los documentos, informes y datos que les requieran por escrito, así como las muestras de productos.

Incentivos, Sanciones y Recursos

Se instituye el Premio Nacional de Calidad con el objeto de reconocer y premiar anualmente el esfuerzo de los fabricantes y de los prestadores de servicios nacionales, que mejoren constantemente la calidad de procesos industriales (ley en el título sexto LFMN)

El incumplimiento a lo dispuesto en esta Ley y demás será sancionado administrativamente por las dependencias conforme a sus atribuciones y en base a las actas de verificación y dictámenes de laboratorios acreditados que les sean presentados a la dependencia.

Las entidades de acreditación y las personas acreditadas y aprobadas deberán resolver las reclamaciones que presenten los interesados, así como notificar al afectado su respuesta en un plazo no mayor a 10 días hábiles, con copia a las dependencias competentes.

En resumen, la Ley Federal sobre la Metrología y Normalización de México es un marco legal completo que tiene como objetivo principal asegurar la calidad y la seguridad de los productos y servicios en el país, promoviendo la competitividad de la industria mexicana y facilitando el comercio.

1.5 La normalización como elemento indispensable para alcanzar la calidad y la competitividad de las manufacturas.

Es importante que los estudiantes de los primeros semestres de ingeniería industrial se vayan involucrando en los temas de Metrología, Gestión, Calidad, Normalización y Manufactura ya que tarde que temprano estarán inmersos concernientes a la gestión de la metrología, calidad en las manufacturas locales y de orden mundial. Por tal motivo se les sugiere iniciar por los antecedentes históricos de una forma resumida sin menos preciar algunos aspectos que no han sido tan trascendentales y han dejado resentimientos en cada una de las culturas. Conocer los antecedentes históricos del proceso de la normalización proyecta la visión de los logros y como su evolución ha aportado mejoras que los logros en todas las áreas quedando plasmados para beneficio de todas las comunidades que le han dado la vuelta al mundo hasta nuestras fechas.

El inicio de la normalización no ha sido fácil en ponerse de acuerdo y donde todos los personajes de la historia que han intervenido o se han visto inmersos en cada una de las épocas históricas hasta las actuales, se han manejado varios aspectos de los cuales se resumirán algunas causas que se ha tenido que enfrentar y entre ellas tenemos el lenguaje de cada cultura donde manejan conceptos de diferentes formas de cada cultura para poderse poner de acuerdo en las medidas, en las cantidades, en las especificaciones, en las ideas, en su forma de pensar, en las costumbres, en las especificaciones, en los patrones de medición, en el dominio de las culturas, en el dominio, imposición, en cómo interpretar, en las tradiciones, en las características físicas, cosméticas y otras tantas más que se comentaran en las siguientes páginas. Se manifiesta que las guerras nos han dejado su aportación y avance en todos los aspectos como también está el lado negativo como se muestra en la (figura 4) Conflicto por falta de la Normalización.



Figura 4. **Conflictos por falta de la Normalización**

Los desafíos han variado según el periodo histórico y la región, pero algunos aspectos críticos se abordarán los principales como se muestra a continuación:

1. La diversidad cultural siempre presenta desafíos para la normalización como se menciona a todo cambio de mejora hay una resistencia debido a sus tradiciones. Ante esto la

normalización debe encontrar un equilibrio entre establecer estándares y respetar la diversidad cultural.

2. El avance tecnológico, la normalización ha tenido que adaptarse a nuevos productos, procesos y sistemas tecnológicos se tienen que actualizar las normas pero que en algunas culturas no aceptan cambios se encuentra la oposición a las mejoras.
3. En el proceso de globalización se han aumentado la necesidad del uso de normas internacionales que pueden facilitar el comercio y la colaboración de otros organismos internacionales que en algunos casos lo ven como una intromisión extranjera y que no es aceptable para sus costumbres en algunos países.
4. La resistencia al cambio siempre está presente en todos los entornos de todas las culturas que ya están tan acostumbradas a las normas obsoletas de sus culturas, que no dejarán por ningún motivo al nuevo cambio. Un ejemplo de esto el manejo del sistema de medición inglés en la comunidad americana siendo una cuestión de índole de tradición no han querido erradicar por completo a pesar de los errores que han ocurrido y los altos costos que han tenido que pagar.
5. La norma técnica y la legislación pueden entrar en conflicto en ocasiones, lo que da lugar a una disputa sobre qué norma deben aplicarse y en qué medida deben ser vinculantes sucede a menudo.
6. Las expectativas de la sociedad sobre la calidad, la seguridad y la sostenibilidad de los productos y servicios cambian con respecto al tiempo, pero hay países como el nuestro que tiene muy arraigadas sus costumbres que falta mucho que hacer por cambiar esas costumbres en muchas áreas.
7. La normalización se enfrenta a el desafío de preservar la identidad cultural mientras se adapta a los estándares técnicos. Entre más tiempo países más atrasados se quedarán aquellas culturas que no deseen avanzar, quedando aislada del resto de las culturas más desarrolladas.

8. Los intereses económicos pueden influir en la normalización, dando lugar a disputas sobre las normas que benefician a determinados grupos que se ven muy arraigadas y cueste lo que cueste logran mantenerse a pesar de existir un documento legal, hay mucho que hacer nuestro país.
9. Desafíos éticos y de seguridad como en la atención médica en una de las áreas más delicadas por mencionar, que sería el de garantizar que los estándares protejan la seguridad y los derechos de las personas. Esta parte tan delicada como es el manejo y la aplicación ética hay países que se vive una barbarie que se antepone cuestiones de valores monetarios que los del ser humano, hay mucho que trabajar en esta parte.
10. La verificación de la autenticidad y la trazabilidad de los productos y servicios en el comercio global garantizando. Un ejemplo que se mencionara en el intercambio comercial principalmente en el momento del exportar e importar las mercancías o productos en el lugar de las garitas donde se revisar los productos, documentos, las cantidades y medidas se encontraran muchas sanciones de ambos países por no seguir los procedimientos normalizados siendo una realidad que sucede a diario.

Resumiendo es muy importante recalcar y hacer conciencia de los **Valores Éticos y Principios** que deben ponerse en practicar rigurosamente para garantizar mediciones precisas, decisiones invariables y sobre todo evitar riesgos que a futuro pudieran dañar la integridad del país o de las personas, la economía de las personas y sobre todo la confianza de los dirigentes o líderes que ponen en juego la estabilidad de un cualquier país, debe hacerse conciencia de tener un sistema en equilibrio de fuerzas y no de uno de tantos que da tristeza la realidad de la cual están pasando otros y que tarde o temprano por no prevenir estarían inmersos en situaciones similares de inestabilidad su sociedad en el país. Varios de los valores que se deberán tomar en cuenta son: la honestidad, imparcialidad, transparencia y responsabilidad pero sobre todo se recalca la competencia en donde el personal que este al cargo de la toma de las decisiones sean

profesionista con capacidades competentes que tengan las habilidades y conocimientos de líderes para llevar a cabo las gestiones en las áreas de metrología y la normalización al pie de la letra y sobre todo evitar pseudo profesionista que no lo son del área de la ingeniería y lleven a cabo actividades que no les corresponde en la toma acciones que desconocen.

Ejemplos donde no se aplican correctamente la gestión de Metrología y Normalización a pesar de que hay leyes del conocimiento general para todos aplica que se deben de cumplir y que los antecedentes históricos no son tomados con la seriedad para evitar pérdidas en los recursos de toda índole, por no tomarse en cuenta incurriendo en muchos lugares y en diferentes áreas por mencionar algunas de ellas de una manera generalizada y son las siguientes:

En algunas áreas comerciales, sobre todo en los comercio y tiendas, donde se utilizan balanzas que no tienen registros de ser calibradas.

Otro ejemplo en las acotaciones de las carreteras en nuestro país, donde no se toman en cuenta los riesgos latentes por diferentes estados de México, a pesar que ya están establecidas las normas para la aplicación en las carreteras y donde aún no han sido llevadas a cabo y que ponen en riesgo a todos los vehículos del transporte ya sean chicos, camiones, plataformas, autobuses etc.

En algunas empresas que surten gasolina existe una irresponsabilidad negligente donde no se respeta la ley y de una manera irresponsable hacen entregas del producto por volumen incorrecto.

En apreciaciones visuales de personal que mantiene el orden de los estándares de velocidad y no usa equipo para medir solamente es su apreciación visual.

Con respecto a los letreros que se utilizan en la ciudad dentro y fuera donde se supone que existe normas las cuales determina el color, tamaño y las dimensiones ponen en tela de juicio las anomalías y los riegos del personal por donde transitan.

Las aplicaciones de las normas en las alturas de los puentes algunos son obsoletas que no han sido cambiados de acuerdo con los tiempos actuales.

Los colores en el manejo de los cables para instalaciones eléctricas siendo muy riesgoso no han sido respetados en función de las normas eléctricas de la metrología dando a entender que no importa salvase el que pueda.

En el manejo de sustancias peligrosas donde se deben llevar protocolos normalizados y que ponen en riesgo las vidas de todo ser humano siendo todo lo contrario, no se llevan a cabo por ejemplo en el manejo de accesorios médicos radiactivos y que llegan a parar en fundiciones para la fabricación de productos para la construcción.

En productos comerciales donde se establecen las características de los productos ya sea por tamaño, color, peso o alguna especificación determinada por cliente y que los comerciantes creen que poquito no sucede nada y cuando se dan cuenta el cliente surgen las demandas poniendo el riesgo de seguir manteniéndose en el mercado.

En las empresas manufactureras (medicas, metal mecánicas, electrónicas, biotecnología, etc.) que producen productos y que no respetan las especificaciones de las normas internacionales y ponen en riesgo a la población que requiere determinados productos.

Con respecto a los **antecedentes** se deja claro la importancia que nos aporta la normalización, siendo valiosos los avances que se logre comprender el papel de las normas técnicas en la sociedad y aprovechar la experiencia acumulada en favor de abordar los desafíos actuales y futuros de forma más efectiva de lo que falta por hacer en este país.

Normalización

Es el proceso de establecer estándares para regular y unificar prácticas, procesos, productos y servicios en todos los ámbitos. Con el objeto de establecer un seguimiento ordenado en beneficio de todos los interesados en particular para la obtención de una economía óptima en conjunto.

1. La Normalización contempla actividades donde participan expertos de diversas disciplinas de una manera sistemáticas, metodológicas y multidisciplinario que busca la creación y promulgación de normas técnicas y practicas consensuadas que regulan y estandarizan una amplia gama de elementos en el ámbito industrial, científico, tecnológico y social. La aplicación de las normas tiene como objetivo mejorar la calidad, la seguridad, la interoperabilidad y la eficiencia de productos, procesos y servicios, al tiempo que facilitan el comercio, la innovación y la protección del consumidor Ley Federal sobre Metrología y Normalización DOF 30-04-2009.
2. El concepto de Normalización la define el organismo internacional de estandarización (ISO) como el proceso de formular y aplicar normas con el propósito de realizar en orden una serie de actividades específicas para el beneficio y la obtención de una economía de conjunto óptimo, teniendo en cuenta las características funcionales y los requisitos de seguridad.

Los objetivos que persigue la Normalización son:

- **Simplificación** trata sobre buscar como resolver un problema o área de oportunidad en la reducción de los modelos u opciones seleccionando la opción, más necesaria por su sencillas o por lo práctico, ejemplo de la figura (5). Evitar hacer actividades complicadas que al final nadie entiende por lo complicado que es y finalmente recaer en desperdicios de los productos y servicios.

Si es el caso donde se requiere hacer o mejorar un procedimiento, protocolo, instrucciones de trabajo, ayudas visuales, cambios en ingeniería, documentos se recomienda determinar las actividades en el orden que le corresponde, que es primero,

que es la segunda actividad y que estén justificadas cada una de las actividades y el orden en que deben de estar redactadas para seguir los pasos necesarios para lograr el objetivo de cada documento y sobre todo que se entienda para el personal que este llevando a cabo el seguimiento del documento y conozca en los que se deben de realizar y lo que no se debe hacer, de una manera segura evitando errores por lo complejo del documento. Se recomienda evitar hacer juicios tan rápidos que a final de cuenta podrían recaer en alguna mala interpretación y finalmente perder la confianza del personal que estén al cargo responsable de algunas de las actividades que se pretendan realizar de lo mencionado.

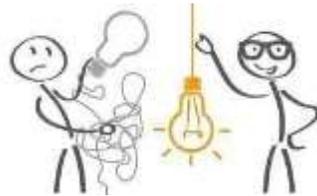


Figura (5) Simplificación

- **Unificación** (Figura 6) trata de el o los conceptos deben ser de intercambiabilidad universal, que lo que se trate en un país nos represente los conceptos idénticos en otros.



Figura 6. Unificación

- **Especificación** (Figura 7) trata sobre crear un lenguaje claro y preciso, evitando errores de identificación. Define la calidad, establece las exigencias significativa y métodos de comprobación. Siendo la parte medular de la norma.



Figura 7. Representación de la especificación

Beneficios de la normalización se mencionan a continuación:

Comprensión del contexto: Comprender la historia y la evolución de la normalización proporciona un contexto que ayuda a comprender por qué y cómo surgieron las normas técnicas y cómo han evolucionado con el tiempo.

Lecciones aprendidas: Los antecedentes de la normalización también pueden proporcionar lecciones aprendidas a lo largo de la historia. Esto incluye ejemplos de cómo la falta de normas o la no adherencia a ellas ha llevado a problemas de calidad, riesgos, seguridad o ineficiencia.

Facilita la toma de decisiones: Comprender cómo se han abordado desafíos técnicos y sociales en el pasado a través de la normalización puede ayudar en la toma de decisiones actuales. Los antecedentes pueden proporcionar información sobre las soluciones efectivas y los enfoques adoptados en situaciones similares.

Reconocimiento de la evolución tecnológica: La normalización ha evolucionado en respuesta a avances tecnológicos y cambios en la sociedad. Al conocer los antecedentes de la

normalización, se puede apreciar cómo las normas se han adaptado a lo largo del tiempo para abordar nuevas tecnologías y desafíos emergentes.

Promoción de la cooperación internacional: El conocimiento de los antecedentes de la normalización puede ayudar a comprender la importancia de la cooperación internacional en la elaboración de normas globales que desempeñan un papel crucial y que faciliten el comercio entre los países.

Las normas de calidad

Es un conjunto de estándares que se desarrollan para garantizar que un producto, servicio o proceso cumpla con ciertos criterios predefinidos y asegurar para que se logre confianza y satisfagan las necesidades de cada una de las expectativas de los clientes. Se manifiesta en un documento por escrito que sea accesible a los interesados, el cual debe mostrar el método o los pasos normalizados con sus correspondientes especificaciones técnicas, lineamientos o características previamente establecidas por consenso y aprobadas por un organismo a nivel nacional o internacional certificado.

En nuestro país, existen tres tipos de normas que son la norma oficial mexicana (NOM), que son de carácter obligatoria. Enseguida tenemos las normas NMX que son de carácter voluntaria, no se obliga a que las lleven a cabo, solamente se sugieren aplicar al gusto. Pero si surgiera una observancia crítica tendrían que cambiar su estatus a obligatorio como lo marca la NOM.

Finalmente, las normas de referencia (NRF). Son importantes ya que proporcionan un marco de referencia para garantizar la calidad, seguridad, eficiencia y compatibilidad de productos y servicios en México.

¿Qué es el organismo internacional de normas (ISO)?, se le conoce como una organización de normalización internacional, es una entidad que se dedica a desarrollar y establecer estándares técnicos, directrices y normas de calidad que se aplican a nivel global. Estas normas

internacionales son utilizadas en diversos sectores industriales para promover la interoperabilidad, la seguridad, la calidad y la eficiencia en productos, servicios y procesos a nivel internacional.

Algunos ejemplos de organismos internacionales de normas reconocidos son las siguientes:

1. **Organización Internacional de Normalización (ISO).** (Figura 8) La ISO es una de las organizaciones más prominentes en el campo de la normalización. Desarrolla y publica estándares que cubren una amplia variedad de industrias.



Figura 8. Logo ISO

2. **Comisión Electrotécnica Internacional (IEC):** (Figura 9) La IEC se centra en el desarrollo de normas relacionadas con la electricidad, la electrónica y las tecnologías afines, asegurando la seguridad y la compatibilidad de equipos eléctricos y electrónicos en todo el mundo.



Figura 9. Logo IEC

3. **La Asociación Americana de Normalización (ANSI).** (Figura 10) Que es una organización de normalización bien conocida en los Estados Unidos.



Figura 10. Logo ANSI

4. **La Asociación Europea de Normalización se conoce como CEN**, (Figura 11) que son las siglas de "Comité Europeo de Normalización" en francés (Comité Europea de Normalización). El CEN es una organización de normalización europea que desarrolla estándares técnicos para una amplia gama de sectores y disciplinas en Europa. Su objetivo es promover la armonización y la estandarización en la Unión Europea y países asociados.



Figura 11. Logo CEN

5. **La Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR)**, (Figura 12) conocida como **AENOR**, es la entidad encargada de la normalización y la certificación



Figura 12. Logo AENOR

6. El Instituto Mexicano de Normalización y Certificación, A.C. (IMNC) (Figura 13) es una organización mexicana que se dedica a la normalización y certificación de productos y servicios en México. Su objetivo es promover la calidad y la competitividad en la industria mexicana a través del establecimiento de normas y la certificación de productos y sistemas de gestión.



Figura 13. Logo de IMNC

7. **La Dirección General de Normas (DGN)** (Figura 14) es responsable de establecer, promover y coordinar la normalización en México bajo la tutela de la secretaria de Economía.



Figura 14 Logo DGN

8. En Japón, la entidad encargada de la normalización (JISC), (Figura 15) es la organización nacional encargada de establecer estándares industriales en Japón. Actividades se centran en el desarrollo y la promoción de estándares.



Figura 15 Logo JIS

9. En Chile, la entidad encargada de la normalización de normas es **el Instituto Nacional de Normalización (INN)** (Figura 16). El INN es una institución pública autónoma que tiene como objetivo promover y coordinar la normalización. Su función es desarrollar, mantener y promover normas técnicas en diversas áreas y la interoperabilidad a nivel nacional e internacional.



Figura 16 Logo INN

10. En Canadá, la entidad encargada de la normalización y el desarrollo de normas técnicas es el Consejo Canadiense de Normas (**Canadian Standards Association, CSA**) (Figura 17). El CSA es una organización sin ánimo de lucro que se dedica a desarrollar y mantener estándares en una amplia variedad de campos, incluyendo la industria, la salud, la seguridad, la tecnología y más.



Figura 17. Logo CSA

11. La organización que se encarga de la normalización y la prueba de materiales en los Estados Unidos es el **Instituto de Normas y Tecnología (National Institute of Standards and Technology, NIST)** (Figura 18), que es parte del Departamento de Comercio de los Estados Unidos.



Figura 18 Logo NIST

Con referencia al concepto de especificación técnica es necesario conocer de que se trata estas características particulares ya sean cuantitativas o cualitativas, que se deben cumplir, deben ser concretas, explícitas, deben estar siempre presentes tolerancias para los clientes y acordado entre ambas partes.

Como se deben de presentar las especificaciones técnicas, a continuación, se muestra los aspectos a tomar en cuenta:

Las especificaciones (anexo 3 figura 19), deben de mostrarse por escrito la cantidad y sus unidades correspondientes según sea el caso y se deben de localizar en hojas de seguridad, etiquetas sobre los productos, instrucciones de trabajo, instructivos, dibujos-planos y deben estar bien documentadas de manera que el cliente, el proveedor y determinados organismos constaten la veracidad y midan la conformidad de lo que se está adquiriendo.

1.6 Uso y aplicación de la metodología PDCA y su aplicación en las actividades de la normalización.

Para el uso y aplicación de la metodología PDCA (anexo 1), se iniciará primeramente con algunos conceptos para su mejor comprensión y aplicación, como se verán al algunos de los más importantes a considerar:

El uso de metodologías en ingeniería industrial tiene varios objetivos fundamentales y se plantean los siguientes:

Mejora de procesos: Las metodologías en ingeniería industrial ayudan a identificar, hacer, analizar y optimizar los procesos en una organización. Esto incluye la reducción de los desperdicios como son los costos, el aumento de la eficiencia, la eliminación de actividades innecesarias y la mejora de la calidad de los productos y servicios.

Toma de decisiones informadas: Las metodologías proporcionan un enfoque estructurado para a las empresas tomar decisiones más informadas y respaldadas por evidencia en lugar de depender de intuiciones o suposiciones.

Diseño y reingeniería de sistemas: Las metodologías ayudan en la creación y rediseño de sistemas y procesos, lo que puede llevar a sistemas más eficientes y efectivos. Esto es especialmente importante en la mejora.

Aumento de la productividad: Al aplicar metodologías, las organizaciones pueden mejorar la productividad de sus empleados y recursos, lo que puede llevar a una mayor producción y eficiencia en general.

Reducción de riesgos: Las metodologías permiten identificar, prevenir y mitigar riesgos en los procesos y operaciones. Esto es particularmente relevante en sectores donde la seguridad y la calidad son de gran importancia.

Mejora continua: Las metodologías ayudan a establecer estándares de calidad y a seguir procedimientos rigurosos para garantizar que los productos y servicios cumplan con esos estándares. Esto es crucial para satisfacer las expectativas de los clientes.

Normalización: En todas las industrias normalizadas, las metodologías son esenciales para asegurar el cumplimiento de regulaciones y estándares específicos internacionales.

Sostenibilidad: Las metodologías en ingeniería industrial también pueden ser utilizadas para abordar cuestiones de sostenibilidad, como la reducción del impacto ambiental y la gestión de recursos de manera más eficiente.

En resumen, el uso de metodologías en ingeniería industrial busca mejorar la eficiencia, la calidad, la productividad y la toma de decisiones, así como abordar desafíos específicos dentro de una organización para lograr resultados más efectivos y competitivos.

Para lograr uno de los objetivos que se plantean en el desarrollo del libro de Gestión de la Metrología en la Manufactura, el enfoque que se llevara a cabo es el del uso y manejo de la metodología Ciclo Deming (anexo 1).

La metodología Ciclo de Deming, también conocida como el ciclo PDCA (planificar, hacer, verificar y actuar), es un enfoque de mejora continua de procesos que fue desarrollado por el estadounidense W. Edwards Deming. El ciclo PDCA y gestiona para lograr las oportunidades de mejora en los procesos.

Planificar (Plan - P):

Como primer paso del ciclo, el planear busca identificar los posibles problemas específicos que se encuentran en un proyecto, definir los objetivos y elaborar un plan de acción que ayude a solucionar las problemáticas identificadas.

Para empezar, se requiere un diagnóstico para identificar los problemas actuales, establecer prioridades para lo que necesita mejorar o incluso identificar nuevas oportunidades.

Una vez establecida la meta, se debe desglosar en metas realistas y alcanzables. Aquí, es crucial recopilar datos e información para determinar el alcance del proyecto.

Cuando el equipo está reunido, es hora de poner la planificación por escrito. Esto incluye desarrollar un plan de acción con las tareas que deben completarse para lograr los objetivos, establecer plazos y un calendario de ejecución y designar a los responsables.

Esta etapa es crucial, es necesario el uso de herramientas para determinar cómo realizar actividades de trabajo, realizar investigación de las causas de raíz y determinar las actividades más prácticas y sencillas. Entre algunas sugerencias que se sugiere se presentan las siguientes actividades:

El problema o determinar la actividad (s) que requieren mejorar.

Las metas que se deben alcanzar.

Los indicadores de control.

Los métodos y herramientas el uso del Microsoft Project (tabla 1), el Pareto u otras herramientas para llevarlo a cabo.

Recopilación de información

Priorizar la información recopilada

Diseñar actividades de acción

Definición del alcance

Plan de gestión de riesgos

Definición de factores clave

Lluvia de ideas

Creación de plan maestro de desarrollo Microsoft Project (tabla 1)

Determinar quién, qué y cómo

Determinar plazo de las actividades

Cuáles son las partes interesadas y afectadas

Algunos ejemplos de estas herramientas de planificación se mencionan las siguientes:

- Diagrama de Gantt.
- Poka-yoke diseño para pruebas de error.
- Lluvia de ideas.
- El uso de diagramas de causa efecto.

Para no poner en peligro todos los procesos de una organización, es vital llevarlo a cabo de manera gradual, paso a paso.

Hacer (Do - D):

Es el momento de poner en práctica la planificación. Es necesario tener una formación específica para que el equipo lleve a cabo las instrucciones del plan.

Adicionalmente, se realizan esfuerzos de recolección de datos durante la ejecución para monitorear el proceso y evaluar los resultados. Independientemente de si son positivos o negativos en donde se deben de registrar ya que ayudaran a evaluar el desempeño. Se sugiere los siguientes aspectos:

- Aplicar las acciones planificadas.
- Registrar los resultados obtenidos.
- Formar al personal que deba aplicar las soluciones.
- Seguimiento de protocolos.
- Realizar los entrenamientos.
- Diseñar los formatos de registro.
- Realizar pruebas de calidad.
- Validar actividades establecidas.
- Normalizar cada una de las actividades concernientes al proyecto.
- Aplicación de estándares

Para no poner en peligro todos los procesos de una organización, es vital llevarlo a cabo de manera gradual, paso a paso ya pequeña escala.

Verificar (Check - C):

Análisis de resultados: Evalúa los datos recopilados establecidos para determinar si el proceso se ha mejorado, comparación con estándares, tomando la decisión en función de la evaluación realizada en la fase de verificación, toma decisiones sobre cómo proceder y Acciones correctivas: Si es necesario, implementa acciones correctivas o ajustes al proceso para abordar deficiencias o problemas identificados en la fase de verificación. Algunas sugerencias podrían tomar en cuenta en lo futuro:

- Toma de decisiones respecto a los hallazgos
- Documentación de los resultados
- Corrección de errores
- Retroalimentación de los resultados
- Estandarización de proyecto

Si los resultados son satisfactorios, considera la Normalización el nuevo proceso o las mejoras realizadas.

Actuar (Act - A):

Luego de completar la fase "Actuar", el ciclo vuelve a la fase "Planificar" para iniciar un nuevo ciclo de mejora continua. Esto significa que la metodología PDCA es un proceso iterativo y constante, donde se buscan continuamente oportunidades de mejora y se aplican las lecciones aprendidas en ciclos anteriores para seguir mejorando.

- Si se logra el resultado deseado, puede usarse como punto de referencia para otras operaciones comerciales y divisiones.

- Si el resultado no está a la altura de las expectativas, debe examinarse para descubrir nuevas soluciones.

El ciclo de Deming es una herramienta poderosa para la mejora continua y se utiliza en diversas áreas, incluyendo la gestión de calidad, la gestión de proyectos, la gestión de procesos y la resolución de problemas en una amplia variedad de organizaciones.

1.7 Importancia de las aportaciones de las materias de dibujo industrial.

El dibujo industrial en la metrología es la de facilitar información específica, en la exactitud y sobre en las dimensiones de las partes de los componentes o subensambles que se requieran medir y que cumpla una serie de funciones esenciales que respaldan la eficiencia, la seguridad y la calidad en la industria de manufactura.

El dibujo industrial representa un lenguaje universal que permite la comunicación visual efectiva de ideas, diseños y especificaciones técnicas entre diseñadores, ingenieros, fabricantes, operarios y otros profesionales involucrados en la producción de productos. Esto ayuda a evitar malentendidos y errores en la fabricación en donde algunos procesos son críticos e irreversibles. Para su comprensión de lo mencionado con anterioridad se presenta algunas contribuciones sobresalientes:

Los dibujos industriales incluyen especificaciones exactas de las dimensiones de las partes, así como las tolerancias (anexo 7), requeridas. Esto es fundamental para los ingenieros, ya que les proporciona un punto de referencia claro para las mediciones, la verificación de las partes como también es crítico para el personal que va a interpretar las mediciones para su fabricación.

Los dibujos industriales proporcionan representaciones gráficas detalladas de las partes, lo que facilita la comprensión específica de su forma, tamaño y características. Los ingenieros pueden utilizar estos dibujos como referencia visual para realizar mediciones y la interpretación del plano.

Los dibujos industriales utilizan símbolos normalizados en función de las normas para indicar características específicas de las piezas y protocolos de medición que sean consistentes, como roscas, agujeros, superficies de acabado, etc. Esta información es esencial para la metrología, ya que ayuda a identificar las características que deben medirse. Esto incluye la selección de unidades apropiadas.

El dibujo industrial utiliza la geometría descriptiva para representar con exactitud y precisión la forma de las piezas en tres dimensiones. Esto permite a todos los ingenieros de diferentes áreas comprender mejor la geometría de las piezas y planificar las mediciones de manera efectiva.

Los dibujos industriales son una parte fundamental de la documentación y evidencia del diseño de un producto. Mediante el uso de la documentación se tiene la seguridad y evidencia para comprender y comparar las dudas del diseñador y garantizando que las partes se fabriquen y ensamblen de acuerdo con las especificaciones.

Los dibujos industriales son clave para la verificación de la conformidad y su interpretación del plano. Los ingenieros utilizan los dibujos como referencia para asegurarse de que las piezas cumplan con las especificaciones y tolerancias establecidas.

La gestión de la metrología en conjunto con el dibujo industrial desempeña un papel crítico en la innovación, en el desarrollo, en la manufactura al garantizar la precisión y la calidad en la fabricación de productos, al seguir las normas ya preestablecidas con se logrará una solides para innovar e impulsar los productos existentes y los nuevos en el mercado.

1.8 Conceptos de incertidumbre (figura 20), en las mediciones de metrología.

Se define como parámetro asociado con el resultado de una medición, no negativo que caracteriza la dispersión de los valores atribuidos a un mensurando, a partir de la información que se utiliza Adolfo Escamilla Esquivel (2013) / VIM (2012).



Figura 20. Representación de la incertidumbre

La incertidumbre en las mediciones es una parte fundamental de la metrología y se refiere a la falta de conocimiento completo y absoluto sobre el valor real de una magnitud medida. En otras palabras, la incertidumbre representa la variabilidad y el margen de error asociados con cualquier medición, siendo el mejor indicador de la calidad de sus resultados analíticos. Se hace notar que entre más pequeña sea la incertidumbre el resultado de la calidad será más alto.

Incertidumbre en la toma de decisiones: La incertidumbre en las mediciones es crucial para tomar decisiones informadas. Ayuda a determinar si una medición es lo suficientemente precisa para un propósito particular o si es necesario tomar medidas adicionales para reducir la incertidumbre.

Normativas y estándares: En muchos campos, existen normativas y estándares que rigen la evaluación y declaración de la incertidumbre en las mediciones. Estos documentos proporcionan pautas para garantizar la consistencia y la calidad en la medición.

La incertidumbre de la medición es fundamental para asegurar la calidad, la confiabilidad y la precisión de las mediciones en una variedad de campos, desde la fabricación industrial, calibración, ingeniería, aeroespacial, automotriz, electrónica hasta la investigación científica y la médica. Ayuda a tomar decisiones informadas basadas en datos útiles NOM-Z-55-1986.

Para comprender la importancia de la incertidumbre se presentan varias aplicaciones en diferentes áreas:

Laboratorios de calibración y pruebas: En entidades que realizan mediciones y pruebas de productos, la incertidumbre se utiliza para garantizar que las mediciones sean precisas y confiables. Los laboratorios deben informar la incertidumbre asociada a sus mediciones en los certificados de calibración o resultados de pruebas.

Industria: En la producción industrial, la incertidumbre siempre está presente en las mediciones durante la transformación de los materiales hasta los productos finales. Las mediciones precisas son críticas en la fabricación de productos de acuerdo con lo que marca la norma de ISO-9001.

Investigación científica: En la investigación, especialmente en áreas como la física, química y biología, la incertidumbre de la medición es esencial para evaluar la validez de los resultados experimentales.

Atención médica: En los entornos médicos la incertidumbre de la medición sobre los productos es de alto riesgo sobre el uso de los productos médicos en los clientes. Por lo cual se deben tomar acciones y decisiones críticas

Mejora la toma de decisiones: Permite a las personas que utilizan mediciones comprender cuán confiables son los datos y tomar decisiones basadas en esa información. Por ejemplo, en la fabricación, ayuda a garantizar la calidad del producto de acuerdo con lo que marca LFMN e ISO.

Comparación de resultados: Facilita la comparación de resultados de mediciones entre diferentes laboratorios y a lo largo del tiempo. La incertidumbre proporciona un contexto para evaluar la consistencia y la confiabilidad de las mediciones.

Garantía de calidad: Ayuda a lograr la excelencia y mantener los niveles altos de calidad al proporcionar información sobre la confiabilidad de sus procesos.

Validación de resultados científicos: En la investigación científica, la incertidumbre de la medición es esencial para determinar si los resultados experimentales son consistentes con las teorías existentes y para evaluar la confiabilidad de los datos.

1.9 Conceptos de norma y requisitos.

La norma es un documento en el cual debe mostrar por escrito cada uno de los requerimientos, especificaciones técnicas, lineamientos establecidos por consenso y aprobado por un organismo reconocido a nivel Nacional o Internacionalmente.

En el proceso de dar a conocer las normas en México, crear, modificar, elaboración, evaluar, revisar y autorizar las normas se requieren determinados organismos como lo es Dirección General de Normas que es una unidad administrativa dependiente de la unidad de normatividad, competitividad y competencia de la Secretaría de Economía.

En México, las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) son de carácter obligatorio, son elaboradas por las dependencias del gobierno federal según sus atribuciones a través de los Comités Consultivos de Nacionales de Normalización; siendo estas de carácter público.

Mientras que las Normas Mexicanas (NMX) de aplicación voluntaria, son promovidas por el sector privado, a través de los Organismos Nacionales de Normalización según su competencia.

De acuerdo con el manual general de organización de la Secretaría de Economía, la Dirección General de Normas son responsable de coordinar el sistema de normalización y evaluación de la conformidad, con base en lo dispuesto en Ley Federal sobre Metrología y Normalización y algunas de sus funciones son:

Algunas de sus funciones son:

- Aplicar la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, su reglamento, la Ley Federal de Protección al consumidor, la ley de hidrocarburos, la ley federal de telecomunicaciones y radiodifusión, en el ámbito de competencia de la Secretaría de Economía.
- Elaborar y dar a conocer las políticas públicas y estrategias en materia de metrología, normalización y evaluación de la conformidad.
- Establecer programas para el fomento de la calidad de los productos y servicios mexicanos y para la promoción y difusión de la normalización, metrología y evaluación de la conformidad, y de la investigación.
- Expedir y publicar la lista de instrumentos de medición, cuya calibración, verificación inicial, periódica o extraordinaria sea obligatoria.
- Elaborar conjuntamente con las dependencias competentes y Organismos Nacionales de Normalización, el programa nacional de normalización y dirigir su ejecución en el área competencia de la Secretaría de Economía.
- Elaborar, revisar, expedir, modificar, cancelar y difundir las Normas Oficiales Mexicanas y Normas Mexicanas en el ámbito de competencia de la Secretaría

- Establecer e implementar los procedimientos para la evaluación de la conformidad de las normas oficiales mexicanas y normas mexicanas u otras especificaciones, prescripciones, donde los Comités Consultivos Nacionales de Normalización (CCNN).

A continuación, se proporciona las actividades clave sobre los Comités Consultivos Nacionales de Normalización en México:

Los CCNN elabora de normas técnicas y de seguridad que sean pertinentes, actualizadas y efectivas en distintos sectores de la economía mexicana. Estos comités son una plataforma para la consulta, discusión y normalización de productos, servicios o procesos.

Composición: Los CCNN están compuestos por representantes de diversos sectores y grupos de interés que están relacionados con la temática de la norma en cuestión. Por ejemplo, un CCNN que trabaje en normas relacionadas con la seguridad alimentaria podría incluir representantes de la industria alimentaria, la academia, agencias gubernamentales de salud y consumidores etc.

Operación: Los CCNN funcionan de manera colaborativa y participativa. Se reúnen periódicamente para discutir, revisar y, en su caso, proponer normas técnicas, asegurar que las normas reflejen las necesidades y opiniones de todas las partes involucradas.

Convocatorias: La Secretaría de Economía de México emite convocatorias públicas para la creación o actualización de CCNN en función de las necesidades de normalización en diferentes áreas. Estas convocatorias son un medio para invitar a expertos y partes interesadas a participar en el proceso.

Relevancia de las Normas: Las normas técnicas y de seguridad desarrolladas con la participación de los CCNN suelen tener un alto grado de relevancia y aceptación en los sectores correspondientes, ya que se basan en un consenso entre los actores involucrados.

Vinculación con las NOM: Las normas técnicas y de seguridad elaboradas por los CCNN pueden ser utilizadas como base para la creación o actualización.

Los requisitos pueden variar según el tema y el contexto específico de la NOM. Además, la Secretaría de Economía puede proporcionar directrices específicas para la creación de normas en diferentes sectores. Si estás interesado en crear o conocer más sobre una NOM en particular, te recomiendo ponerte en contacto directamente con la Secretaría de Economía o buscar información específica sobre el sector de interés.

Requisitos que debe cumplir para una norma mexicana NOM serán los siguientes (figura 21):

Para crear una Norma Oficial Mexicana (NOM) en México, se deben seguir ciertos pasos y cumplir con ciertos requisitos, que suelen ser establecidos por la Secretaría de Economía de México. A continuación, se proporciona una descripción general de los requisitos más comunes para una NOM:

El primer paso es identificar el tema o área específica que se abordará en la NOM. Esto implica definir claramente el propósito de la norma.

Se debe llevar a cabo una investigación exhaustiva y análisis de la problemática o necesidad que motiva la creación de la NOM. Esto incluye revisar regulaciones y normas internacionales relacionadas, así como realizar estudios técnicos y científicos necesarios.

Es común que se realice una consulta pública para recopilar opiniones y comentarios de expertos, partes interesadas y el público en general sobre la propuesta de norma. Esto garantiza la participación y el consenso de diversos actores.

Se forma un comité técnico encargado de desarrollar la NOM. Este comité debe estar compuesto por expertos en el tema, representantes de la industria, instituciones académicas y otras partes interesadas relevantes.

El comité técnico elabora un proyecto de NOM que incluye los requisitos técnicos y de cumplimiento que se deben seguir en el sector específico.

El proyecto de NOM se somete a revisión y comentarios por parte de los miembros del comité técnico y otras partes interesadas. Se pueden realizar revisiones y ajustes según los comentarios recibidos.

La NOM debe ser aprobada por la Secretaría de Economía de México. Esto implica una revisión minuciosa de la norma propuesta y su conformidad con los procedimientos establecidos.

Una vez que la NOM es aprobada, se publica en el Diario Oficial de la Federación (DOF) para que entre en vigor y se convierta en obligatoria.

Una vez en vigor, se debe garantizar la implementación y cumplimiento de la NOM. Esto puede incluir actividades de supervisión, evaluación y auditoría.

Los puntos fundamentales que no deben faltar en la Norma es el documento técnico que establece las especificaciones, requisitos y procedimientos que deben seguirse.

Título y número de identificación: Cada NOM debe tener un título que indique claramente su objeto y un número de identificación único que la distinga de otras normas.

Objeto y ámbito de aplicación: Mencionar qué productos, servicios o procesos regula. Además, se debe establecer su ámbito de aplicación, es decir, a quiénes se aplica y en qué situaciones.

Referencias normativas: Las NOM a menudo hacen referencia a otras normas técnicas, regulaciones o estándares nacionales e internacionales relevantes. Estas referencias son fundamentales para garantizar la coherencia y la consistencia con otras normativas.

Definiciones: La NOM debe incluir definiciones precisas de los términos técnicos y conceptos utilizados en el documento para evitar ambigüedades y malentendidos.

Requisitos técnicos: Este es uno de los elementos centrales de una NOM. Debe establecer los requisitos pueden incluir características técnicas, parámetros de rendimiento, límites de tolerancia, métodos de prueba, etc.

Procedimientos de evaluación y certificación: Si la NOM requiere la evaluación y certificación de conformidad de productos o servicios, debe describir los procedimientos y requisitos para llevar a cabo dicha certificación, así como los organismos o laboratorios acreditados para realizarla.

Marcado y etiquetado: Si es aplicable, la NOM debe incluir requisitos sobre cómo se debe marcar o etiquetar un producto o servicio para indicar su conformidad con la norma.

Responsabilidades y roles de las partes involucradas: La NOM puede especificar las responsabilidades y roles de las partes involucradas, como fabricantes, importadores, organismos de certificación, autoridades reguladoras, etc.

Vigilancia y control del cumplimiento: Deben establecerse los procedimientos y responsabilidades para supervisar y hacer cumplir la norma, incluyendo inspecciones, auditorías y sanciones por incumplimiento.

Fecha de entrada en vigor y transición: Debe indicarse cuándo entra en vigor la NOM y si existe un período de transición para su implementación.

Las fuentes y documentos utilizados para desarrollar la NOM deben citarse adecuadamente en una sección de bibliografía y referencias.

Pueden incluir información adicional, como formularios, ejemplos de etiquetado, o detalles técnicos complementarios.

Debe proporcionarse información de contacto para cualquier consulta o aclaración relacionada con la norma.

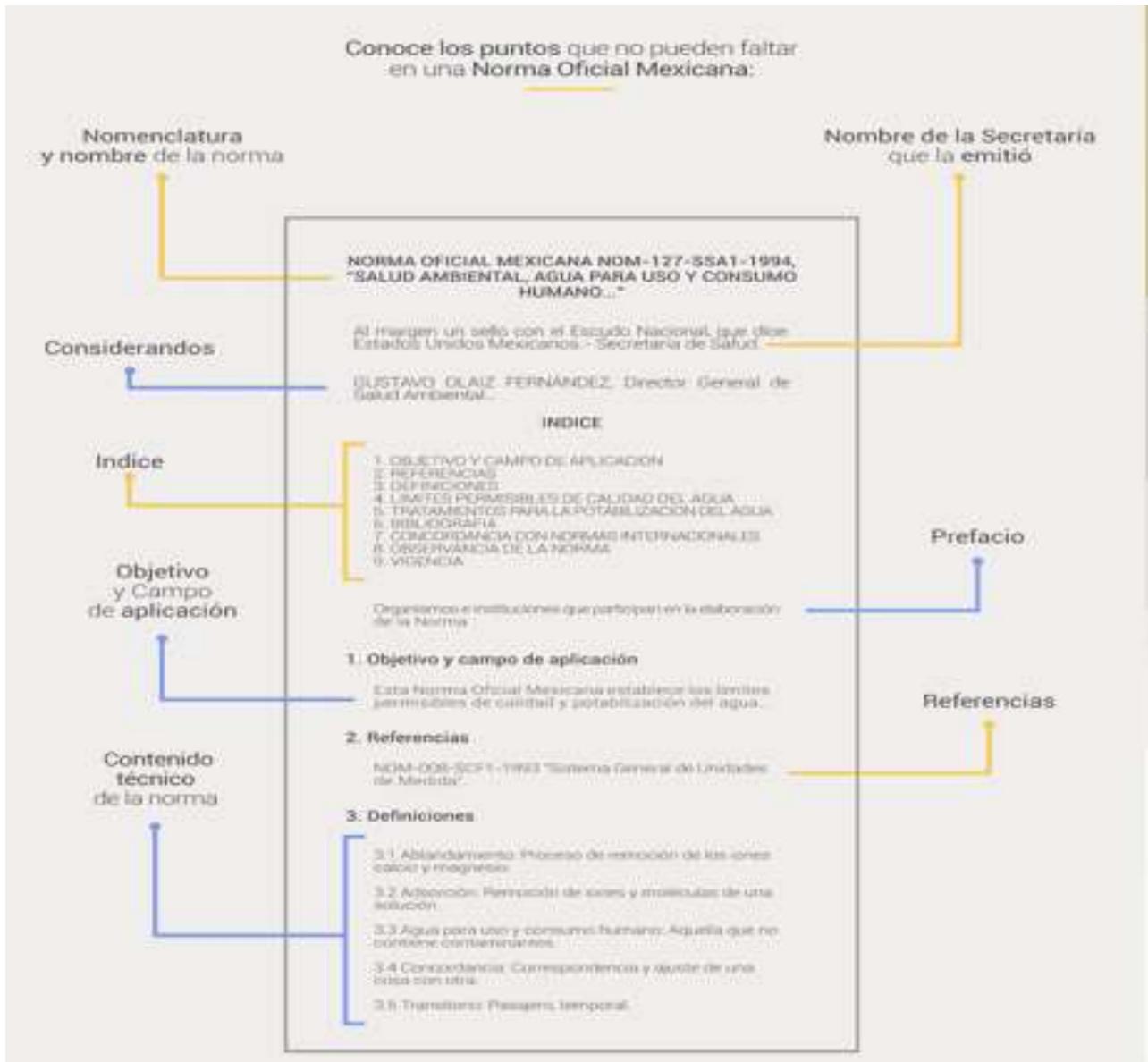


Figura 21. Requisitos de las normas oficiales mexicanas

1.10 Manejo y control de las calibraciones de los instrumentos y trazabilidad con referencia a lo que marca la norma ISO 9001:2015.

La calibración es un proceso mediante el cual se compara y ajusta un instrumento de medición o sistema de medición con un estándar trazable al sistema de unidades internacionales (SI) de referencia conocido con el propósito de determinar y corregir cualquier desviación o error en las mediciones realizadas por ese instrumento. La finalidad de la calibración es asegurar que un instrumento de medición proporciona resultados precisos y confiables, y que cumple con los requisitos de calidad, metrología, la industria, la industria médica y la investigación científica donde lo que se pretende es asegurar la exactitud y precisión de las mediciones.

A continuación, se mencionan algunas secciones clave de la norma ISO 9001:2015 donde se podría tratar la calibración de instrumentos:

Recursos (Sección 7.1): Se centra en el requisito de que recursos requieren tal como personal y medios de medición y seguimiento que pueden requerir la calibración.

Recursos de seguimiento y medición

Esta sección del ISO 7.1.5, se centra en la necesidad de organizar de determinar y proporcionar los recursos necesarios para garantizar la validez y la idoneidad de los resultados de seguimiento y medición. Esto puede incluir la calibración de instrumentos de medición utilizados en el proceso de control de calidad.

Identificación y trazabilidad

En la sección del ISO 8.5.2, se establece la necesidad de que los productos y servicios sean identificables y rastreables. En algunos casos, esto podría incluir la identificación y la trazabilidad metrológica de instrumentos calibrados utilizados en la producción o el control de calidad de productos y servicios.

Seguimiento, medición, análisis y evaluación: Aquí, se detallan los requisitos del ISO 9.1, para llevar a cabo la supervisión y medición de los procesos, productos y servicios de la organización.

Es importante aclarar que cuando se esté hablando sobre trazabilidad y trazabilidad metrológica, debe quedar muy claro cada concepto tiene objetivos diferentes.

Trazabilidad

Como tal se define como el conjunto de actividades normalizadas que permite conocer el historial, localización y la trayectoria de todos los procesos que se involucre un producto o lotes de productos a lo largo de la cadena de suministros en un determinado tiempo.

La trazabilidad metrológica

Se define de acuerdo con las normas de ISO (7.1.5.2) figura 22, como la propiedad de una medida estándar, donde este puede ser relacionado o comparado contra los estándares nacionales o internacionales a través de una cadena continua de comparaciones.



Figura 22. Representación de la trazabilidad metrológica contra la incertidumbre

Significa que todas las referencias que se usan para medir, desde una simple regla hasta un equipo de medición especializado tiene que ser comparado con patrones de mayor exactitud, es una cadena ininterrumpida de comparaciones para asegurar que todos los usuarios estemos midiendo relativamente lo mismo.

- La norma **ISO 9001:2015** es un sistema de gestión de la calidad y proporciona requisitos para que las organizaciones establezcan y mantengan un sistema de gestión de calidad. A diferencia de la norma **ISO/IEC 17025**, que está específicamente diseñada para laboratorios de ensayo y calibración y aborda la trazabilidad metrológica en detalle, la ISO 9001:2015 es más general y no aborda directamente la trazabilidad metrológica en el mismo nivel de detalle.

Sin embargo, la trazabilidad metrológica puede ser relevante en el contexto de la norma ISO 9001:2015 en función de la industria y el tipo de productos o servicios que ofrece. En la norma ISO 9001:2015, el término "trazabilidad" se menciona principalmente en el contexto de trazabilidad de productos y servicios en lugar de trazabilidad metrológica.

En la sección 8.5.2 "Identificación y trazabilidad" de la norma ISO 9001:2015, se establecen requisitos para que las organizaciones identifiquen y tracen productos o servicios, lo que puede incluir la identificación de lotes o números de serie para rastrear productos específicos en toda la cadena de suministro o proceso de producción. Estos requisitos se centran en la gestión y seguimiento de productos o servicios, no en la trazabilidad metrológica de las mediciones.

Si una organización necesita cumplir con requisitos específicos de trazabilidad metrológica para sus procesos, deberá hacer referencia a otras normas, como ISO/IEC 17025, u otros estándares de metrología específicos para ese propósito. La ISO

9001:2015 no proporciona una guía detallada sobre trazabilidad metrológica, ya que su enfoque principal es la gestión de la calidad en general.

- La trazabilidad metrológica se establece que es la norma internacional para la competencia de laboratorios de ensayo y calibración. La trazabilidad metrológica se refiere a la propiedad de un resultado de medición por la cual dicho resultado puede relacionarse con referencias establecidas, generalmente estándares de medición nacionales o internacionales. Esto garantiza la confiabilidad y la calidad de las mediciones realizadas en un laboratorio.

Dentro de la norma ISO/IEC 17025, la trazabilidad metrológica se aborda en varios puntos clave a lo largo del documento. Algunos de los elementos clave relacionados con la trazabilidad metrológica que se encuentran en la norma ISO/IEC 17025 incluyen:

Sección 5.6.2: Esta sección aborda la trazabilidad de las mediciones y establece los requisitos para que los laboratorios aseguren la trazabilidad de sus mediciones a patrones de medición nacionales o internacionales.

Sección 7.1: En esta sección, se describen los requisitos generales para la realización de mediciones, incluida la trazabilidad metrológica.

Sección 7.8: Aquí se aborda la declaración de los detalles que deben incluirse en los informes para garantizar la trazabilidad.

Sección 7.10: Esta sección se ocupa de establecer requisitos específicos relacionados con la trazabilidad metrológica en el proceso de revisión.

Es importante recordar que los laboratorios deben cumplir con todos los requisitos de la norma ISO/IEC 17025 para garantizar la trazabilidad metrológica adecuada de sus mediciones. La trazabilidad es fundamental para la confiabilidad y la calidad de las mediciones en los laboratorios y es un elemento central en las actividades de metrología.

1.11 Determinación de la medición lecturas análogas.

Durante el proceso de las mediciones hay dos tipos de lecturas que se realizan en el campo de la metrología, a través de instrumentos análogos y digitales. Es importante determinar las características de ambas mediciones sobre todo los mecanismos para su comprensión al día de hoy.

A continuación, las ventajas y desventajas de ambos conceptos para justificar la importancia del manejo de los instrumentos análogos y digitales. Posteriormente se finalizará con la aplicación de una **Guía Previa de los cuidados y consideraciones** de las mediciones y enseguida algunos los mecanismos que se deben tomar en cuenta para las mediciones análogas:

Definición de sistema análogo como todas aquellas magnitudes o valores de la señal que varían con el tiempo mediante variables continuas.

Ventajas de los instrumentos análogos

Los instrumentos analógicos tienen sus propias ventajas y aplicaciones específicas, a pesar de la prevalencia de los instrumentos digitales en la actualidad Albert D. Helfrick / William D. Cooper (1991).

Ventajas de los instrumentos analógicos son las siguientes:

- Los instrumentos analógicos proporcionan una medición directa e inmediata de la magnitud medida. Una aguja, una escala o una señal analógica visual permiten una interpretación rápida sin necesidad de realizar cálculos o conversiones. Por otra parte, el personal que está acostumbrado al uso se mantiene alerta y despierta en las habilidades para la obtención del resultado evitando errores por la interpretación.

- Los instrumentos analógicos, como relojes analógicos, termómetros de mercurio y velocímetros de automóviles son muy común su uso. Estos dispositivos son intuitivos y tiene cierto grado de comprensión. Evitan caer en errores casuales por confianza.
- Los instrumentos analógicos no son susceptibles a interferencias electromagnéticas y ruido eléctrico en comparación con los dispositivos digitales. Esto puede hacer que los instrumentos analógicos sean más apropiados en entornos con alta interferencia.
- Los instrumentos analógicos suelen tener una respuesta rápida a las variaciones en la magnitud medida, lo que los hace útiles en aplicaciones donde se requiere una observación en tiempo real de cambios rápidos. Siempre y cuando el personal que lleva a cabo las mediciones tenga experiencia en su manejo.
- Con respecto al costo para su adquisición y uso los instrumentos analógicos son menos costosos que sus contrapartes digitales.
- Los instrumentos analógicos, como los medidores con agujas, pueden ser muy robustos casi a prueba de golpes y duraderos, lo que los hace adecuados en aplicaciones en las que la resistencia a condiciones adversas, sean lo que se requiere para determinadas áreas de trabajo.
- Algunos instrumentos analógicos, como relojes mecánicos, se valoran por su estética y su sensación táctil, lo que los convierte en objetos atractivos y de colección.
- Los instrumentos analógicos tienden a tener diseños simples y requieren menos componentes electrónicos complejos, lo que puede ser ventajoso en aplicaciones donde la simplicidad es esencial.
- Los instrumentos analógicos todavía se utilizan en aplicaciones específicas y se seguirán usando. Como por ejemplo en la industria de manufactura metal mecánica, automotriz, aeroespacial, aérea, naviera, electrónica, robótica, medica etc.

Desventajas de los instrumentos de medición analógicos

A pesar de sus ventajas, los instrumentos analógicos también presentan ciertas desventajas en comparación con los instrumentos digitales y pueden no ser adecuados para algunas de las aplicaciones. Algunas de las desventajas de los instrumentos analógicos son las siguientes:

- Los instrumentos analógicos suelen tener una precisión limitada en comparación con los instrumentos digitales. Esto significa que pueden no ser capaces de medir valores con la misma exactitud y resolución que los dispositivos digitales.
- La lectura exacta en instrumentos analógicos a veces puede ser difícil debido a la subjetividad del ojo humano de la posición de una aguja o de una señal analógica en una escala.
- Los datos generados por instrumentos analógicos no se prestan fácilmente para el procesamiento, almacenamiento y análisis, ya que requieren conversiones a formato digital para realizar cálculos precisos o análisis estadísticos.
- Los instrumentos analógicos pueden ser más susceptibles a las condiciones ambientales, como la temperatura, la humedad y las vibraciones, lo que puede afectar su precisión y fiabilidad.
- Los instrumentos analógicos a menudo requieren calibración regular para mantener su precisión, lo que puede ser un proceso manual y costoso.
- Los instrumentos analógicos no son tan adecuados para la automatización y la integración con sistemas de control y adquisición de datos en tiempo real, ya que requieren una entrada manual y observación.
- La transferencia de datos desde instrumentos analógicos a sistemas de registro o análisis de datos digitales puede ser complicada y propensa a errores.

- En comparación con los instrumentos digitales, los instrumentos analógicos pueden carecer de características avanzadas, como la capacidad de almacenar datos, realizar cálculos automatizados o conectarse a redes y sistemas informáticos.
- Los instrumentos analógicos no pueden comunicarse directamente con sistemas de control y supervisión mediante protocolos digitales, lo que dificulta su integración en sistemas de automatización modernos.
- Algunos instrumentos analógicos pueden volverse obsoletos con el tiempo, lo que puede hacer que sea difícil encontrar piezas de repuesto o servicios de mantenimiento.

En resumen, aunque los instrumentos analógicos tienen sus ventajas en términos de simplicidad y familiaridad, también tienen desventajas significativas en términos de precisión, procesamiento de datos y capacidad de automatización. La elección entre instrumentos analógicos y digitales dependerá de las necesidades específicas de medición y de las características requeridas en cada aplicación.

Definición del concepto digital es todas aquellas mediciones que solo puede tomar valores discretos (valor fijo dentro de un intervalo). Ejemplo serían todos los aparatos electrónicos e informativos. Albert D. Helfrick / William D. Cooper (1991).

Ventajas de los instrumentos digitales

- Los lectores digitales suelen permitir búsquedas de texto, marcadores y resaltado, lo que facilita la organización y la recuperación de información importante.
- No necesitas espacio físico para almacenar libros y revistas, lo que puede ser especialmente útil si tienes limitaciones de espacio en tu hogar.
- Puedes acceder a una amplia variedad de contenido digital en línea de forma instantánea.

- Puedes cambiar el tamaño de la fuente, el tipo de letra y el espaciado para adaptar la lectura.
- La lectura digital a menudo se considera más respetuosa con el medio ambiente, ya que no implica la tala de árboles ni la producción de papel.
- que la lectura sea más fácil y precisa, ya que no depende de la interpretación de una escala o una aguja en un indicador analógico.
- La capacidad de almacenar datos medidos.
- Puedes llevar contigo una gran cantidad de lecturas en un dispositivo digital, como una Tablet, un lector de libros electrónicos o un teléfono inteligente, lo que facilita la lectura en cualquier lugar.
- Los valores medidos se muestran en una pantalla digital, lo que hace
- Algunas lecturas digitales incluyen elementos interactivos, como hipervínculos, videos incrustados y funciones multimedia, lo que puede enriquecer la experiencia de lectura.
- Los dispositivos de medición digital suelen ofrecer una mayor precisión en comparación con los dispositivos analógicos.
- Los dispositivos de medición digital pueden ofrecer una mayor resolución, lo que significa que pueden medir valores más precisos y pequeñas variaciones en los datos.
- Los dispositivos de medición digitales suelen incorporar funciones adicionales, como la capacidad de realizar cálculos, calibración automática y ajuste de offset, lo que mejora su versatilidad y utilidad.
- Los datos digitales se pueden integrar fácilmente en sistemas de control.
- Los datos digitales se pueden transmitir y comunicar fácilmente a través de redes, lo que facilita la monitorización remota y el análisis de datos en tiempo real.
- Los sistemas de medición digital se pueden utilizar en aplicaciones de control para proporcionar retroalimentación precisa y permitir un control más preciso de los procesos.

- susceptibles a interferencias eléctricas y electromagnéticas, lo que los hace más robustos en entornos con ruido eléctrico.
- La automatización de las mediciones y la capacidad de realizar mediciones rápidas y precisas ahorran tiempo y aumentan la eficiencia en muchas aplicaciones.

Desventajas de los instrumentos digitales

- Los instrumentos de medición digital a menudo requieren un mantenimiento y calibración periódica para mantener su precisión. Esto puede generar costos adicionales y tiempo dedicado al mantenimiento.
- Los dispositivos digitales a menudo son más sensibles a las condiciones ambientales, como temperaturas extremas, humedad o vibraciones. Esto puede limitar su uso en ciertos entornos.
- Algunos dispositivos de medición digital pueden ser más complejos de usar en comparación con sus contrapartes analógicas. Requieren conocimientos técnicos y capacitación para operarlos adecuadamente.
- La tecnología digital avanza rápidamente, lo que significa que los dispositivos digitales pueden volverse obsoletos en un período relativamente corto. Esto puede requerir actualizaciones o reemplazos frecuentes.
- Algunos dispositivos de medición digital pueden ser susceptibles a interferencias electromagnéticas, lo que podría afectar la precisión de las mediciones en entornos con alta interferencia.
- La mayoría de los dispositivos de medición digital requieren energía eléctrica para funcionar.

- Los dispositivos digitales pueden experimentar fallas electrónicas que, en algunos casos, pueden ser más difíciles de diagnosticar y reparar que los problemas mecánicos en los instrumentos analógicos.
- Muchos instrumentos de medición digital dependen de software y firmware para funcionar correctamente. Las actualizaciones de software o problemas de compatibilidad pueden afectar el rendimiento de los dispositivos.
- Los instrumentos de medición digital a menudo tienen un costo inicial más elevado que sus contrapartes analógicas. Esto puede hacer que la adquisición de equipos digitales sea inaccesible para algunas personas o empresas con presupuestos limitados.
- Algunos instrumentos de medición digitales pueden no ser adecuados para condiciones extremas, como entornos altamente corrosivos o peligrosos.

Resumiendo, las mediciones digitales ofrecen ciertas ventajas, pero es importante considerar las desventajas al elegir la tecnología de medición adecuada para una aplicación específica. Las decisiones deben basarse en factores como el presupuesto, el área de trabajo, la precisión requerida, las condiciones de uso y la disponibilidad de energía eléctrica.

Guía Previa de los cuidados y consideraciones para la determinación de las de lecturas análogas, se debe considerar la para lograr una reducción en los porcentajes de incertidumbre, exactitud, precisión y como también es importante seguir las mejores prácticas y normas relevantes en el campo de aplicación para garantizar la calidad de las mediciones, he aquí algunas de estas:

1. Revisar la estabilidad del instrumento es importante considerar de mayor estabilidad de sus especificaciones y a través del mantenimiento programado.
2. Asegurar que el instrumento tenga un rango de medición adecuado.

3. Revisar de que la resolución del instrumento sea suficiente para la medición como también realizar la calibración del equipo.
4. El ruido eléctrico o electromagnético puede afectar las mediciones analógicas. Utiliza blindaje o técnicas de filtrado para minimizar el ruido y obtener mediciones más precisas.
5. Asegurarse de que el instrumento tenga un tiempo de respuesta adecuado para las mediciones.
6. Asegurarse que no exista interferencia de fuentes de señales eléctricas o electromagnéticas cercanas, ya que pueden distorsionar las mediciones.
7. Las condiciones ambientales, como la humedad y la presión, pueden afectar las mediciones. Asegúrate de que el entorno de medición sea controlado y estable.
8. Algunos instrumentos pueden ser sensibles a cambios de temperatura. Considera la necesidad de compensar las mediciones en función de la temperatura ambiente.
9. Si necesitas registrar mediciones a lo largo del tiempo, considera la utilización de sistemas de registro de datos para mantener un registro preciso y completo.
10. Identifica y corrige cualquier error sistemático en el proceso de medición. Esto puede incluir errores debidos a la calibración incorrecta, la derivación de señales o la inexactitud del instrumento.

Pasos que se deben seguir para medir y obtener la medición a través de un vernier análogo en el sistema de unidades internacionales en milímetros (figura 23).

A continuación, se debe seguir una serie de pasos en el orden como se presenta para realizar el mecanismo de la medición y como realizar el cálculo.

mecanismo para medir con un vernier análogo en milímetros:

1. **Se debe** Asegurar el operador que va a realizar la medición de que el Vernier esté limpio y en buen estado de funcionamiento. Deberá realizar la operación de alinear los dos extremos del calibrador para que las mandíbulas estén cerradas. Se debe realizar por lo menos 3 ocasiones y revisar para asegurar el valor de cero.
2. En este paso se **deberá** asegurar de que el calibrador esté configurado en la unidad de medida deseada (generalmente milímetros o pulgadas). Esto se hace deslizando la regla principal o ajustando el nonio. Por lo general la unidad y su valor se encuentran en la regla principal o fija y también en la escala del nonio debe estar presente el valor de la unidad más pequeña con su unidad correspondiente.
3. Abre los palpadores o navajas del calibrador y coloca el objeto que deseas medir entre ellas. Deberá asegurarse de que el objeto esté en la posición correcta para evitar errores de posición.
4. La regla principal proporciona la parte entera y decimal de la medida y la unidad en que se desee utilizar la medición ya que algunos de los Vernier tienen los dos sistemas de medición.
5. **Se observará** la escala del nonio para determinar la parte decimal de la medida a través de la división del nonio que se acople con la división de la regla principal del Vernier, se debe tomar en cuenta que deba ser primera la línea del nonio hacia la derecha la primera que coincida será la que se deba de considerar con la línea de la regla principal. La marca en la escala Vernier que coincide proporciona la parte decimal de la medida. Es importante asegurarse el valor de la división más pequeña del nonio para realizar la operación de sumatoria.

Suma de lecturas: Combina la lectura principal y la lectura Vernier para obtener la medida completa. La fórmula general es:

Medida Total = Lectura de la escala principal + Lectura del Nonio

Lectura de la regla principal 45.0 milímetros

Lectura del nonio 0.3 milímetros

Medida Total = 45 mm + 0.3 mm = 45.3 mm

Nota: se necesario considerar que la mayoría de los instrumentos análogos como el Vernier por divisiones y el de la caratula están dados en centímetros en la regla Principal. Para cambiar los centímetros se recomienda agregar un cero a los valores enteros y de esta manera lograr obtener los milímetros en la regla principal. Con respecto al nonio no hay problema ya que el valor unitario esta dado e impreso en milímetros.

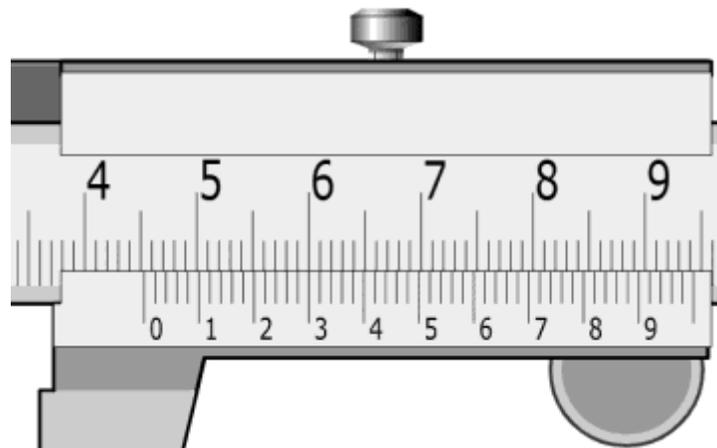


Figura 23. Medición del vernier en la escala de los milímetros.

Ejercicio #2, vernier en la escala de los milímetros (figura 24)

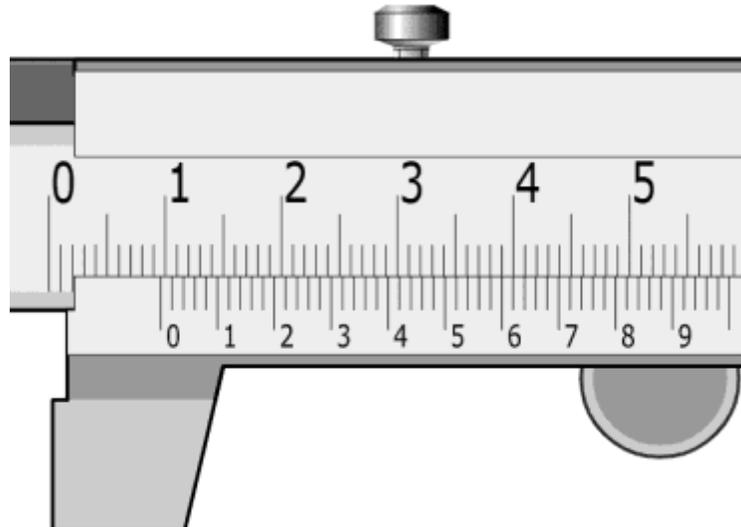


Figura 24. Uso del vernier análogo usando los milímetros

Lectura de la regla principal 9.0 milímetros

Lectura del nonio 0.60 milímetros

$$\text{Medida Total} = 9.0 \text{ mm} + 0.60 \text{ mm} = 9.60 \text{ mm}$$

Para el caso de un vernier análogo de caratula de milímetros ejemplo 3 (figura 25), el mecanismo es sencillo, se recomienda:

1. Revisar y asegurarse que en la caratula se encuentre el sistema de medición para este caso está presente los milímetros y representa una medida que es la unidad más pequeña que podrá detectar.

2. Aplicando la lógica se podrán dar cuenta que la caratula consta de 100 divisiones y si se multiplica 100 divisiones X el valor unitario que está presente en el centro 0.01 mm se darán cuenta que una vuelta de la aguja daría 1.0 milímetro.
3. En la regla principal para interpretarla seria de la siguiente manera: una vuelta de la aguja nos representa una división de la regla principal.
4. En la regla principal nos representan una numeración de enteros y están en unidades de centímetros, para lo cual se recomienda agregar un cero y se convertirían en milímetros ejemplo: 2 cm seria 20 milímetros.
5. La escala de la regla principal siempre en los instrumentos análogos siempre está en centímetros en cambio los valores de la caratula (nonio) están presentes los milímetros.
6. Para llevar a cabo la determinación de la medición siempre deberán estar representados las mediciones en milímetros. Nunca en centímetros así es como lo determina la norma. Para determinar hasta donde es la medición de la regla principal lo determina una línea vertical (flecha roja)
7. El resultado sería el siguiente:

Valor de la regla principal = 28 mm

Valor de la caratula = 0.63 mm

Resultado total = 28.63 mm

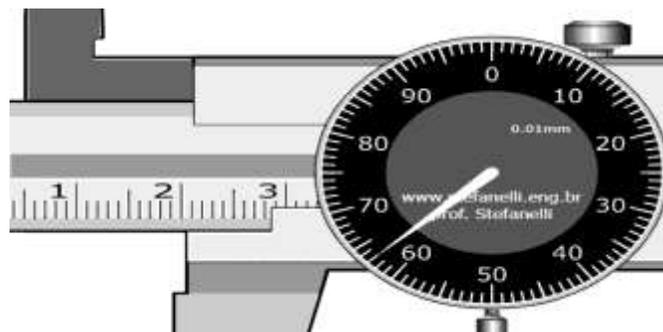


Figura 25. Lectura análoga en el vernier de caratula en el sistema de milímetros.

Mecanismo para obtener mediciones con el uso del Vernier analógico ejemplo 4 (figura26), en el sistema Ingles (pulgadas), es un proceso similar al de medir en milímetros. Consiste en tomar en cuenta los cuidados y consideraciones antes de realizar las mediciones específicas para medir en pulgadas con un calibrador al igual como se lleva a cabo para el sistema de unidades internacionales. Una vez realizada esta actividad se procede a realizar la interpretación de las mediciones y el cálculo final:

Pasos para medir con un calibrador Vernier analógico en pulgadas ejercicio 4 (figura 26)

1. Asegúrate de que el calibrador Vernier esté limpio y en buen estado su funcionamiento. Alinea los dos palpadores del calibrador para que las mandíbulas estén cerradas y se realice la ley de certificación.
2. Verifica que el calibrador esté configurado en pulgadas. Esto se hace revisando la regla principal debe estar grabado las unidades de pulgadas como también deben estar el valor unitario del nonio a un costado ($0.001 \text{ pulgada} = 1/1000 \text{ pulgadas}$).
3. Abre los palpadores del calibrador y coloca el objeto que deseas medir entre ellas. Asegúrate de que el objeto esté bien sujeto en su posición.
4. Aplica la ley de certificación, se debe cerrar los palpadores y debe dar cero en la medición del Vernier.
5. Observar la posición de la regla principal. La regla principal proporciona la parte entera y decimales en pulgadas. Y en el nonio sus unidades deben de ser en decimales de pulgada.
6. Obtener la lectura de la escala del Vernier para determinar la parte entera y decimal o simplemente entera de la medida en pulgadas. Luego observar la línea de la regla principal debe coincidir de manera más cercana con una línea de la escala del nonio. La marca en la escala regla principal proporciona la parte entera y decimal o

simplemente la entera o la decimal estas mediciones se deberán sumar a la parte que se obtenga del nonio que por lo general son decimales de la medida en pulgadas.

7. Sumar de cada una de las la lectura principal se suma con la lectura del nonio para obtener la medida completa en pulgadas.

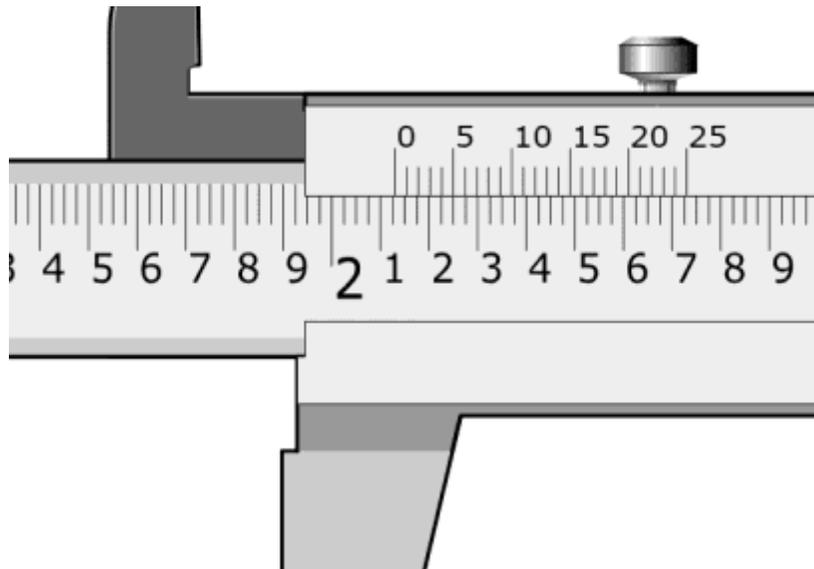


Figura 26. Uso del vernier analógico en unidades de pulgada.

La interpretación del resultado será de la siguiente manera:

1. Se identificará la posición cero en el nonio, hasta donde llego en la escala principal, para este ejercicio se notará que el cero del nonio cruzo el valor entero 2, como también cruzo el primer decimal 0.1 pulgada y finalmente se detuvo después de la primera división que representa un valor de 0.025 pulgadas.
2. El incremento que cruzo de la primera división ya no se logra determinar en la regla principal entonces se procede a determinarlo con los valores del nonio que abarcan de 0.0 pulgadas hasta 0.025 pulgadas. Para determinarlo se procede a revisar

después del 0.0 hacia la derecha la primera división que coincida con otra división de la regla principal es la que se deberá tomar del nonio.

Para este caso se determina que la quinta división del nonio es la que coincide con la escala principal. El resultado se define de la siguiente manera por cada división del nonio se debe multiplicar por 0.001 pulgada para este caso fueron 5 divisiones se obtendría el valor de 0.005 pulgadas.

Medida de la escala principal (Pulgadas) = 2 pulgadas + 0.1 pulgadas + 0.025 pulgadas = 2.125 pulgadas

La medición que se obtiene del nonio será la siguiente = 5×0.001 pulgadas ya que una división del nonio nos representa 0.001 pulgada y como fueron 5 se obtendrá 0.005 pulgadas que se deberán sumar.

Resultado final 2.125 pulgadas más 0.005 pulgadas = **2.130 pulgadas**.

La precisión de la medición con un calibrador Vernier analógico en pulgadas ejemplo 5 (figura 27), depende de tu habilidad para alinear las escalas y leer con precisión. Practicar y familiarizarse con el instrumento es clave para obtener resultados precisos.

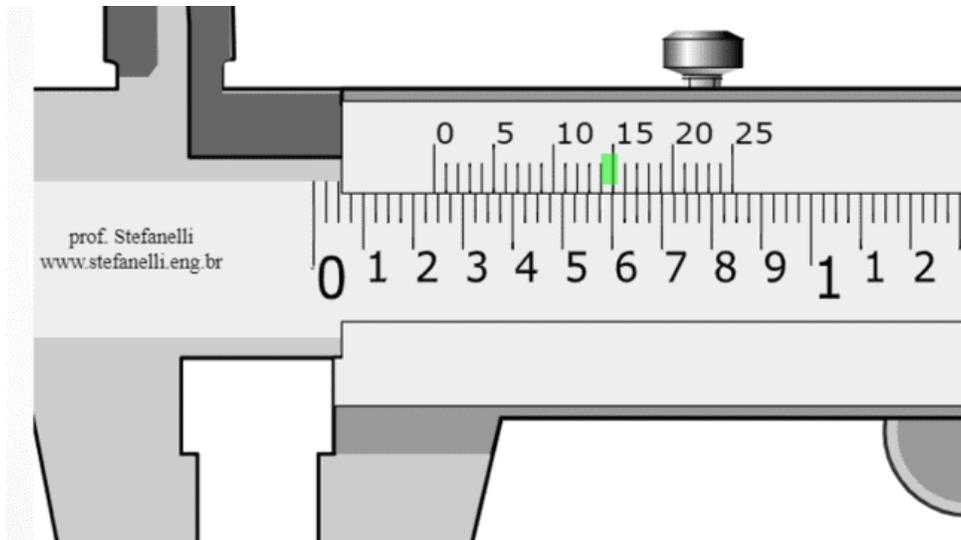


Figura 27. Lectura del vernier análogo en unidades de pulgada.

Resultado de la escala principal: $0.2 \text{ pulgadas} + 0.025 \text{ pulgadas} = 0.225 \text{ pulgadas}$

Resultado de la escala del nonio: $0.016 \text{ pulgadas} = 16 \times 0.001 \text{ pulgadas}$

Resultado final = 0.241 pulgadas

Para lograr obtener los resultados de las mediciones es necesario comprender la lógica y su mecanismo en la medición del instrumento dado en cada una de las mediciones.

Para esto se sugiere revisar cual es la unidad unitaria más pequeña del instrumento para este caso siempre esta estampada en el nonio del Vernier.

El siguiente paso lógico es que el valor máximo del Nonio nos representa la primera división de la regla principal.

Si se multiplica el valor máximo del nonio por la cantidad de las divisiones de un entero encontraran el valor del decimal o entero dependiendo de sistema de medición. Así como se observa tiene un mecanismo lógico no se requiere de gravarse de memoria es muy simple como se obtienen los resultados.

Para la interpretación de un vernier análogo de caratula en pulgadas (figura 28), deberán seguir los mismos pasos mencionados como en el mecanismo de los milímetros.

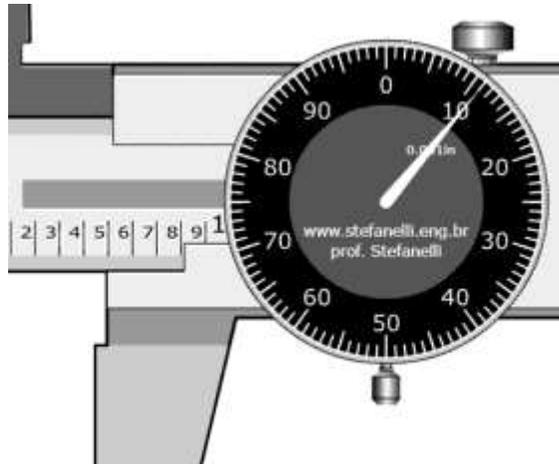


Figura 28. Lectura del vernier de caratula en el sistema de unidades de pulgadas.

Revisando la regla principal se observa que en el escalón vertical paso del número 8 más un incremento que lo determinará en la caratula que dependerá de la posición de la aguja. Note que nunca llego a la unidad del siguiente entero.

Enseguida localizar el valor unitario más pequeño en la caratula (0.001 pulgadas), luego realizar la operación $11 \text{ divisiones} \times 0.001 \text{ pulgadas}$ nos daría 0.011 pulgadas. Este valor es del nonio.

El resultado quedaría de la siguiente manera:

Valor de la regla principal = 0.8 pulgadas

Valor de la caratula = 0.011 pulgadas

Resultado total = 0.811 pulgadas

1.12 Determinación de las causas de raíz de los errores de medición.

Los errores de medición pueden deberse a diversas razones y es importante entender y justificarlos para mejorar la precisión y confiabilidad de las mediciones. Aquí hay algunas justificaciones comunes para los errores de medición en metrología:

Causa del Instrumento:

- ✓ Los errores causados por el instrumento, pueden deberse a la baja calidad de su manufactura, por no tener los equipos de calibración al día o simplemente por una inconsistencia.

- ✓ Las limitaciones inherentes de los instrumentos de medición pueden ser una fuente de error. Cada instrumento tiene una precisión y resolución específica, y es importante conocer y tener en cuenta estas limitaciones al interpretar los resultados.

Condiciones Ambientales:

- ✓ Error por condiciones ambientales se hacen presente entre las que se destacan la temperatura, la humedad, el polvo y las vibraciones e interferencias (ruido) electromagnéticas.

Calibración fuera de tiempo:

- ✓ La falta de calibración adecuada de los instrumentos de medición puede llevar a errores significativos. Los instrumentos deben calibrarse regularmente para garantizar su precisión y confiabilidad.

Errores Humanos:

- ✓ Error del operador, se debe a la falta de habilidad en la interpretación de escalas analógicas, falta de agudeza visual, descuido, cansancio y alteraciones emocionales. Efectos de Carga:
 - ✓ En algunos casos, la acción de medir puede afectar directamente la propiedad medida. Por ejemplo, en la medición de la resistencia eléctrica, la corriente utilizada para medir puede generar calor y afectar la resistencia.

Efectos de Paralaje:

- ✓ Este resulta de la posición incorrecta del operador para realizar la lectura. Se puede evitar si tan solo se

Incertidumbre Intrínseca:

- ✓ Todas las mediciones tienen una incertidumbre intrínseca asociada. Esta incertidumbre puede deberse a la variabilidad inherente de la propiedad medida o a la resolución limitada de los instrumentos.

Efectos de Desgaste:

- ✓ Con el tiempo, los instrumentos pueden experimentar desgaste, lo que afecta su precisión. La falta de mantenimiento adecuado y la sustitución de componentes desgastados son importantes para minimizar estos errores.

Interferencia Electromagnética:

- ✓ En entornos con interferencia electromagnética, los instrumentos electrónicos pueden verse afectados, lo que lleva a mediciones incorrectas.

Variabilidad del Objeto Medido:

- ✓ Algunas propiedades pueden variar con el tiempo o bajo diferentes condiciones. La variabilidad inherente del objeto medido puede contribuir a errores.

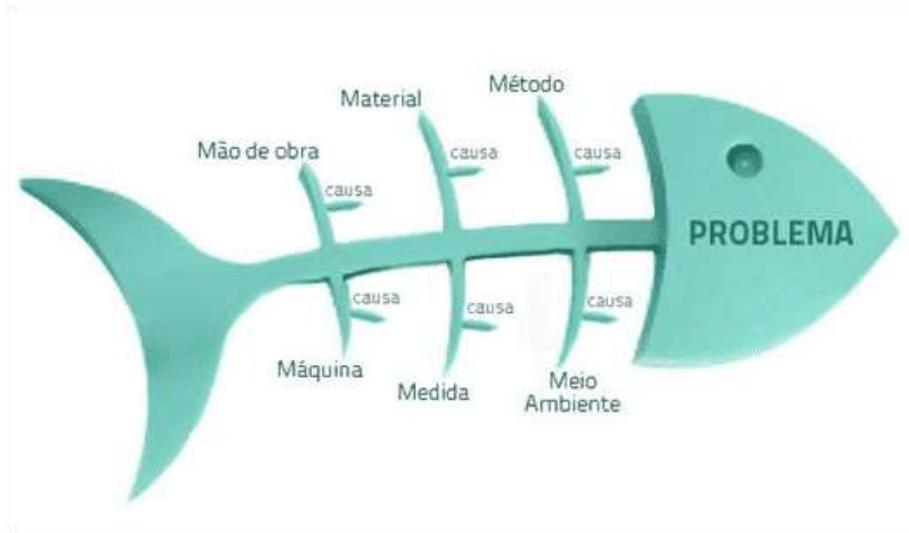


Figura 29. Diagrama de Pescado

El diagrama de causa y efecto (figura 29), también conocido como diagrama de espina de pescado o diagrama de Ishikawa, es una herramienta gráfica utilizada para identificar y analizar las posibles causas de un problema específico. Aunque es más comúnmente asociado con la mejora de procesos en la industria, también se puede aplicar de manera efectiva en el contexto de los errores de medición en metrología. Aquí hay una descripción de cómo se puede aplicar el diagrama de causa y efecto en este contexto:

Pasos para Aplicar el Diagrama de Causa y Efecto a Errores de Medición:

Definir el Problema:

El primer paso es identificar claramente el problema relacionado con los errores de medición. Puede ser una falta de precisión en las mediciones, mediciones inconsistentes, etc.

Identificar las Categorías de Causas:

En la cabeza del diagrama, dibuja la categoría principal de causas que podrían estar contribuyendo a los errores de medición. Algunas categorías relevantes pueden incluir:

Instrumentación

Condiciones Ambientales

Calibración

Errores Humanos

Efectos de Carga

Efectos de Paralaje

Incertidumbre Intrínseca

Efectos de Desgaste

Interferencia Electromagnética

Variabilidad del Objeto Medido

Identificar Causas Específicas:

Para cada categoría, identifica posibles causas específicas que podrían contribuir a los errores de medición. Por ejemplo, bajo la categoría "Instrumentación", podrías incluir causas como la falta de calibración, desgaste de los instrumentos, etc.

Agregar Detalles y Relaciones:

Para cada causa específica, agrega detalles adicionales y relaciones entre las causas. Por ejemplo, si la interferencia electromagnética es una posible causa, podrías detallar cómo esta interferencia podría ocurrir y afectar los instrumentos de medición.

Identificar Soluciones Potenciales:

A medida que identificas las causas potenciales, comienza a pensar en soluciones para cada una de ellas. Estas soluciones podrían incluir mejoras en los procedimientos de calibración, capacitación del personal, mantenimiento preventivo de la instrumentación, etc.

Colaborar y Revisar:

Es importante realizar este análisis de causa y efecto en colaboración con personas que estén directamente involucradas en el proceso de medición. La experiencia y el conocimiento de quienes trabajan con la instrumentación pueden aportar ideas valiosas.

Implementar Mejoras:

Una vez identificadas las causas y las soluciones potenciales, implementa las mejoras en el proceso de medición. Esto podría incluir la actualización de equipos, la revisión de procedimientos, la capacitación del personal, etc.

Monitorear y Evaluar:

Después de implementar las mejoras, monitorea continuamente el proceso de medición para asegurarte de que las soluciones hayan tenido el efecto deseado. Si es necesario, ajusta las acciones tomadas.

La aplicación del diagrama de causa y efecto en los errores de medición no solo ayuda a identificar las causas subyacentes, sino que también facilita la colaboración entre diferentes equipos y disciplinas para abordar el problema de manera integral.

En resumen, los errores de medición son inevitables y pueden deberse a una variedad de factores. La justificación de estos errores implica identificar y comprender las fuentes potenciales de error, implementar controles de calidad adecuados y documentar la incertidumbre asociada con las mediciones. La mejora continua en la metrología implica abordar y minimizar estos errores para lograr mediciones más precisas y confiables.

Capítulo 2

2.1 Introducción

En estos momentos a nivel mundial todos los países se encuentran cada vez más en un proceso de globalización y la calidad están intrínsecamente vinculados en el mundo contemporáneo del ámbito empresarial y económico. Por tal motivo la Calidad es un concepto de gran importancia que abarca una gran gama de disciplinas y sectores en la sociedad, desde la producción industrial hasta los servicios que se requieren para abordar los requerimientos de los clientes.

La introducción a la calidad implica comprender y adoptar principios que buscan mejorar y garantizar la excelencia en productos, procesos, servicios y exceder aspectos implícitos o explícitos de los productos.

Consideraciones clave sobre cómo la gestión de la metrología contribuye a la calidad:

- En el ámbito empresarial y de gestión, la calidad se centra en cumplir o superar las expectativas y requisitos de los clientes. La gestión de la calidad se ha convertido en una parte esencial de las operaciones comerciales modernas y ha evolucionado a lo largo del tiempo con diferentes enfoques y estándares.
- La gestión de la metrología comienza identificando y definiendo los requisitos de medición para los productos o procesos específicos. Estos requisitos se derivan de las especificaciones del producto, normativas y estándares de calidad.

- Seleccionar los equipos de medición adecuados es crucial. La gestión de la metrología implica la calibración regular de estos equipos para garantizar su precisión y confiabilidad. Los equipos de medición deben ser rastreables a estándares de referencia nacionales o internacionales.

- Se desarrollan procedimientos de medición detallados que describen cómo realizar mediciones específicas de manera consistente. Estos procedimientos incluyen detalles sobre el equipo a utilizar, las condiciones de medición y los métodos aceptables.

- La gestión de la metrología implica mantener una documentación precisa y actualizada relacionada con las mediciones. Esto incluye certificados de calibración, registros de calibración, plan maestro de control y cualquier otra documentación relevante.

- El personal que realiza mediciones debe recibir capacitación adecuada en el uso de equipos de medición y la aplicación de procedimientos. La formación asegura que las mediciones se realicen de manera consistente y precisa.

- Identificar desviaciones en las mediciones, se deben gestionar como no conformidades. Esto implica investigar las causas subyacentes, corregir los problemas y tomar medidas preventivas para evitar recurrencias.

- La realización de auditorías metrológicas periódicas garantiza que los procedimientos se estén siguiendo correctamente y que los equipos estén calibrados y mantenidos

adecuadamente. Las auditorías también ayudan a identificar oportunidades de mejora continua.

- La gestión de la metrología se integra con los sistemas de gestión de calidad existentes, como ISO 9001. Esto asegura que la metrología sea parte integral de los procesos de calidad en toda la organización.
- La gestión de la metrología se preocupa por la trazabilidad metrológica de las mediciones, asegurando que se pueda vincular cada resultado de medición a estándares de referencia conocidos. También implica la validación de los resultados de las mediciones para garantizar su exactitud y confiabilidad.

2.2 Definiciones y conceptos de calidad

La calidad en el contexto de la manufactura se refiere a las características específicas preestablecidas en que un producto o servicio que deberá cumplir con las expectativas de los clientes o con referencia a lo que marca las normas. Es necesario tomar en cuenta varias aportaciones con referencia a la definición de calidad para ampliar el criterio de conocimientos y lograr discernir una idea aún más clara del concepto por lo cual se presentan algunas aportaciones de personajes de renombre que han dado a conocer a nivel mundial:

1. La calidad es la satisfacción sostenida desde el punto de vista estratégica. Siendo una aportación de Edward Deming.

2. De acuerdo con Joseph Juran el termino Calidad la define como la ausencia de los defectos, mientras que, desde la perspectiva del cliente es la aptitud para el uso. También hace hincapié que es una ventaja competitiva.
3. Por parte de Philip Crosby la define como la conformidad con los requisitos. Reduciendo a lograr normas específicas de la manera más eficiente. Y estos estándares pueden ser establecidos a voluntad.
4. La definición de Crosby fue adoptada por la Organización Internacional de Normalización (ISO). La norma de gestión de la calidad ISO 9000:2005 define el término como el grado en que un conjunto de características inherentes a un objeto cumple los requisitos.
5. La calidad del producto y servicio la define Armand V. Feigenbaum (1995), como la resultante total de las características del producto y servicio aplicable a la mercadotecnia, ingeniería, fabricación y mantenimiento para satisfacer las expectativas del cliente.

A continuación, se presentan algunos conceptos clave relacionados con la calidad:

1. Calidad Total:

Se refiere a un enfoque integral para la gestión de la calidad en todos los aspectos de una organización. Incluye la participación de todos los empleados y busca mejorar continuamente los procesos y resultados.

2. Control de Calidad:

Son actividades y técnicas diseñadas para evaluar y garantizar que un producto o servicio cumpla con los estándares establecidos. Implica inspecciones, auditorías internas, pruebas y medidas correctivas cuando es necesario.

3. Aseguramiento de la Calidad:

Se refiere a las acciones planificadas y sistemáticas implementadas en un sistema de gestión de la calidad para proporcionar confianza en que un producto o servicio cumplirá con los requisitos de calidad establecidos.

4. ISO 9000:

Normas internacionales que proporcionan directrices para el aseguramiento de la calidad en los procesos de producción y prestación de servicios. La serie ISO 9001 establece estándares para sistemas de gestión de calidad.

5. Ciclo de Mejora Continua:

Se refiere a la aplicación de metodologías como por ejemplo el ciclo de Deming, gestiona el enfoque cíclico de cuatro etapas que incluye Planificar, Hacer, Verificar y Actuar, reduciendo defectos o problemas críticos en los procesos.

6. Satisfacción del Cliente:

Mide la percepción y la satisfacción de los clientes mediante un indicador crucial de calidad, respecto a un producto o servicio.

7. Benchmarking:

La comparación de procesos y prácticas de una organización con las de otras consideradas líderes en la industria. El objetivo es identificar oportunidades de mejora y adoptar las mejores prácticas.

8. Conformidad y No Conformidad:

Conformidad se refiere a la adhesión a los requisitos y estándares establecidos, mientras que no conformidad indica la falta de cumplimiento.

Todos y cada uno de estos conceptos son fundamentales en la comprensión y aplicación de la calidad en diversos entornos de la manufactura.

2.3 Principio de la gestión de la calidad

La gestión de la calidad son todas y cada una de las directrices que se requieren para la toma de decisiones estratégicas y acciones en el ámbito de la gestión de la calidad aplicables en cada una de las empresas de tal forma que aseguren que los productos o servicios cumplan con los estándares de calidad establecidos. Los principios de gestión de la calidad se encuentran en la norma ISO 9001:2015. A continuación, se describen varios de los principios fundamentales de gestión de la calidad:

A continuación, se describen los principios fundamentales de gestión de la calidad:

- 1.** Las organizaciones dependen de sus clientes y, por lo tanto, deben comprender sus necesidades actuales y futuras, satisfacer sus requisitos y esforzarse por superar sus expectativas.
- 2.** Los líderes deben establecer la dirección de la organización. Crear un entorno interno en el que las personas puedan contribuir al logro de los objetivos de la organización.
- 3.** El compromiso y la participación activa de todas las personas en una organización son esenciales para lograr los objetivos de la calidad.
- 4.** El o los resultados (s), deseado será más eficientemente cuando las actividades y los recursos se gestionan como un proceso.
- 5.** La mejora continua global de la organización debe ser un objetivo constante.
- 6.** Las decisiones eficaces se basan en el análisis de datos y la información vital.

7. Una organización y sus proveedores por lo general son interdependientes, y una relación mutuamente beneficiosa incrementa la capacidad de ambas partes para crear valor.
8. Identificar, entender y gestionar los procesos interrelacionados como un sistema contribuye a la eficacia y eficiencia de una organización en el logro de sus objetivos.

Todos y cada uno de los principios mencionados proporcionan un marco sólido para establecer, implementar y mantener sistemas de gestión de la calidad efectivos. Adoptar estos principios ayuda a las organizaciones a mejorar, a la tomar decisiones acertadas y a fortalecer sus relaciones con clientes y proveedores.

2.4 Clasificación de las características.

Especificación

Son las características particulares o específicas que se deben cumplir y que el cliente requiere de una necesidad física o funcional, generalmente es una información documentada de un producto o servicio requerido y acordado entre ambas partes. Estas características son fundamentales para evaluar y garantizar la calidad en diferentes contextos

Las especificaciones deben de mostrarse por escrito, la cantidad y sus unidades correspondientes según sea el caso y se deben de localizar en hojas de seguridad, etiquetas sobre los productos, instrucciones de trabajo, instructivos, dibujos-planos y deben estar bien documentadas de manera que el cliente, el proveedor y determinados organismos constaten la veracidad y midan la conformidad de lo que se está adquiriendo.

Ejemplos de características generales de calidad:

- 1. Conformidad:** La calidad implica que un producto o servicio cumple con las especificaciones y requisitos establecidos. La conformidad es esencial para garantizar que el producto o servicio satisfaga las expectativas del cliente.
- 2. Desempeño:** Se refiere a la capacidad de un producto o servicio para cumplir con su función prevista de manera eficaz y eficiente. El desempeño está relacionado con la satisfacción de las necesidades y expectativas del usuario.
- 3. Durabilidad:** La durabilidad se refiere a la vida útil del producto o servicio y su capacidad para mantener su rendimiento y calidad a lo largo del tiempo. Los productos duraderos tienden a generar mayor satisfacción a largo plazo.
- 4. Fiabilidad:** La fiabilidad se refiere a la consistencia en el rendimiento del producto o servicio. Un producto o servicio confiable realiza de manera consistente y predecible su función sin fallas inesperadas.
- 5. Facilidad de Uso:** La calidad también incluye la facilidad con la que un producto o servicio puede ser utilizado, comprendido y manejado por los usuarios. La usabilidad es especialmente importante en el diseño de productos y servicios.
- 6. Estética:** Aunque subjetiva, la estética es una característica importante de calidad, especialmente en productos de consumo. La apariencia visual y la percepción estética pueden afectar la preferencia del cliente.
- 7. Innovación:** La calidad puede estar vinculada a la capacidad de un producto o servicio para incorporar nuevas tecnologías, ideas o características innovadoras que superen las expectativas del mercado.
- 8. Seguridad:** La seguridad es una característica crítica de calidad, especialmente en productos que pueden tener impacto en la salud o la integridad física de los usuarios. Los productos y servicios de calidad deben ser seguros para su uso previsto.

9. Costo: La calidad también está relacionada con el valor percibido en relación con el costo.

Los productos y servicios de calidad ofrecen un equilibrio adecuado entre precio y beneficios.

10. Sostenibilidad: En la actualidad, la sostenibilidad se considera una característica importante de calidad. Los productos y servicios de calidad deben ser fabricados y utilizados de manera que minimicen su impacto ambiental y social.

Estas características pueden variar según el contexto y el tipo de producto o servicio, pero proporcionan una base general para evaluar y definir la calidad en diversas situaciones. Por lo cual es necesario clasificarlas para evitar pérdidas en tiempo reduciendo opciones en la solución concreta específica y clara ya que es un proceso esencial que aporta orden, estructura y significado a la información, permitiendo una comprensión más profunda y una toma de decisiones más efectiva en una variedad de contextos.

Clasificación de las características

- 1. Características por variables**
- 2. Características por atributos**

Características por variables

En el contexto de control estadístico de procesos y gestión de la calidad, las características variables (figura 30), se refieren a aquellas que pueden ser medidas en una escala continua y que, por lo tanto, pueden tomar cualquier valor dentro de un rango determinado. Estas características son cuantitativas y suelen estar sujetas a mediciones precisas y deben poseer una cantidad con su correspondiente unidad.

Ejemplos de varias características variables en el ámbito de la calidad:



Figura 30. Mediciones por variables mediante instrumentos.

Longitud: Puede ser la longitud (medición) de un producto en (metros, centímetros, milímetros etc.)

Peso: La masa (cantidad) de un objeto o producto en unidades de peso (kilogramos, gramos, libras).

Tiempo: Es la duración de un proceso o el tiempo que tarda un producto en completarse en segundos, minutos, horas.

Temperatura: La temperatura de un producto o del entorno en el que se produce (grados Kelvin, centígrados, farengeith).

Presión: Puede incluir la presión interna de un recipiente o la presión de un fluido en un sistema en unidades peso sobre área al cuadrado por ejemplo kilogramo sobre metro cuadrado.

Velocidad: La velocidad de un objeto en movimiento o la velocidad de un proceso en unidades de metro sobre segundo (unidades de longitud sobre tiempo).

Volumen: La cantidad de espacio ocupado por un objeto o la capacidad de un recipiente en unidades de metros cúbicos, litros, centímetros cúbicos o galones.

Concentración: La proporción de una sustancia en una mezcla en unidades partes por millón (ppm), molaridad en unidades de % de masa entre masa o volumen sobre volumen.

Dureza: La resistencia de un material a la deformación en grados Rockwell o grados brinell.

Viscosidad: La resistencia de un fluido al flujo en unidades de Pascal por segundo.

Rugosidad: La textura o irregularidad de una superficie se mide en unidades de micras.

Dimensiones Geométricas: Pueden incluir dimensiones como ancho, alto, grosor, diámetro, etc. Sus unidades deberán de ser en metros, centímetros, milímetros, pulgadas, pies

Fuerza: La capacidad de un objeto para ejercer o resistir fuerzas se deben de medir en Newton es igual a 1 kilogramo metro por segundo cuadrado ($1 \text{ N} = 1 \text{ kg} \cdot \text{m}/\text{s}^2$).

Humedad: El contenido de agua en un material o ambiente, sus unidades deberán estar en gramos sobre centímetro cubico o libras sobre pulgada cubica.

Estas son solo algunos ejemplos de características variables. La monitorización y control de estas características mediante técnicas estadísticas, como el control estadístico de procesos (CEP), son esenciales para asegurar la consistencia y la conformidad con los estándares de calidad establecidos.

Características por atributos

Las características por atributos se refieren a los cosméticos (figura 31) o visuales de un producto que influyen en su apariencia y atractivo exterior. Estas características no afectan directamente la funcionalidad o el rendimiento técnico del producto, pero desempeñan un papel crucial en la percepción del consumidor y su elección de compra. Las características cosméticas son particularmente relevantes en la industria de bienes de consumo, donde la presentación y la estética son factores importantes para el éxito del producto. Aquí hay algunos: Figura 31

Características cosméticas:



Figura 31 Características cosméticas

Manchas: La impresión de encontrar un producto con manchas da una impresión al cliente de que no detectaron en el proceso esta característica que le da al producto una mala imagen.

Falta de accesorios: Da una mala impresión al momento de hacer uso del producto y ver que no se encuentran todos los accesorios necesarios para el funcionamiento. Dando como resultado la impotencia e insatisfacción de no encontrar los accesorios necesarios para el funcionamiento del producto.

Filos en los productos: Encontrar filamentos es crítico para la calidad del producto ya pudieran suceder contaminaciones, cortes en los clientes de piel muy delicada que pudieran afectar la salud y sobre todo infecciones que pudieran dañar la vida de los usuarios. También refleja retrabajos lo cual incrementan la operación de la manufactura que en la mayoría no están completadas.

Textura y Acabado: La textura de una superficie y el acabado superficial contribuyen significativamente a la apariencia del producto. Puede incluir superficies brillantes, mate, rugosas, lisas, entre otras.

Color: La elección del color es una característica cosmética clave. Puede afectar la percepción de la marca, transmitir emociones y atraer a grupos demográficos específicos.

Diseño Gráfico: Elementos como logotipos, etiquetas, gráficos y patrones contribuyen al diseño general del producto. El diseño gráfico es esencial para la identidad de la marca.

Forma y Contorno: La forma del producto y sus características estructurales pueden tener un impacto importante en la percepción visual y la ergonomía.

Embalaje: El diseño del envase y los materiales utilizados son aspectos cosméticos importantes. Un empaque atractivo puede diferenciar un producto en el estante y mejorar su percepción.

Etiquetado: La apariencia y el diseño de las etiquetas, así como la información presentada en ellas, son características cosméticas que pueden influir en la decisión de compra sobre todo al darse cuenta que no está presente o que no refleja la parte correcta del producto que se desee.

Olor y Fragancia: Aunque también puede afectar la experiencia sensorial, el aroma de un producto extra que no está contemplado para el funcionamiento.

Presentación General: La forma en que se presenta un producto en la tienda, en catálogos o en línea, incluyendo la disposición y la exhibición, puede tener un impacto cosmético significativo.

Estas características cosméticas son fundamentales para atraer la atención del consumidor y crear una impresión positiva del producto. Aunque las características estéticas no deben comprometer la calidad o la funcionalidad del producto, desempeñan un papel crucial en la decisión de compra y la lealtad del consumidor. Para estos casos solamente la calidad esta expresada de manera cuantitativa, solamente se cuantifican.

2.5 Medición de las características y uso de herramientas.

Realizar mediciones en el ámbito de la calidad es fundamental por varias razones, ya que proporciona información objetiva y cuantificable que ayuda a evaluar y mejorar los procesos, productos o servicios de una organización.

En el medio de la calidad es muy común decir si no se puede medir jamás lo podrás mejorar (Lord Kelvin/Sir William Thomson, siglo XIX) por lo cual es necesario llevar a cabo las mediciones con el apoyo de la gestión de metrología.

Aquí hay algunas razones clave por las cuales llevar a cabo mediciones en calidad es importante:

1. **Detección de los Defectos:** Las mediciones son herramientas efectivas para identificar defectos de calidad. Al establecer criterios de aceptación y realizar mediciones, se pueden detectar irregularidades o no conformidades antes de que afecten significativamente a la calidad del producto final.
2. **Control de Procesos:** La medición regular de variables y atributos clave en un proceso permite un control más efectivo. Cuando se entienden las variaciones y se toman medidas correctivas, se puede lograr una mayor estabilidad en la producción.
3. **Evaluación del Desempeño:** Las mediciones permiten evaluar el desempeño real de los procesos, productos o servicios en comparación con los estándares y requisitos establecidos. Esto ayuda a identificar áreas de mejora y a mantener o ajustar los niveles de calidad.
4. **Aseguramiento de la Calidad:** Las mediciones son esenciales para garantizar que los productos o servicios cumplen con los estándares y requisitos de calidad establecidos. Esto contribuye al aseguramiento de la calidad y a la satisfacción del cliente.

5. **Toma de Decisiones:** Las mediciones proporcionan datos objetivos que respaldan la toma de decisiones. Los líderes y gerentes pueden utilizar estas mediciones para evaluar el rendimiento y determinar acciones correctivas o preventivas.
6. **Mejora Continua:** La medición es un componente clave de la mejora continua. Al analizar los resultados de las mediciones, las organizaciones pueden identificar oportunidades para optimizar procesos, reducir desperdicios y mejorar la eficiencia.
7. **Cumplimiento Normativo:** En muchos sectores, existen normativas y regulaciones que requieren el cumplimiento de ciertos estándares de calidad. Las mediciones son esenciales para demostrar con evidencia y documentar este cumplimiento.
8. **Satisfacción del Cliente:** La calidad percibida por el cliente es crítica para la satisfacción del cliente. Las mediciones ayudan a garantizar que los productos o servicios cumplan con las expectativas y necesidades del cliente, contribuyendo a la lealtad y la retención del cliente.
9. **Eficiencia Operativa:** La medición de procesos y resultados permite identificar áreas de ineficiencia y oportunidades para la optimización. Esto puede conducir a una mejora en la eficiencia operativa y a la reducción de costos.
10. **Competitividad:** En entornos comerciales, la calidad es un factor clave para la competitividad. Las mediciones son esenciales para garantizar que una organización ofrezca productos o servicios de alta calidad, lo que puede diferenciarla en el mercado.

En resumen, las mediciones en calidad son esenciales para evaluar, controlar y mejorar los procesos, productos o servicios de una organización, contribuyendo al logro de los objetivos de calidad y al éxito general de la organización.

Uso de herramientas por variables y por atributos.

Como ya se había mencionado lo importante de llevar a cabo las mediciones en función del tipo de clasificación de las características ya sea por variables o por atributos ambas son muy importantes en el ámbito de la calidad. Las mediciones de estas características en calidad son esenciales para el logro exitoso de los objetivos de calidad.

Herramientas de medición por Variables

Existen varias herramientas estadísticas y técnicas que se utilizan para medir y evaluar las variables de calidad en diversos procesos y productos. Estas herramientas son fundamentales en el ámbito de la gestión de la calidad y el control estadístico de procesos. Aquí hay algunas herramientas principales utilizadas para medir variables de calidad:

Gráficos de Control: Los gráficos de control son herramientas estadísticas que ayudan a monitorear la(s) variable(s) de interés sobre el rendimiento de un proceso a lo largo del tiempo. Permiten identificar desviaciones significativas y tomar medidas correctivas cuando es necesario.

Análisis de Capacidad del Proceso (CP y CPK): Estas medidas cuantifican la capacidad de un proceso para producir productos dentro de los límites de especificación. Un CPK más alto indica un proceso más capaz.

Análisis de Regresión: Permite entender la relación entre una variable dependiente y una o más variables independientes. Puede ser útil para predecir el comportamiento de una variable en función de otras.

Análisis de Varianza (ANOVA): Se utiliza para comparar las medias de tres o más grupos y determinar si existen diferencias estadísticamente significativas.

Muestreo Estadístico: Utilizar técnicas de muestreo para recopilar datos representativos de una población. El análisis de estos datos puede proporcionar información sobre la calidad general del lote o proceso.

Herramientas de medición por Atributos

La medición de características cosméticas apreciaciones de calidad de las cuales solamente se cuantifican y que en algunos casos se requiere herramientas específicas diseñadas para evaluar aspectos visuales, estéticos o superficiales de un producto. Aquí hay algunas herramientas comunes que se utilizan para medir características cosméticas:

Espectrofotómetro: Mide la reflectancia de la luz en diferentes longitudes de onda, permitiendo la evaluación del color de un producto. Es especialmente útil para productos cosméticos como maquillaje y tintes.

Goniómetro: Mide la distribución angular de la luz reflejada o transmitida, lo que es crucial para evaluar el brillo y los efectos de color en superficies cosméticas.

Calibradores de Color: Herramientas que ayudan a evaluar el color de un producto en términos de estándares predefinidos. Pueden incluir cartas de color, patrones o comparadores visuales.

Microscopio: Se utiliza para examinar detalles superficiales, como la textura, la uniformidad y la presencia de imperfecciones en productos cosméticos.

Medidores de Rugosidad: Miden la rugosidad de una superficie, lo que es crucial para evaluar la textura y la calidad visual de productos como cremas y lociones.

Cámaras de Alta Resolución: Permiten capturar imágenes detalladas de productos para evaluar aspectos visuales, como la apariencia de texturas, colores y patrones.

Probadores de Aroma: Instrumentos que miden la intensidad y calidad del aroma en productos como perfumes y productos de cuidado personal.

Equipos de Pruebas de Esparcimiento: Determinan la uniformidad y la dispersión de productos como cremas y lociones cuando se aplican sobre la piel.

Máquinas de Pruebas de Desgaste: Evalúan la durabilidad y la resistencia al desgaste de productos como esmaltes de uñas y maquillaje.

Panel de Evaluación Visual: Involucra la evaluación subjetiva por parte de un panel de observadores, inspectores, auditores entrenados para evaluar características cosméticas.

Es importante destacar que, en algunos casos, la evaluación de características cosméticas puede requerir una combinación de herramientas y enfoques personales. Además, la percepción del cliente también desempeña un papel crucial en la evaluación de la calidad cosmética, por lo que las pruebas de consumidores y las opiniones del usuario final también pueden ser valiosas.

2.6 Calidad como estrategia administrativa

La calidad como estrategia administrativa se refiere a la incorporación de prácticas y enfoques orientados a garantizar y mejorar la calidad en todos los aspectos de una organización. La calidad no se limita únicamente al producto final, sino que abarca todos los procesos, productos y servicios dentro de la empresa. En resumen, considerar la calidad como una estrategia administrativa implica un compromiso integral con la mejora continua, la satisfacción del cliente y la eficiencia operativa, lo que puede contribuir significativamente al éxito a largo plazo de una organización.

Aquí hay algunas razones por las cuales la calidad puede ser considerada una estrategia administrativa efectiva:

La calidad del producto o servicio es fundamental para la satisfacción del cliente. Al enfocarse en la calidad, una empresa puede construir una base sólida de clientes satisfechos, lo que puede llevar a la lealtad del cliente y recomendaciones positivas.

La calidad contribuye a la reputación de la marca. Una empresa que se compromete con altos estándares de calidad tiende a ser percibida de manera más positiva en el mercado, lo que puede traducirse en una ventaja competitiva.

La calidad también está vinculada al cumplimiento de regulaciones y normativas. Cumplir con estándares de calidad establecidos no solo es una obligación legal, sino que también puede ser una estrategia para evitar multas y sanciones, así como para ganar la confianza.

La calidad como estrategia implica un compromiso con la mejora continua. Las organizaciones que adoptan un enfoque de calidad están constantemente buscando formas de optimizar procesos, utilizar la retroalimentación del cliente.

En un mercado globalizado y altamente competitivo, la calidad puede diferenciar a una empresa de sus competidores de aquellas empresas que han logrado desarrollar un sistema de gestión sostenible. Los consumidores suelen buscar productos y servicios de alta calidad, y una empresa que pueda proporcionar consistentemente calidad tendrá una ventaja competitiva y serán todas aquellas que estén certificadas con las normas ISO, dando certeza de cumplimiento con la norma de calidad.

La calidad como estrategia no solo implica procesos y productos, sino que también se refiere a la cultura organizacional. Fomentar una cultura de calidad donde todos los miembros de la organización estén comprometidos con la excelencia.

2.7 Competitividad y mejora de la calidad.

La competitividad y la mejora continua están estrechamente relacionadas y son elementos clave para el éxito sostenible de las organizaciones en entornos empresariales dinámicos y desafiantes. Aquí se describen cómo estos dos conceptos se entrelazan y contribuyen mutuamente:

La competitividad se refiere a la capacidad de una organización para destacar y prosperar en su entorno competitivo. Involucra la capacidad de ofrecer productos o servicios que superen o satisfagan las expectativas del cliente de manera más efectiva que los competidores.

Otros aspectos que hay que tomar en cuenta son: La competitividad que implican la mejora en la eficiencia en costos, también la innovación, la calidad, el servicio al cliente, factores de valor añadido, eliminación de desperdicios, la optimización de procesos existentes y la implementación de mejores prácticas.

La mejora continua está arraigada en la filosofía Kaizen, que aboga por pequeños cambios incrementales y continuos en lugar de grandes transformaciones.

La mejora continua contribuye directamente a la competitividad al permitir que una organización se adapte y evolucione rápidamente en respuesta a cambios en el mercado, tecnología o requisitos del cliente. Las organizaciones que adoptan una cultura de mejora continua están mejor equipadas para identificar y aprovechar oportunidades, abordar desafíos y mantenerse al día con las expectativas cambiantes del cliente.

Ofrecer productos o servicios de alta calidad puede generar una ventaja competitiva, ya que los clientes tienden a preferir productos que cumplen o superan sus expectativas.

La mejora continua busca optimizar la eficiencia operativa, lo que no solo reduce costos, sino que también permite una entrega más rápida y confiable de productos o servicios al cliente.

La eficiencia operativa puede ser un factor crucial en la competitividad, especialmente en entornos donde la rapidez y la agilidad son fundamentales.

La mejora continua fomenta la innovación y la adaptabilidad constante, lo que es esencial para mantener la competitividad en mercados en constante cambio.

Las organizaciones que buscan mejorar continuamente están abiertas a la innovación y a la adopción de nuevas tecnologías y prácticas empresariales.

La mejora continua se centra en satisfacer y superar las expectativas del cliente. La lealtad del cliente y la satisfacción son elementos fundamentales de la competitividad a largo plazo.

A través del Ciclo de Deming, las organizaciones pueden planificar, hacer, verificar y actuar constantemente sus procesos y operaciones logrando el éxito esperado.

En resumen, la mejora continua y la competitividad están entrelazadas en una relación simbiótica. Las organizaciones que abrazan la mejora continua están mejor posicionadas para mantenerse competitivas en mercados dinámicos y para ofrecer constantemente valor a sus clientes. La capacidad de evolucionar y mejorar continuamente es un activo estratégico en la búsqueda del éxito a largo plazo.

2.8 Desarrollo y aplicación de métricos.

En el contexto de la calidad, los métricos son medidas cuantitativas utilizadas para evaluar diversos aspectos relacionados con la excelencia y conformidad de productos, servicios o procesos. Los métricos de calidad son esenciales para comprender, medir y mejorar continuamente los estándares de calidad en una organización. Los métricos ayudan a evaluar en qué medida los productos o servicios cumplen con los estándares de calidad predefinidos, puede

incluir normativas específicas de la industria, requisitos de clientes o estándares internos, permiten rastrear y cuantificar defectos, fallos o errores en productos o procesos.

Las métricas de satisfacción del cliente son fundamentales para evaluar la percepción de calidad por parte de los clientes. Estos métricos pueden incluir encuestas, opiniones y tasas de retención de clientes, evalúan la durabilidad y confiabilidad de un producto a lo largo de su ciclo de vida. Esto es crucial para garantizar que la calidad se mantenga a lo largo del tiempo.

La eficiencia de los procesos también es un aspecto importante de la calidad. Los métricos pueden ayudar a identificar cuellos de botella, tiempos de ciclo y otros factores que afectan la eficiencia, medir los costos asociados con problemas de calidad, como retrabajos o devoluciones, es esencial para comprender el impacto financiero de la calidad y para justificar inversiones en mejora continua, pueden abordar la confiabilidad y mantenibilidad de un producto.

La conformidad con regulaciones y estándares específicos es un aspecto clave de la calidad en muchas industrias. Los métricos pueden ayudar a monitorear y garantizar el cumplimiento, en las cadenas de suministro, medir el rendimiento de los proveedores en términos de calidad es esencial para garantizar la consistencia en los materiales y componentes recibidos.

Finalmente, los métricos también son fundamentales para evaluar el progreso en las iniciativas de mejora continua en la calidad. Estos indicadores ayudan a ajustar estrategias y enfoques según sea necesario. En resumen, los métricos de calidad son representativos de la eficacia y la robustez de los productos, servicios y procesos, proporcionando información valiosa para la toma de decisiones orientada a la mejora continua de la calidad. A continuación, se presentan algunas métricas de calidad y manufactura:

1. Takt time se obtiene dividiendo el tiempo de producción disponible (o el tiempo disponible de trabajo por turno) entre la cantidad total requerida.
2. Rendimiento de calidad se obtiene dividiendo el volumen de producción conforme sobre el volumen total producido X 100%
3. Eficiencia del proceso "yield" se utiliza comúnmente para medir la eficiencia de un proceso de producción al calcular el porcentaje de unidades aceptables o sin defectos en relación con el total de unidades producidas. La fórmula para calcular el yield es la siguiente: = unidades aceptables entre el total de unidades producidas X 100%
4. Tasa de defectos se obtiene del número total de defectos entre el número total de unidades producida X 100%
5. Índice de satisfacción del cliente se obtiene de la cantidad de número de clientes satisfechos entre el número total de encuestados X 100%.
6. Tasa de retorno es el número total de productos devueltos entre el número total de productos vendidos X 100%.
7. Eficiencia se logra dividiendo la cantidad de producción real entre la producción estándar X 100%.
8. Tasa de rechazos se obtiene de la cantidad de número de unidades rechazadas entre el número total de unidades inspeccionadas X 100%

2.9 Conceptos de W. Edward Deming.

Las aportaciones más importantes del doctor Edward Deming fueron sus 14 principios siendo una filosofía para entender cómo actúa la gestión y principios de la calidad en las organizaciones, señalando como se debe administrar una organización para asegurar el éxito por medio de la calidad.

1. La organización debe tener una visión clara y constante de su propósito principal: mejorar la calidad de sus productos o servicios.
2. La gestión debe adoptar una nueva mentalidad que ponga el énfasis en la mejora continua y la calidad.
3. En lugar de depender únicamente de la inspección para detectar defectos, es más efectivo construir calidad en el proceso desde el principio.
4. La selección de proveedores debe basarse en la calidad y la capacidad de proporcionar productos o servicios confiables.
5. La mejora continua debe ser un objetivo constante. Nunca se alcanza la perfección, y siempre hay oportunidades para mejorar.
6. La formación y el desarrollo de habilidades son esenciales para mejorar la calidad y la eficiencia.
7. La alta dirección debe liderar la organización hacia la mejora continua y proporcionar un ambiente en el que todos los empleados puedan contribuir.
8. Crear un ambiente en el que los empleados no tengan miedo de expresar opiniones o informar problemas es crucial para la mejora continua.
9. Fomentar la colaboración y la comunicación entre departamentos es esencial para mejorar la calidad y la eficiencia.

10. En lugar de depender de eslóganes, se debe proporcionar a los empleados las herramientas y el ambiente adecuado para hacer un buen trabajo.
11. Establecer cuotas puede llevar a prácticas no éticas y a la disminución de la calidad. La gestión debe eliminar las cuotas y fomentar la mejora continua.
12. La gestión debe crear un ambiente que permita a los empleados sentirse orgullosos de su contribución y logros.
13. La educación continua y la mejora personal son esenciales para la mejora continua en una organización.
14. La implementación efectiva de los principios de Deming requiere un compromiso total y acciones específicas por parte de la dirección y de todos los niveles de la organización.

2.10 Certificación y acreditación.

Una certificación de calidad es un proceso mediante el cual una entidad independiente evalúa y verifica que una organización, producto, servicio o sistema cumple con los estándares de calidad. Estos estándares suelen ser establecidos por organizaciones reconocidas a nivel nacional o internacional y se basan en criterios específicos relacionados con la excelencia en la gestión, procesos de producción, servicios, seguridad, medio ambiente, entre otros aspectos.

Las certificaciones de calidad sirven para varios propósitos, entre ellos garantizar el compromiso con la excelencia y asegurar la imagen a los usuarios, ayuda a mejorar sus procesos más óptimos incrementando la eficiencia y reduciendo los desperdicios, fomenta el compromiso con la mejora continua e identifica las áreas de oportunidad y finalmente desarrolla una conciencia ambiental sobre la disponibilidad de los productos en un futuro sujetas a regulaciones estrictas de las normativas de los productos y el medio ambiente.

Algunas de las certificaciones de calidad más conocidas incluyen ISO 9001:2015 (gestión de calidad), ISO 14001 (gestión ambiental), ISO 27001 (seguridad de la información), entre otras. Estas certificaciones son emitidas por organismos reconocidos a nivel mundial, y su obtención puede ser un diferenciador significativo para las organizaciones en términos de competitividad y cumplimiento de estándares de calidad.

La acreditación es la evaluación por una entidad independiente verifica la competencia técnica y la conformidad con estándares específicos de una organización, laboratorio, entidad educativa o proveedor de servicios. Este proceso tiene como objetivo asegurar la calidad y la confiabilidad de los productos, Aquí hay algunas áreas donde la acreditación es comúnmente aplicada:

- Los laboratorios que realizan pruebas o calibraciones pueden buscar la acreditación para demostrar que cumplen con estándares específicos de competencia técnica y calidad en sus actividades.
- Universidades, colegios y otras instituciones educativas pueden buscar la acreditación para demostrar que cumplen con estándares establecidos en cuanto a la calidad de la educación que ofrecen.
- Las entidades que emiten certificaciones, ya sea en el ámbito de calidad, medio ambiente, seguridad, etc., pueden buscar la acreditación para demostrar su competencia y la validez de sus procesos de certificación.
- Hospitales, clínicas y otros proveedores de servicios de salud pueden buscar la acreditación para demostrar que cumplen con estándares de calidad y seguridad en la atención médica.
- Empresas y organizaciones que deseen demostrar su compromiso con la calidad y la mejora continua pueden buscar la acreditación de su sistema de gestión de calidad, por ejemplo, bajo la norma ISO 9001.

La acreditación generalmente implica una evaluación detallada por parte de organismos de acreditación independientes y reconocidos. Estos organismos establecen estándares y criterios específicos que deben cumplirse para obtener la acreditación. La acreditación no solo proporciona un reconocimiento externo de la competencia y calidad de la entidad evaluada, sino que también puede ser un requisito para participar en ciertos mercados o industrias.

Es importante destacar que la acreditación es diferente de la certificación. Mientras que la certificación se centra en la conformidad con estándares específicos, la acreditación se centra en la competencia técnica y la capacidad de una entidad para llevar a cabo actividades específicas de manera confiable.

En México, el Premio Nacional de Calidad (PNC) es un reconocimiento que se otorga a las organizaciones que destacan por su excelencia en la acreditación en la calidad.

Liderazgo: Se evalúa cómo los líderes de la organización desarrollan e impulsan una visión clara, inspiran a su personal y fomentan una cultura de excelencia y mejora continua.

Estrategia y planificación: Se analiza cómo la organización desarrolla e implementa estrategias efectivas, considerando el entorno externo, estableciendo objetivos claros y alineando los recursos para lograr el éxito.

Clientes: Se evalúa la orientación al cliente, la comprensión de sus necesidades y expectativas, así como las acciones emprendidas para mejorar la satisfacción del cliente.

Colaboradores: Se considera cómo la organización gestiona y desarrolla a su personal, promoviendo un ambiente de trabajo favorable, estimulando el aprendizaje y la participación, y reconociendo el desempeño.

Procesos: Se analizan los procesos internos de la organización, buscando la eficiencia, la mejora continua y la innovación.

Resultados clave del rendimiento: Se evalúan los resultados obtenidos en áreas clave, como el desempeño financiero, la satisfacción del cliente, el desempeño operativo, la innovación y la responsabilidad social.

Sociedad: Se considera la contribución de la organización a la sociedad, incluyendo aspectos relacionados con la responsabilidad social, el respeto al medio ambiente y el impacto positivo en la comunidad.

2.11 Trazabilidad en los procesos.

Se debe aclarar que la **Trazabilidad de procesos** y la **trazabilidad metrológica** tiene diferentes significados por tal motivo es necesario definir cada concepto para evitar error de interpretación.

La trazabilidad de los procesos se define a la capacidad de rastrear el historial, localización y la trayectoria de todos los procesos que se involucre un producto o lotes de productos a lo largo de la cadena de suministros (figura 32), en un determinado tiempo y asegurar la transparencia, la responsabilidad. Aquí hay algunos aspectos clave de la trazabilidad de los procesos:

La trazabilidad implica la capacidad de seguir todas las actividades relacionadas con un proceso desde su inicio hasta su finalización. Esto incluye la identificación y rastreo de los insumos, personas, recursos y equipos involucrados en cada etapa de los procesos. Se logra mediante la documentación adecuada de cada paso en un proceso. Esto implica mantener registros detallados que indiquen quién hizo qué, cuándo, dónde y cómo durante la ejecución del proceso.

La trazabilidad a menudo implica asegurar que los procesos cumplan con normativas y estándares específicos. Esto puede requerir la documentación y el seguimiento de cómo se aplican y mantienen estas normas en cada etapa del proceso estableciendo responsabilidad al

identificar quién es responsable de cada paso del proceso. Además, facilita la capacidad de respuesta ante problemas al permitir la rápida identificación de la fuente de un problema o la necesidad de ajustar un proceso.

Al rastrear y analizar la ejecución de un proceso a lo largo del tiempo, las organizaciones pueden identificar oportunidades para optimizar la eficiencia, reducir errores y mejorar la calidad.

La trazabilidad de los procesos es particularmente crucial en industrias reguladas, como la manufacturera, automotriz y médica, donde se requiere un control estricto para garantizar la seguridad y la calidad de los productos. Además, en sistemas de gestión de calidad, como ISO 9001, la trazabilidad es un requisito clave para la conformidad.

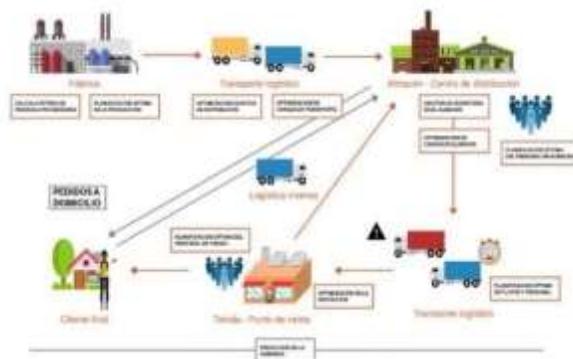


Figura 32. Cadena de suministros

2.12 Trazabilidad metrológica

En México, la Ley Federal sobre Metrología y Normalización (LFMN) establece las disposiciones legales relacionadas con la metrología, la normalización y la evaluación de la conformidad. La

trazabilidad es un componente esencial en el ámbito de la metrología, ya que se refiere a la cadena ininterrumpida de comparaciones de los patrones de medición.

En el contexto de la LFMN, específicamente en el Título Segundo de la Metrología, muestra disposiciones relacionadas con la trazabilidad metrológica. Algunos aspectos clave son:

La definición de trazabilidad metrológica, que se refiere a la propiedad del resultado de una medición o al valor de un patrón de medición por el cual se puede demostrar que está relacionado con referencias a los patrones nacionales o internacionales.

La ley establece que el Centro Nacional de Metrología (CENAM) tiene la responsabilidad de establecer y conservar el patrón nacional de medición, asegurando la trazabilidad metrológica del país.

Es importante determinar que las responsabilidades que Centro Nacional de Metrología es la de ser un laboratorio primario con aplicación a la seguridad de las mediciones en México, manteniendo una relación con otros laboratorios nacionales e internacionales relacionados con la metrología, con el objetivo de asegurar el reconocimiento internacional de los patrones nacionales de México y a su vez promover la aceptación de los productos y servicios de manufactura que se llevan a cabo en el país.

Los laboratorios de metrología tienen la responsabilidad de asegurar la trazabilidad metrológica de sus mediciones. Esto incluye la participación en programas de comparación Inter laboratorios y la calibración de sus estándares. De lo anterior mencionado lo marca en la ley y aborda la evaluación de la conformidad y destacando la importancia de la trazabilidad de este proceso para la emisión de certificados de conformidad. Con respecto a la trazabilidad la norma de ISO lo establece en su artículo (7.1.5.2), determina como un requisito como parte esencial para proporcionar el grado de confianza de los resultados de los instrumentos de medición que deben de contar con los siguientes aspectos:

- Calibrarse el estado de las herramientas de medición.
- Identificar para determinar su estado.
- Proteger contra danos o deterioros que pudieran invalidar el estado de calibración y los posteriores resultados de medición.
- Realizar un sistema de control de los instrumentos de medición.
- Mantener actualizados los certificados o evidencias de calibración de cada uno de los instrumentos.

La organización deberá determinar si la validez de los resultados de medición previos de cada uno de las herramientas de medición se ha visto afectados de manera adversa cuanto el equipo de medición se considera apto o no lo es para su propósito, de tal manera que debe tomar las acciones adecuadas en el momento con respecto al uso y manejo de sus equipos de medición.

2.13 Instrumentos de medición para trazabilidad metrológica.

Es importante mencionar que los instrumentos de medición para la trazabilidad, uno de ellos con que se cuenta es la parte legal que lo manifiesta la Ley Federal sobre Metrología y normalización en segundo plano es parte responsable de llevar a cabo y su cumplimiento es el Centro Nacional de Metrología (CENAM) y finalmente la herramienta de trabajo que son los patrones, calibradores o estándares reconocidos nacionales e internacionales de los cuales se hablaron más adelante.

En el contexto de la metrología, los instrumentos de medición deben ser trazables a estándares reconocidos para garantizar la confiabilidad y la precisión de las mediciones. A continuación, se muestran algunos instrumentos más comunes que se utilizan en los procesos de trazabilidad metrológica:

1. Patrón Nacional: Son los estándares de medición mantenidos por el CENAM, siendo el organismo responsable de su manejo para asegurar la consistencia y la trazabilidad metrológica en cada una de las áreas de medición. Estos estándares son utilizados como referencia para calibrar otros instrumentos utilizados en los laboratorios secundarios y a su vez en las industrias de manufactura en cada una de las herramientas de medición de las materias primas, en el control de los procesos y los productos terminados. Por ejemplo, el kilogramo patrón internacional, patrones de longitud, masa, tiempo etc.
2. Patrones de transferencia: Son aquellos que se utilizan para calibrar otros instrumentos de medición, a diferencia de los nacionales que son los de menor incertidumbre, los patrones de transferencia actúan como intermediarios entre los primarios y los que se utilizan en aplicaciones prácticas. Por ejemplo, los equipos utilizados para calibrar balanzas, basculas, instrumentos para calibrar reglas, termómetros que son utilizando en las industrias y laboratorios, patrones de corriente y voltaje etc.
3. Los patrones de trabajo: Son utilizados rutinariamente en entornos específicos para realizar mediciones que son críticas para las operaciones diarias. Se consideran estos patrones que deben de calibrarse y mantenidos en excelente estado para garantizar la precisión, confiabilidad y deben ser trazables a los patrones nacionales o internacionales. Para garantizar de acuerdo con las normas de metrología la consistencia en cada una de las mediciones a lo largo del tiempo.
4. Los instrumentos de medición: Son todos aquellos instrumentos que se requieren utilizarlos para realizar mediciones en diferentes campos para cuantificar diferentes

magnitudes. Por ejemplo, multímetros de banco, balanza de laboratorio, manómetros, calibradores etc.

5. Patrones de referencia secundarios: Son patrones trazables a los estándares primarios. Estos patrones son utilizados para calibrar instrumentos de trabajo en laboratorios de calibración y empresas.
6. Equipos de calibración: Incluyen una variedad de instrumentos y dispositivos diseñados para calibrar otros instrumentos de medición. Pueden incluir calibradores de presión, balanzas de precisión, calibradores de temperatura, entre otros.
7. Equipos de medición de referencia: Instrumentos de alta precisión que se utilizan como referencia para calibrar otros instrumentos. Ejemplos incluyen multímetros de precisión, manómetros de referencia, termómetros de referencia, etc.
8. Software de calibración: Herramientas informáticas diseñadas para gestionar y documentar el proceso de calibración. Estos sistemas ayudan a mantener registros detallados de las calibraciones, los resultados obtenidos y las fechas de vencimiento de las próximas calibraciones.
9. Equipos de medición portátiles: Instrumentos de mano que se utilizan directamente en el campo para realizar mediciones en el lugar. Estos dispositivos deben calibrarse regularmente para garantizar mediciones precisas.
10. Procedimientos y protocolos de calibración: Documentos que describen los métodos específicos y las condiciones bajo las cuales se deben realizar las calibraciones. Estos documentos garantizan la consistencia y repetibilidad del proceso de calibración.

En resumen, la trazabilidad metrológica es esencial para garantizar la calidad y confiabilidad de las mediciones en diversas industrias, como la manufactura, la salud, la investigación y muchas otras más áreas donde la precisión es crítica.

2.14 Norma ISO 9001:2015.

La Norma ISO 9001:2015, un estándar internacional establecido por la Organización Internacional de Normalización (ISO), juega un papel fundamental en la definición de requisitos para la implementación efectiva de sistemas de gestión de la calidad en diversas organizaciones, sin importar su tamaño o el sector en el que operen. La implementación de un Sistema de Gestión de la Calidad según la norma ISO 9001 es importante debido a que brinda a las organizaciones una serie de beneficios tangibles como los que se describen a continuación:

Mejora de la calidad del producto o servicio: La ISO 9001 se centra en la mejora continua, lo que significa que las organizaciones deben identificar oportunidades para mejorar la calidad de sus productos o servicios y tomar medidas para implementar esas mejoras.

Satisfacción del cliente: La norma ISO 9001 pone un fuerte énfasis en la satisfacción del cliente. Al adoptar prácticas y procesos que cumplen con los requisitos de la norma, las organizaciones pueden mejorar la satisfacción del cliente al proporcionar productos o servicios de alta calidad de manera consistente.

Eficiencia operativa: La implementación de un sistema de gestión de la calidad puede ayudar a las organizaciones a optimizar sus procesos internos, lo que puede conducir a una mayor eficiencia operativa y a la reducción de costos.

Cumplimiento normativo: Al seguir los requisitos de la norma, las organizaciones pueden garantizar un mayor cumplimiento con las normativas y regulaciones aplicables en su industria o sector.

Competitividad en el mercado: Tener un certificado ISO 9001 puede ser un diferenciador en el mercado. Muchas organizaciones, especialmente aquellas que participan en licitaciones y concursos, consideran que la certificación ISO 9001 es un requisito básico para hacer negocios.

Toma de decisiones basada en datos: La norma ISO 9001 promueve la toma de decisiones basada en datos y evidencias. Esto significa que las decisiones importantes se basan en información objetiva y en el análisis de datos, lo que contribuye a la mejora continua.

Gestión de riesgos: La norma ISO 9001 incluye requisitos relacionados con la identificación y gestión de riesgos. Esto ayuda a las organizaciones a anticipar posibles problemas y a tomar medidas preventivas para evitar problemas de calidad.

Mejora continua: Uno de los principios fundamentales de la ISO 9001 es la mejora continua. Esto implica que las organizaciones deben buscar constantemente formas de mejorar sus procesos, productos y servicios.

Principios Fundamentales de ISO 9001

La norma ISO 9001 es un estándar internacional que establece los requisitos para un sistema de gestión de la calidad. A continuación, se presentan los siete principios fundamentales que sustentan esta norma:

Enfoque en el Cliente

La organización debe comprender y satisfacer las necesidades y expectativas de sus clientes. Esto implica identificar los requisitos actuales y futuros, establecer procesos para abordarlos y medir la satisfacción del cliente.

Liderazgo

Los líderes de la organización deben establecer una visión clara, una dirección y un propósito. Deben crear un ambiente interno en el que las personas puedan contribuir al logro de los objetivos de la organización.

Compromiso de las personas

Las personas en todos los niveles de la organización son esenciales para el éxito del sistema de gestión de la calidad. Deben estar comprometidas, competentes y capaces de contribuir con su máximo potencial.

Enfoque a procesos

La gestión eficaz se logra a través de la identificación, comprensión y gestión de los procesos interrelacionados en toda la organización (figura 33). Esto implica una visión de extremo a extremo de los procesos y su integración.



Figura 33. Representación esquemática de los elementos de un proceso

Enfoque de Sistema para la Gestión

Identificar, entender y gestionar los procesos interrelacionados como un sistema contribuye a la eficacia y eficiencia de una organización en el logro de sus objetivos.

Mejora

La organización debe buscar continuamente mejorar el desempeño global del sistema de gestión de la calidad mediante la identificación de oportunidades y la implementación de medidas para mejorar.

Toma de decisiones basada en la evidencia

Las decisiones eficaces se basan en el análisis de datos y la información relevante. La toma de decisiones debe ser basada en hechos y evidencia, en lugar de en opiniones o corazonadas.

Estos principios proporcionan una base sólida para el establecimiento y mantenimiento de un sistema de gestión de la calidad eficaz según la norma ISO 9001. La aplicación de estos principios ayuda a las organizaciones a mejorar la satisfacción del cliente, optimizar sus procesos internos y alcanzar sus objetivos estratégicos.

Implementación de ISO 9001:2015

La implementación de la norma ISO 9001 en una empresa o negocio implica seguir una serie de pasos y procesos específicos para determinar el estado actual y evaluar el trabajo requerido para llegar al estado deseado. Es importante destacar que la implementación de la norma ISO 9001 es un proceso continuo y dinámico que requiere el compromiso de toda la organización. La mejora continua es un principio fundamental, y el sistema debe adaptarse a medida que la organización evoluciona y cambian las condiciones del entorno empresarial. Las fases para implementar la norma se pueden resumir a grandes rasgos en las siguientes:

Evaluación inicial y análisis de brechas

Antes de embarcarse en la implementación de ISO 9001:2015, es esencial realizar una evaluación inicial y un análisis de brechas. Esta fase crítica permite a la organización identificar las áreas donde ya cumple con los requisitos de la norma y aquellas que requieren mejoras. Al comprender las brechas existentes, la organización puede desarrollar un plan de acción detallado y personalizado para la implementación exitosa del sistema de gestión de calidad.

Establecimiento de la Política de Calidad

El corazón de cualquier sistema de gestión de calidad es su política de calidad. La alta dirección juega un papel fundamental al establecer una declaración clara de compromiso con la calidad y la satisfacción del cliente. La política de calidad no solo sirve como una guía para la toma de decisiones, sino que también comunica la visión y los valores fundamentales de la organización en relación con la calidad.

Definición del alcance del Sistema de Gestión de la Calidad

El éxito de la implementación de ISO 9001:2015 radica en la comprensión clara y completa del alcance del sistema de gestión de calidad. Definir los límites y las responsabilidades dentro de la organización es esencial para evitar malentendidos y garantizar que todos los procesos relevantes estén incluidos en el sistema.

Pensamiento basado en riesgos

La edición 2015 de ISO 9001 introduce el concepto de pensamiento basado en riesgos, desplazando el enfoque hacia la anticipación y la mitigación proactiva de posibles problemas. Este enfoque no solo fortalece la capacidad de la organización para enfrentar desafíos inesperados, sino que también fomenta una mentalidad de mejora continua al identificar oportunidades de optimización en los procesos existentes.

Documentación de procedimientos y procesos

La documentación efectiva es la columna vertebral de cualquier sistema de gestión de calidad exitoso. La ISO 9001:2015 requiere una documentación clara de procedimientos y procesos, proporcionando un marco estructurado para el funcionamiento organizativo. Este aspecto no solo garantiza la consistencia en la ejecución de tareas, sino que también facilita auditorías internas y externas.

Establecimiento de objetivos e indicadores clave de desempeño (KPI)

La fijación de objetivos específicos y la medición de su cumplimiento son esenciales para la mejora continua. Al establecer objetivos e indicadores clave de desempeño (KPI), la organización no solo evalúa su rendimiento actual, sino que también establece metas ambiciosas que impulsan la excelencia. Este proceso cíclico de establecimiento y revisión de objetivos contribuye al crecimiento sostenible y a la adaptabilidad a los cambios en el entorno empresarial.

Roles y Responsabilidades

La implementación de un sistema de gestión de calidad es un proceso integral que requiere la participación activa y el compromiso de todos los niveles dentro de una organización; implica una distribución clara de roles y responsabilidades dentro de la organización. La alta gerencia establece la dirección y proporciona los recursos necesarios, los empleados participan

activamente, el representante de Gestión de la Calidad coordina la implementación, y la comunicación efectiva sirve como un hilo conductor que une a todos los involucrados. Cuando estos roles se comprenden y se desempeñan de manera efectiva, se sientan las bases para un sistema de gestión de calidad sólido y una mejora continua que beneficia tanto a la organización como a sus clientes.

El rol de la alta gerencia

La alta gerencia desempeña un papel crucial en la implementación efectiva de ISO 9001:2015. Su compromiso y liderazgo son fundamentales para establecer una cultura de calidad en toda la organización. La alta gerencia debe demostrar un compromiso claro con la calidad, estableciendo políticas y objetivos que reflejen la importancia de cumplir con los requisitos de la norma. Además, deben asignar recursos adecuados, tanto humanos como financieros, para garantizar la implementación y el mantenimiento exitosos del sistema de gestión de calidad.

Participación de los empleados

La participación activa de los empleados de todos los niveles, es esencial para el éxito a largo plazo de un sistema de gestión de calidad. Los empleados deben ser conscientes de la importancia de sus roles en la consecución de los objetivos de calidad y la satisfacción del cliente. La implementación exitosa implica proporcionar capacitación adecuada a los empleados para que comprendan los requisitos de ISO 9001 y cómo sus funciones contribuyen al logro de los objetivos organizativos. Además, se debe fomentar un ambiente que promueva la sugerencia de mejoras continuas por parte de los empleados, incentivando así una cultura de calidad y responsabilidad compartida.

Responsabilidades del representante de Gestión de la Calidad

El representante de Gestión de la Calidad juega un papel clave como enlace entre la alta dirección y el resto de la organización. Debe asegurar que el sistema de gestión de calidad se

implemente y mantenga de acuerdo con los requisitos de ISO 9001. Sus responsabilidades incluyen la coordinación de auditorías internas, la gestión de la documentación del sistema y la facilitación de la comunicación entre los diferentes departamentos. Además, el representante de Gestión de la Calidad actúa como defensor del sistema de gestión de calidad, promoviendo su importancia y asegurando que se aborden las preocupaciones y sugerencias de mejora.

Comunicación dentro de la organización

La comunicación efectiva es un elemento crucial en la implementación exitosa de ISO 9001. La alta gerencia debe comunicar claramente la importancia estratégica del sistema de gestión de calidad a todos los niveles de la organización. La retroalimentación abierta y constructiva debe fomentarse, promoviendo un ambiente en el que los empleados se sientan cómodos compartiendo ideas y preocupaciones relacionadas con la calidad. Además, se deben establecer canales de comunicación efectivos para garantizar que la información sobre los cambios en el sistema de gestión de calidad se difunda de manera oportuna y llegue a todas las partes interesadas pertinentes.

Capacitación y Sensibilización

La implementación de la norma ISO 9001:2015 no solo implica ajustar los procesos internos de una organización, sino también cultivar un cambio cultural arraigado en la comprensión y compromiso de cada miembro del equipo. En este contexto, la capacitación y la sensibilización emergen como pilares fundamentales para alcanzar el éxito en la implementación y mantenimiento del Sistema de Gestión de la Calidad.

Los requisitos de capacitación de los empleados son esenciales para garantizar que cada individuo comprenda su papel en la calidad del producto o servicio final. La norma ISO 9001:2015 destaca la importancia de la competencia, la formación y la conciencia en todos los niveles de la organización. Este enfoque se traduce en la necesidad de identificar las competencias clave

requeridas para ejecutar funciones específicas y proporcionar a los empleados las herramientas y el conocimiento necesario para desempeñar sus roles de manera efectiva.

Crear conciencia sobre el Sistema de Gestión de la Calidad es un componente crucial de la capacitación. No es suficiente que solo unos pocos departamentos estén familiarizados con los principios y requisitos de ISO 9001; toda la organización debe estar inmersa en una cultura de calidad. La conciencia no se trata simplemente de conocer la existencia del SGC, sino de comprender cómo cada acción individual contribuye a la excelencia global. Esto implica comunicar de manera clara y efectiva la importancia de cumplir con los estándares de calidad, fomentando un sentido de responsabilidad compartida.

El desarrollo de competencias y habilidades es otro aspecto vital de la capacitación en ISO 9001. A medida que los procesos evolucionan y se optimizan, los empleados deben adquirir nuevas habilidades y competencias para adaptarse a los cambios. La norma promueve la mejora continua, y esto solo es posible si los individuos están capacitados para abrazar innovaciones, implementar mejores prácticas y enfrentar los desafíos emergentes con destreza.

La capacitación y sensibilización efectiva no sólo conduce al cumplimiento de los requisitos de ISO 9001:2015, sino que también generan beneficios tangibles, como la reducción de errores, la mejora de la eficiencia operativa y la satisfacción del cliente. Además, contribuyen a la creación de una cultura organizacional orientada a la calidad, donde cada miembro entiende y valora su papel en la entrega de productos y servicios de alta calidad.

Monitoreo y Medición

El monitoreo y la medición son componentes cruciales en el camino hacia la excelencia y la mejora continua que promueve la norma ISO 9001:2015. Desde auditorías internas hasta la implementación de acciones correctivas y preventivas, cada fase contribuye a forjar una cultura organizacional arraigada en la calidad y la adaptabilidad, garantizando así que las organizaciones

no solo cumplan con los estándares, sino que también prosperen en un entorno empresarial dinámico y competitivo.

Auditorías internas

Estas evaluaciones sistemáticas permiten identificar posibles desviaciones con respecto a los requisitos de la norma ISO 9001 y, al mismo tiempo, proporcionan una valiosa oportunidad para mejorar los procesos internos. La planificación y ejecución de auditorías internas no solo verifica la conformidad con los estándares, sino que también fomenta una cultura de autoevaluación y auto mejora, elementos esenciales para el crecimiento sostenible de la organización.

Revisión del sistema de gestión por dirección

Este proceso, liderado por la alta dirección, analiza el desempeño global del sistema de gestión de calidad, evaluando su idoneidad y eficacia. La revisión por dirección facilita la toma de decisiones informadas, impulsando la alineación de los objetivos de la organización con los requisitos de la norma y promoviendo la adaptación continua a un entorno empresarial dinámico.

Monitoreo de la satisfacción del cliente

El estándar insta a las empresas a establecer mecanismos efectivos para recolectar y analizar información sobre la satisfacción del cliente. Este enfoque proactivo permite a la organización anticipar las necesidades del cliente, mejorar la calidad de los productos o servicios y fortalecer las relaciones comerciales.

Medición de procesos

ISO 9001:2015 establece la necesidad de determinar indicadores clave de rendimiento (KPI) para evaluar la eficacia de los procesos. La medición objetiva y regular de estos KPIs proporciona datos tangibles para identificar áreas de mejora, optimizar recursos y mantener la coherencia operativa.

Acciones correctivas y preventivas

La identificación de no conformidades o desviaciones durante auditorías internas, revisiones de dirección o a través de la retroalimentación del cliente, desencadena la implementación de acciones correctivas. Asimismo, la adopción proactiva de acciones preventivas anticipa posibles problemas, fortaleciendo la resiliencia del sistema de gestión de calidad y evitando la recurrencia de problemas.

Capítulo 3

3.1 Aplicaciones y conceptos de dibujo técnico

De manera introductoria el dibujo técnico es una herramienta indispensable en calidad con la aplicación en la manufactura debido a su capacidad de manera precisa y efectiva de comunicar pensamientos normalizados como las ideas creativas, descripciones gráficas, aspectos trascendentales y que en conjunto con la gestión de las normas contribuyen en el cumplimiento con aplicaciones en la industria de manufactura, logrando la comunicación precisa y efectiva de las especificaciones de diseño destacando las dimensiones, tolerancias, reduce errores, los acabados, su interpretación del plano y otros tantos requisitos en busca de lograr la excelencia de los productos hasta la actualidad

Algunos aspectos importantes a considerar que se destacan del dibujo técnico sería los siguientes aspectos a continuación:

1. Los dibujos técnicos proporcionan detalles completos sobre las dimensiones, tolerancias, materiales, acabados superficiales y otros requisitos esenciales para la fabricación de una pieza o ensamblaje.

Utilizando un lenguaje universal normalizado con simbología que es entendida por todos los ingenieros, diseñadores, fabricantes y técnicos a nivel universal, lo que facilita la comunicación entre diferentes equipos y empresas de diferentes lenguas o países.

2. Proporciona una representación exacta y sin ambigüedades de los componentes, minimizan los errores debidos a malentendidos o interpretaciones incorrectas. Facilitando la verificación y el control de calidad en cada etapa de la producción, asegurando que los productos finales cumplan con las especificaciones requeridas.

3. Los dibujos técnicos sirven como documentación oficial del diseño original, permitiendo futuras referencias y modificaciones manteniendo un registro claro y trazable de todas las modificaciones y revisiones del diseño, lo cual es crucial para la gestión de proyectos y el cumplimiento normativo.

4. Facilitan la coordinación entre diferentes etapas del proceso de manufactura, desde el diseño hasta el ensamblaje final, asegurando que cada fase se ejecute conforme al plan.

Ayudan en la planificación y optimización del uso de materiales y recursos, contribuyendo a una producción más eficiente y económica.

5. Permiten especificar las tolerancias y ajustes necesarios para que las piezas encajen correctamente y funcionen de manera eficiente, lo cual es crítico en el ensamblaje de componentes mecánicos y electrónicos.

Definen claramente los estándares de calidad y los requisitos de precisión que deben cumplirse, ayudando a mantener la consistencia en la producción.

6. Proporciona una base clara para la creación de prototipos y modelos de prueba, permitiendo la evaluación y ajuste del diseño antes de la producción en masa. Permite realizar pruebas y evaluaciones detalladas, identificando áreas de mejora y refinando el diseño para optimizar el rendimiento y la manufactura.

7. Los dibujos técnicos se utilizan en la programación de máquinas de control numérico por computadora (CNC), automatizando la producción y mejorando la precisión y la eficiencia.

Ayudan en la simulación y análisis por computadora (CAE) para prever el comportamiento de las piezas bajo diferentes condiciones y optimizar el diseño antes de la producción.

Los conceptos de dibujo técnico industrial son una disciplina fundamental en la ingeniería y manufactura, ya que proporciona una representación detallada y precisa de los componentes y

sistemas mecánicos. Aquí se presentan algunos de los conceptos clave del dibujo mecánico industrial:

1. Tipos de Dibujos

Dibujo de Conjunto: Representa un ensamblaje completo de un sistema o máquina, mostrando cómo las diferentes partes se unen. Incluye vistas de ensamblaje y puede mostrar vistas explosionadas.

Dibujo de Detalle: Proporciona información específica sobre una sola pieza o componente, incluyendo todas las dimensiones, tolerancias y acabados necesarios para su fabricación.

Dibujo de Despiece: Desglosa un conjunto en sus componentes individuales, facilitando la identificación y ensamblaje de las piezas.

2. Proyecciones y Vistas

Proyección Ortogonal: Técnica de representación que muestra las diferentes vistas de un objeto (frontal, superior, lateral) en planos perpendiculares. Es la más común en el dibujo mecánico.

Proyección Isométrica: Tipo de proyección axonométrica siendo una representación gráfica donde las tres dimensiones del objeto se representan en un solo dibujo al proyectarse forman ángulos de 120° entre sí, proporcionando una vista tridimensional en un plano dimensional.

Vistas Auxiliares: Se utilizan para representar características que no son claramente visibles en las vistas principales.

Secciones: Vistas que muestran el interior de una pieza cortada por un plano imaginario, útiles para representar detalles internos no visibles externamente.

3. Líneas y Símbolos

Líneas de Contorno: Líneas gruesas que delimitan los bordes visibles de un objeto.

Líneas de Proyección: Líneas finas que se utilizan para proyectar dimensiones y características en otras vistas.

Líneas de Centro: Líneas alternadas largas y cortas que indican ejes de simetría o centros de agujeros y cilindros.

Líneas de Sección: Líneas que indican la superficie que ha sido cortada en una vista de sección.

4. Dimensiones y Acotación

Dimensiones Lineales: Indican la longitud, ancho y altura de una pieza. Se especifican con flechas y cifras.

Dimensiones Angulares: Miden los ángulos entre dos líneas o superficies.

Tolerancias: Especificaciones que indican el rango permisible de variación en las dimensiones de una pieza. Incluyen tolerancias geométricas (forma, orientación, ubicación) y dimensionales (ajustes y holguras).

Acotación Funcional: Dimensiones críticas para el funcionamiento de la pieza.

5. Tolerancias Geométricas (GD&T)

Forma: Rectitud, planitud, redondez y perfil.

Orientación: Paralelismo, perpendicularidad e inclinación.

Ubicación: Posición, concentricidad y simetría.

Oscilación: Oscilación circular y total.

6. Materiales y Acabados Superficiales

Especificación de Materiales: Indicaciones sobre el tipo de material a usar, generalmente especificadas en una lista de materiales (BOM) adjunta al dibujo.

Acabados Superficiales: Símbolos y notas que describen el tipo de acabado superficial requerido, como rugosidad, tratamiento térmico o recubrimientos.

7. Normas y Estándares

ISO (Organización Internacional de Normalización): Conjunto de normas internacionales para la representación gráfica de productos.

ASME (American Society of Mechanical Engineers): Normas utilizadas principalmente en América del Norte, incluyendo ASME Y14.5 para acotación geométrica y tolerancia.

DIN (Deutsches Institut für Normung): Normas alemanas ampliamente utilizadas en Europa.

8. Escalas

Escala de Representación: Relación entre las dimensiones del dibujo y las dimensiones reales del objeto. Puede ser a escala natural (1:1), reducción (1:2, 1:10) o ampliación (2:1, 10:1).

9. Notas y Especificaciones

Notas Generales: Información adicional relevante para la fabricación y ensamblaje que no se puede comunicar a través de las dimensiones y vistas.

Especificaciones Técnicas: Instrucciones sobre procesos de fabricación, tratamientos térmicos, acabados, y otras consideraciones técnicas.

10. Software de Dibujo

CAD (Diseño Asistido por Computadora): Herramientas como AutoCAD, SolidWorks, CATIA, y Autodesk Inventor son ampliamente utilizadas para crear dibujos técnicos.

Normas de Dibujo Mecánico

Las normas de dibujo mecánico son esenciales para asegurar que los dibujos técnicos sean claros, precisos y universales. Estas normas establecen las reglas y convenciones que deben seguirse al crear y leer dibujos técnicos. Algunas de las normas más importantes son:

Norma internacional ISO 128. Establece las reglas generales para la representación de los dibujos técnicos, Incluye lineado, tipos de líneas, vistas, secciones y otros elementos gráficos

Norma ISO 129. Define las reglas para la acotación en los dibujos técnicos.

Aspectos Clave: Describe cómo dimensionar y anotar las medidas en los dibujos.

Norma ISO 1101. Establece las reglas para la indicación de tolerancias geométricas. Incluye la simbología y las reglas para especificar tolerancias de forma, orientación, ubicación y oscilación.

Norma ISO 5459. Indicación de referencias y sistemas de coordenadas en dibujos técnicos. Describe cómo definir y usar sistemas de referencia en los dibujos

Norma de la Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos Y14.5 (ASME Y14.5). Aportación de la tolerancia geométrica (GD&T). Proporciona un lenguaje estándar para especificar y interpretar los requisitos geométricos de los productos.

Importancia de las Normas

Uniformidad: Garantizan que los dibujos sean consistentes y comprensibles para todos los usuarios.

Precisión: Ayudan a reducir errores y malinterpretaciones en la fabricación y ensamblaje de piezas.

Comunicación: Facilitan la comunicación entre diferentes departamentos y proveedores.

Eficiencia: Mejoran la eficiencia en el diseño y la producción al proporcionar directrices claras y precisas.

3.2 Concepto del Isométrico, su interpretación y aplicaciones.

En este capítulo se presenta los conceptos del dibujo técnico una manera sencilla donde el estudiante se interese en la importancia relevante para lo cual se está preparando y donde aprecien aún más la visualización de las áreas de oportunidad como es en el diseño y sus aplicaciones en manufactura.

Los dibujos isométricos (figura 34) son una herramienta indispensable que mejora la visualización, comunicación y precisión en el desarrollo de productos. Su capacidad para representar objetos tridimensionales de manera clara y precisa en un plano los convierte en un recurso valioso en cada una de las etapas del proceso de diseño y producción. Para lo cual la aptitud para dibujar vistas con correcciones clave con las características particulares de cada prototipo logrando el éxito en la creación de las representaciones graficas del uso de determinados materiales como lo son: el plástico, cerámica, metales, textiles y donde se pretende que sean funcionales, cosméticos, duraderos, eficientes, ergonómicos, a precios competitivos y atractivos para cualquier uso según las necesidades esenciales de los clientes.

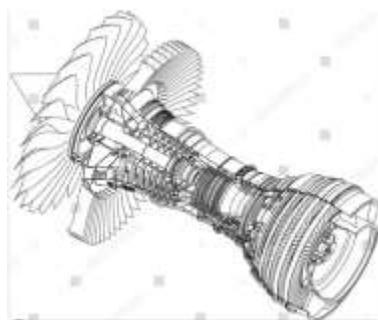


Figura 34. Representación del Isométrico del motor de reacción.

El concepto de Visualización nos representa el proceso de desarrollar una imagen mental del Isométrico que se encuentra en tres dimensiones según el prototipo base a las vistas y que se representa en un gráfico de dos dimensiones tal como se ven en el plano en dos dimensiones de la figura 35. Esto es esencial en el diseño industrial porque ayuda a visualizar cómo se verá el producto final desde diferentes ángulos sin distorsión. Cada eje (X, Y, Z) se dibuja con un ángulo de 120 grados entre sí, lo que permite una representación uniforme y entendible de las dimensiones.

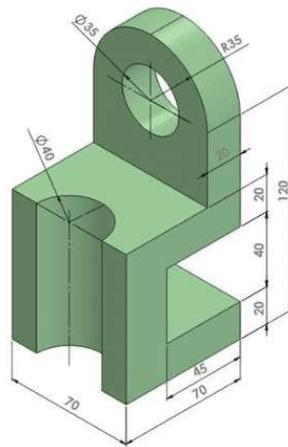


Figura 35. Isométrico del prototipo ensamble RND-23441

La aplicación de los dibujos isométricos es amplia y diversa en diferentes campos. Aquí se detallan algunas de las aplicaciones más comunes:

1. Educación

En el ámbito educativo, los dibujos isométricos se emplean para enseñar conceptos de geometría, diseño técnico y dibujo industrial. Ayudan a los estudiantes a entender la relación entre dimensiones y a desarrollar habilidades de visualización espacial.

2. Documentación Técnica

Los dibujos isométricos son fundamentales en la creación de documentación técnica, como manuales de usuario, guías de mantenimiento y especificaciones técnicas. Proporcionan representaciones claras y detalladas que ayudan a los usuarios y técnicos a comprender y trabajar con los productos.

3. Desarrollo de Productos

Durante el desarrollo de nuevos productos, los dibujos isométricos son utilizados para conceptualizar ideas, explorar diferentes configuraciones y presentar propuestas a los clientes. Facilitan la comprensión de los diseños y permiten una evaluación temprana de la viabilidad del producto.

4. Ingeniería

En ingeniería, los dibujos isométricos son esenciales para la creación de planos detallados de máquinas, estructuras y sistemas complejos. Ayudan a los ingenieros a diseñar y analizar componentes, y a identificar posibles problemas en las fases tempranas del diseño.

5. Diseño Industrial

En el diseño industrial, los dibujos isométricos se utilizan para representar productos y componentes de manera clara y precisa. Ayudan a visualizar cómo se verá el producto final, facilitando la comunicación entre diseñadores, ingenieros y fabricantes.

6. Manufactura

Los dibujos isométricos son cruciales en la manufactura para la creación de manuales de ensamblaje y guías de producción. Proporcionan instrucciones claras sobre cómo ensamblar y fabricar productos, reduciendo errores y mejorando la eficiencia del proceso.

7. Arquitectura

Los dibujos isométricos son usados en arquitectura para representar edificios y estructuras. Permiten una vista tridimensional detallada de los planos arquitectónicos, mostrando cómo se relacionan las diferentes partes de la construcción.

8. Industria del Juego y la Animación

En el desarrollo de videojuegos y animaciones, los gráficos isométricos son utilizados para crear entornos tridimensionales que pueden ser explorados por los jugadores o personajes. Esta técnica permite una representación detallada y atractiva sin requerir los recursos de procesamiento de un entorno 3D completo.

9. Marketing y Ventas

En marketing y ventas, los dibujos isométricos son utilizados para crear representaciones visuales atractivas de productos. Estas imágenes ayudan a los clientes a entender mejor las características y beneficios de los productos, mejorando las estrategias de venta y promoción.

3.3 Proyección ortogonal

Para ser más específicos solamente se tratará del tema de las vistas ortogonales (figura 33) que se aplican en la norma americana del diseño mecánico, así como también la normas que están en la actualidad.

Para su mejor comprensión del tema de las vistas ortogonales es importante que se haya normalizado y establecido normas de dibujo técnico para garantizar la claridad, precisión y uniformidad en la representación de diseños con aplicación en la manufactura de los productos. Esto facilita la comunicación efectiva entre el diseñador, ingenieros, fabricantes y personal que

está involucrado como son las ventas, reduciendo los riesgos de errores y mejorando la eficiencia en el desarrollo y producción de los productos. Por tal motivo hace tiempo fue necesario normalizar los sistemas de dibujo técnico de tal forma que aparece el sistema europeo y el sistema americano para el diseño mecánico (figura 34). Estas normas abarcan cosas como el sistema de numeración, tipo de líneas, cortes y secciones, acotaciones, notas, tamaño de papel, dimensiones geométricas y tolerancia, vistas, tipos de rayas, símbolos de soldadura, abreviaturas, símbolos de rugosidad, clasificación de dibujos. Como también abarcan los sistemas de medición en unidades métricas y en pulgadas, así como también los estándares para el dibujo asistido por computadora.

Resumiendo, es fundamental que los estudiantes de ingeniería y profesionales del diseño conozcan y apliquen estas normas, así como también consideren normas internacionales relevantes en su formación y aplicación, para asegurar la calidad y coherencia de diseños mecánicos.

Una vez delimitado el marco referencial se procede a cuestionar el aspecto de la incertidumbre como lograr éxito en la representación de una pieza, parte, prototipo, ensamble para poder transmitir la idea a todas y a cada una las personas que están involucradas de una u otra forma. La realidad es que la mayor parte para representar varias vistas de un prototipo o pieza que deben dibujarse son complicadas y requieren más de una vista para mostrar todas las características de la construcción del dibujo.

En la gran mayoría de los dibujos técnicos se requieren vistas múltiples para obtener una descripción completa del objeto. El dibujante debe representar las piezas tridimensionales (con anchura, altura y profundidad) en el plano del papel. Para comunicar sistemáticamente todas las vistas del objeto necesarias como: frontal, la vista lateral derecha-izquierda, y la vista superior-inferior y posterior, también se presentan casos que podrían ser 2 o 3 vistas, pero hay casos que

se requieren más de 6 y se deben de tomar en cuenta. Los detalles que se proyectan de una vista a otra, este tipo de dibujo se denomina proyección ortogonal (figura 36).

Una vez determinada y autorizada el o los planos mecánicos donde se muestra el dibujo mecánico de un producto no termina la responsabilidad del ingeniero de diseño por eso es muy delicado determinar cada uno de los aspectos claves de cada una de las especificaciones que deberán de estar presentes en cada una de las vistas necesarias ya que el siguiente paso se procesa a su elaboración de la idea en papel para lograr producir físicamente el producto y para que el siguiente departamento de ingeniería de manufactura logre su reproducción del prototipo que está representado en los planos mecánicos ya que si no se logra transmitir la idea clara sería un fracaso contundente donde se involucrarían errores que al final habría pérdidas y desperdicios considerables en la manufactura de dicho proyecto a elaborar. Por tal motivo se hace hincapié la importancia del papel que juega la normalización, las normas de dibujo técnico, como también los procesos de manufactura y la calidad que todo va de la mano para lograr el tan ansiado éxito y satisfacción del cliente.

En la proyección ortogonal (figura 37), el observador está mirando perpendicularmente las caras principales, de modo que en la mayor parte de los casos no se representa sino una faceta del objeto en cada vista. Generalmente se necesitan muchas vistas, usualmente formando ángulos rectos unas con otras, para describir completamente el objeto que se dibuja.

Este sistema de proyección se utiliza casi exclusivamente en la ingeniería mecánica y en los dibujos de productos, debido a que exige mucho menos tiempo de trabajo que otros métodos y permite dibujar cada faceta del objeto sin distorsión de la forma y a una escala exacta todas sus dimensiones.

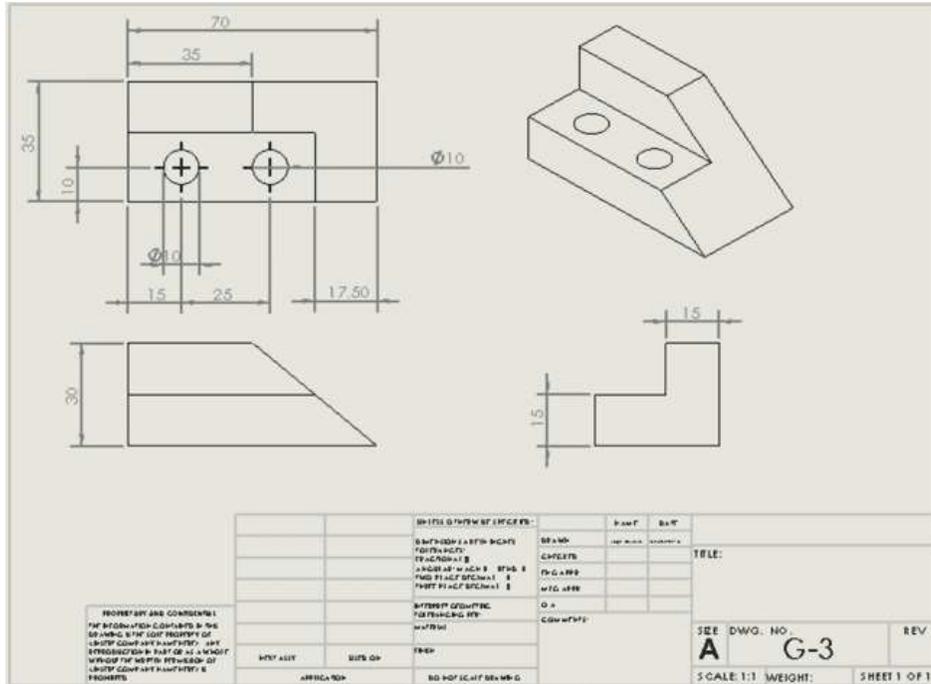


Figura 36. Vistas ortogonales de la pieza G3

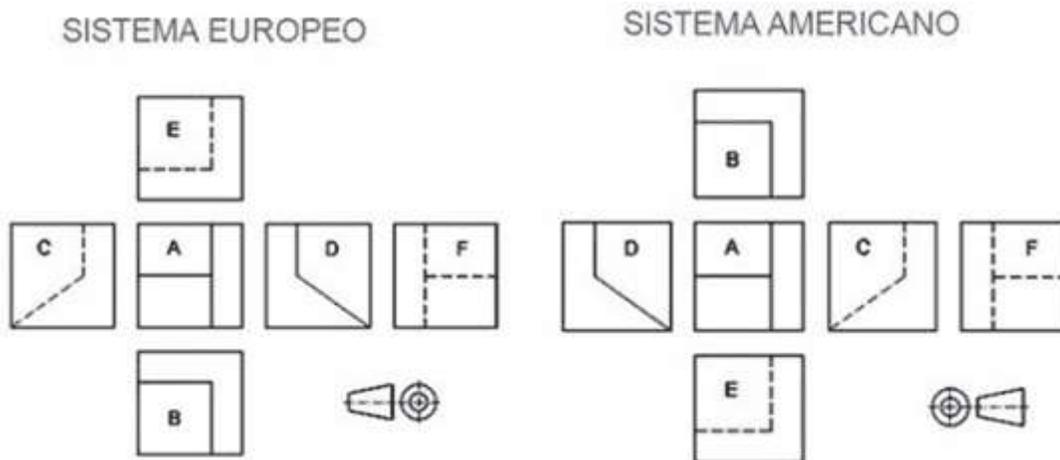


Figura 37. Presentación simbólica del sistema europeo y el sistema americano

3.4 Norma de dibujo para las vistas ortogonales del sistema americano

La proyección ortogonal que aplica la norma americana es representada por el símbolo (figura 38). Es la más usada en el continente americano dado la cercanía del mercado con México la hace ser más importante ya que las manufacturas un gran porcentaje serán destinadas al vecino país.

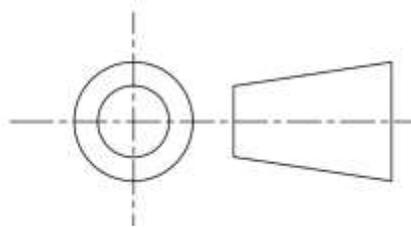


Figura 38. Símbolo que representa la proyección ortogonal de la norma del sistema americano.

El nombre de la norma comúnmente se le llama ISO-A, ASA, o del tercer cuadrante. La justificación del nombre es debido a la ubicación de la **vista frontal o alzado** se dibuja en el tercer cuadrante (figura 39), la vista superior o planta se dibuja en el segundo cuadrante (figura 39) y la vista lateral izquierda se encuentra en el cuarto cuadrante (figura 39) y en el primer cuadrante (figura 39) se encuentra el isométrico (forma sólida) tal como se representa en las figuras 39/40.

En la proyección ortogonal se representa entre el observador está mirando perpendicularmente las caras principales, de modo que en la mayor parte de los casos no se representa sino una faceta del objeto en cada vista. Generalmente se necesitan muchas vistas, usualmente formando ángulos rectos unas con otras, para describir completamente el objeto que se dibuja.

Este sistema de proyección se utiliza casi exclusivamente en la ingeniería mecánica y en los dibujos de productos, debido a que exige mucho menos tiempo de trabajo que otros métodos y permite dibujar cada faceta del objeto sin distorsión de la forma y a una escala exacta todas sus dimensiones.

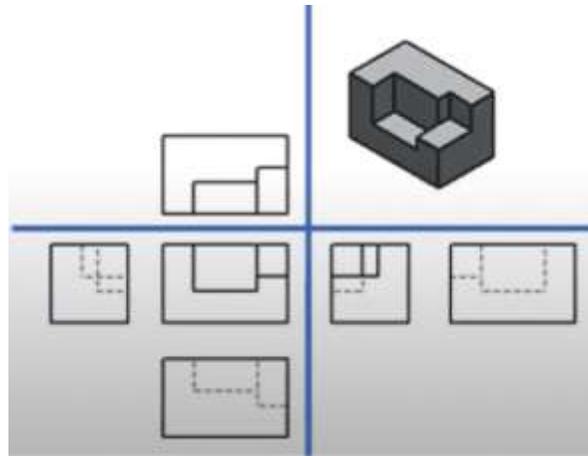


Figura 39. Vistas ortogonales de acuerdo con la norma del sistema americano ISO-A

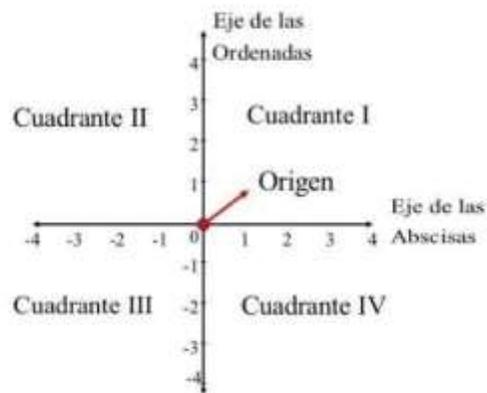


Figura 40. Coordenadas cartesianas (cuadrantes 1, 2, 3, 4)

Las normas que se utilizan actualmente para proyecciones ortogonales son las siguientes:

1. ASME Y14.3-2012

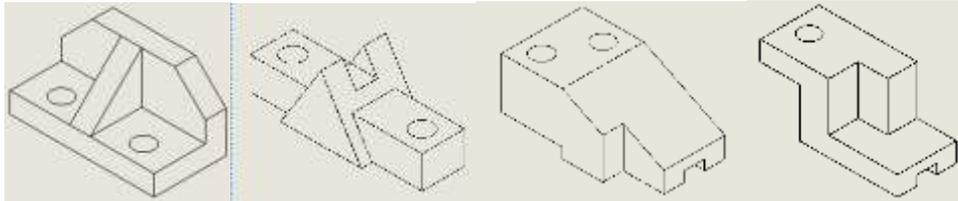
[Revision of ASME Y14.3-2003 (R2008)

and Consolidation of ASME Y14.4M-1989 (R2009)]

2. NOM-Z-3-1986

3. ISO-A, ASA, o del tercer cuadrante

3.5 Ejercicios de las vistas ortogonales a partir de Isométricos



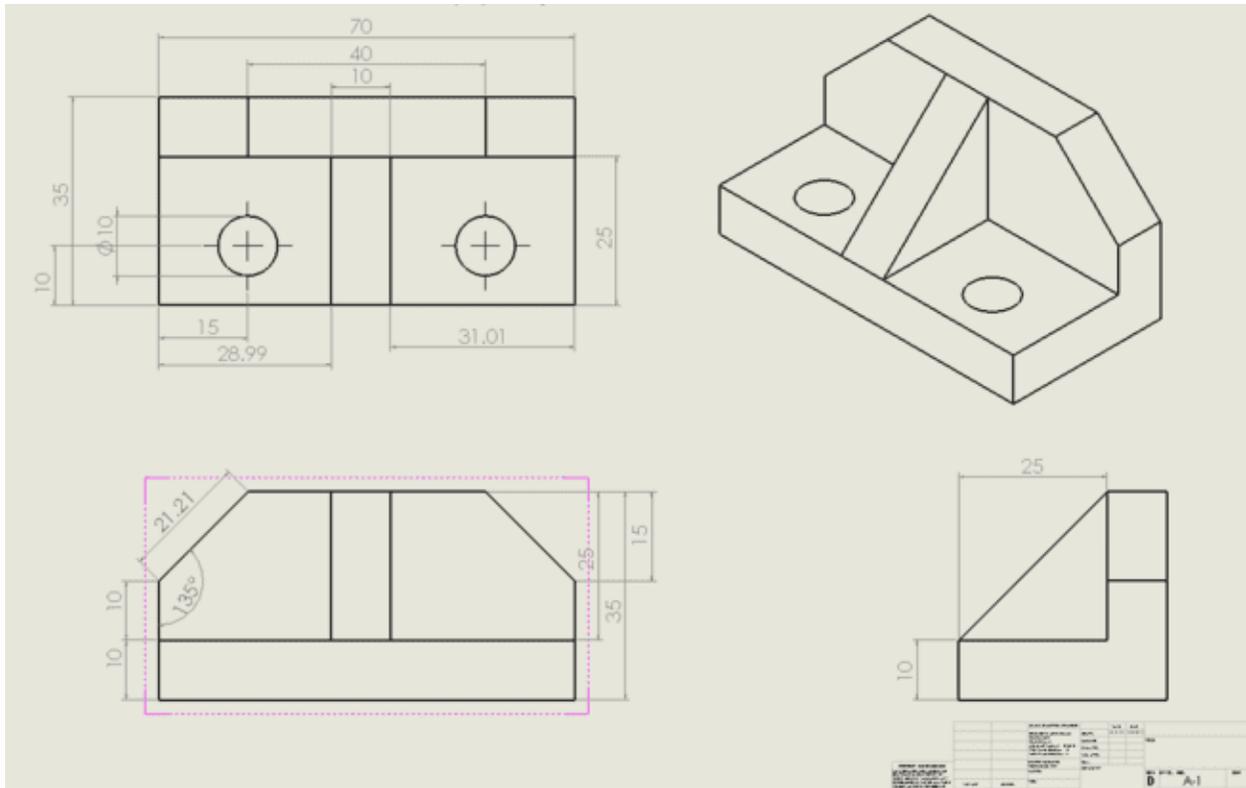
Figuras 41. Ejercicios de diferentes Isométricos (A-1), (T), (F-1) y (10 E)

Los ventajas del uso de programas del Diseño Asistido por Computadora (CAD), para el desarrollo de vistas ortogonales ofrece numerosas ventajas, tanto en términos de precisión como de eficiencia. A continuación, se enumeran algunas de las principales ventajas:

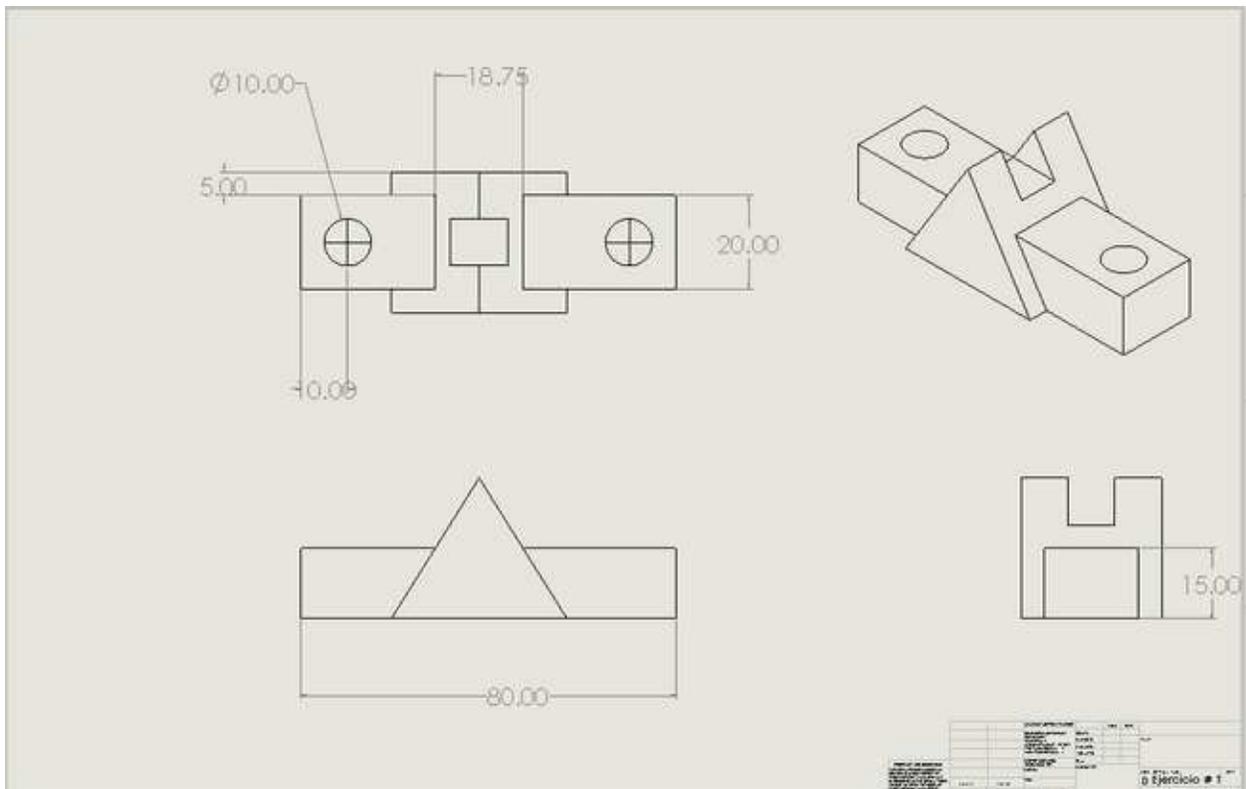
1. Los programas de CAD permiten crear modelos 3D con alta precisión, asegurando que las vistas ortogonales derivadas sean exactas y fieles al diseño original.
2. Las herramientas de acotación y medición en CAD son muy precisas, eliminando el riesgo de errores humanos comunes en el dibujo manual.
3. La generación de vistas ortogonales se puede automatizar, reduciendo significativamente el tiempo necesario en comparación con el dibujo manual.
4. Es fácil realizar modificaciones en el diseño y actualizar automáticamente todas las vistas ortogonales asociadas, sin necesidad de rehacer el trabajo desde cero.
5. Los programas de CAD permiten cambiar rápidamente entre diferentes vistas (frontal, lateral, superior, isométrica, etc.) y crear vistas seccionadas o detalles ampliados.
6. Se pueden personalizar las vistas con diversos estilos de líneas, sombreados y anotaciones según las necesidades específicas del proyecto.

7. Anotaciones y Símbolos: Los programas de CAD ofrecen una amplia gama de herramientas para añadir anotaciones, símbolos y notas técnicas, mejorando la claridad y la comprensión del diseño.
8. Facilitan el cumplimiento de normas y estándares de dibujo técnico, asegurando que los documentos sean profesionales y consistentes.
9. Los modelos CAD pueden ser revisados y validados fácilmente, identificando y corrigiendo errores antes de que se conviertan en problemas costosos durante la fabricación.
10. Algunos programas de CAD ofrecen herramientas de simulación y análisis para prever problemas potenciales y optimizar el diseño antes de la producción.
11. Los archivos CAD se pueden exportar a diversos formatos y se integran bien con otros sistemas de software utilizados en ingeniería, manufactura y gestión de proyectos.
12. Compatibilidad con CNC: Los diseños CAD pueden ser directamente utilizados para la programación de máquinas CNC, facilitando la fabricación automatizada.
13. Los diseños se almacenan digitalmente, lo que facilita la gestión, el acceso y la compartición de archivos.
14. Se puede mantener un historial de cambios y versiones, permitiendo rastrear modificaciones y revertir a versiones anteriores si es necesario.
15. Los programas de CAD permiten la colaboración-retroalimentación entre diferentes departamentos y revisión, facilitando la comunicación y la coordinación del trabajo. Estos beneficios no solo mejoran la calidad del diseño, sino que también optimizan los procesos de manufactura y la producción.

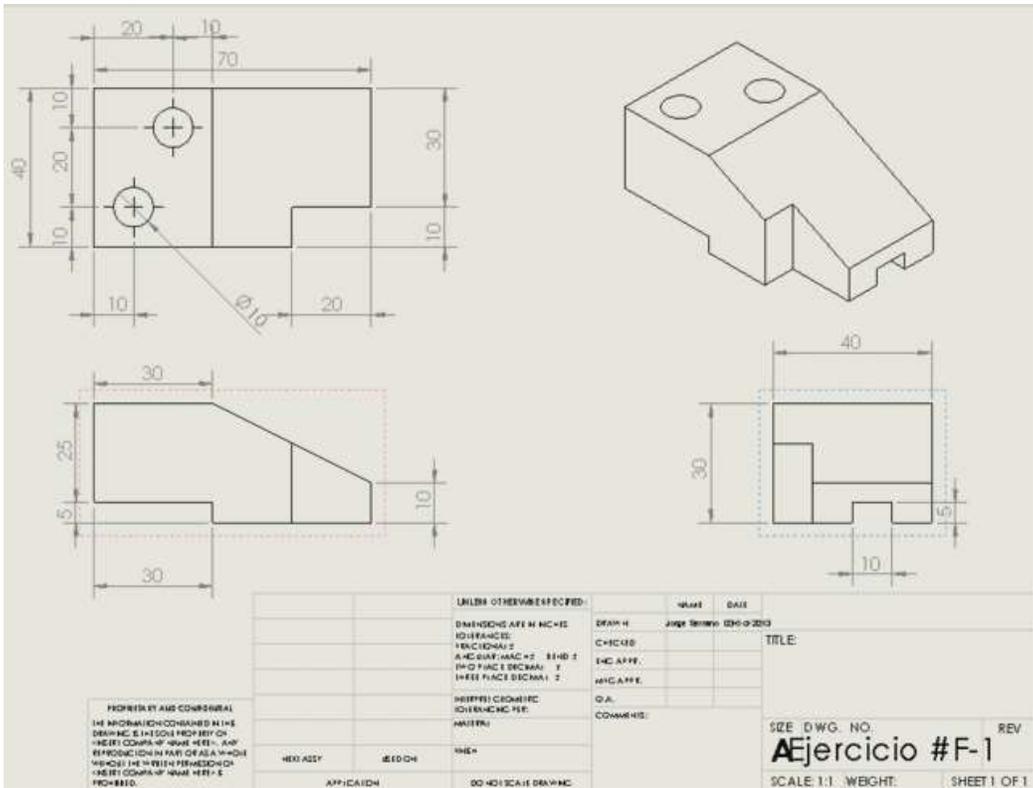
Desarrollo de las vistas ortogonales a partir de los Isométricos presentados (figura 41)



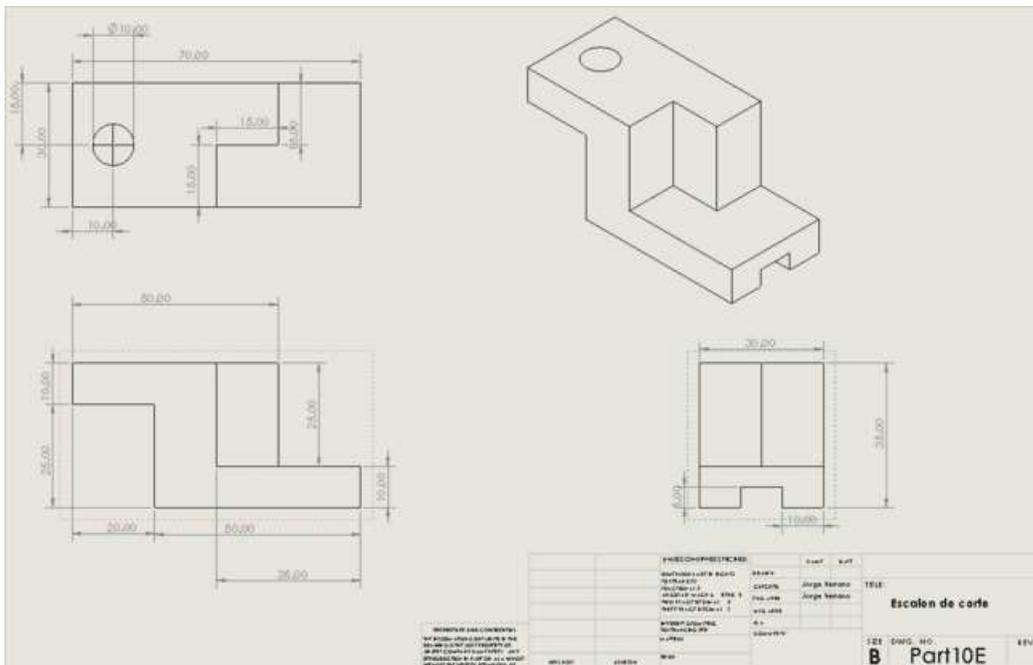
Ejercicio A-1



Ejercicio T



Ejercicio F-1



Ejercicio 10E

3.6 Conceptos de la norma ASME Y14.4M-(R2009) y la interpretación del plano

La norma ASME Y14.3-2003 / ASME Y14.4M (R2008 /R2009), titulada " dibujos de vista múltiple y vista seccional," establece las directrices para la creación y la interpretación del plano de vistas múltiples y vistas ortogonales, el uso de vistas seccionales para mostrar detalles internos, la aplicación de escalas adecuadas, y el uso de notaciones y símbolos estandarizados seccionales en dibujos técnicos. Esta norma es crucial para asegurar que los dibujos técnicos por su claridad, precisos y uniformes, facilitando la comunicación y la fabricación correcta de la pieza y ensamblaje de estas.

1. Vistas Múltiples

Las vistas múltiples son representaciones de un objeto desde diferentes perspectivas para proporcionar una descripción completa de su forma y dimensiones. Las principales vistas son:

Vista Frontal o alzado: La vista principal que muestra la mayor cantidad de detalles.

Vista Superior o planta: Vista desde arriba del objeto.

Vista Lateral: Puede ser la vista lateral derecha o izquierda, según el lado del objeto que se desee mostrar.

Estas vistas se organizan en relación a la vista frontal de manera estándar, proporcionando una representación completa y detallada del objeto en dos dimensiones.

2. Vistas Seccionales

Las vistas seccionales se utilizan para mostrar los detalles internos de un objeto que no son visibles en las vistas externas. Existen varios tipos de vistas seccionales:

Corte Total: El objeto se corta completamente a lo largo de un plano.

Corte Parcial: Solo una parte del objeto se corta para revelar detalles internos.

Corte Local: Solo una pequeña área se corta para mostrar una sección interna específica.

Corte por Zona: Un corte que se gira alrededor de un eje para mostrar una vista seccional en la misma posición que la vista original.

3. Líneas de Corte y Símbolos

Línea de Corte: Indica el plano a lo largo del cual se hace el corte. Se representa con una línea gruesa y larga con extremos en forma de flecha que indican la dirección de la vista.

Línea de Sección: Líneas finas y paralelas dentro de la vista seccional que indican las superficies cortadas. Pueden variar según el material del objeto.

4. Escalas y Proporciones

Los dibujos deben utilizar escalas adecuadas para representar el objeto de manera precisa y clara. La escala debe estar claramente indicada en el plano para asegurar que las dimensiones puedan interpretarse correctamente.

5. Notaciones y Etiquetas

Las vistas seccionales y múltiples deben estar claramente etiquetadas y notadas para indicar la relación entre las diferentes vistas y secciones. Esto incluye:

Etiquetas de Vista: Identificadores como "A-A" para secciones o "vista frontal" para vistas.

Anotaciones Dimensionales: Especificaciones precisas de las dimensiones de las características del objeto.

6. Proyecciones y Descripciones

La norma detalla el uso de diferentes tipos de proyecciones ortogonales y auxiliares para representar la geometría del objeto. La proyección ortogonal es la más común y utiliza un sistema de coordenadas tridimensional para representar las vistas bidimensionales.

7. Símbolos y Convenciones

La norma ASME Y14.3 también define símbolos y convenciones estándar que deben usarse en los dibujos técnicos para representar características específicas como:

Acabados Superficiales

Tratamientos Térmicos

Roscas y Taladros

Soldaduras

8. Vistas Auxiliares

Las vistas auxiliares se utilizan para representar superficies que no son paralelas a las vistas principales. Estas vistas ayudan a mostrar la verdadera forma y tamaño de características inclinadas o en ángulo.

9. Perspectivas y Vistas Isométricas

Aunque la norma se centra en las vistas ortogonales, también se permite el uso de vistas isométricas para proporcionar una representación tridimensional clara del objeto, complementando las vistas seccionales y múltiples.

3.7 Ejercicios de Interpretación del plano

Interpretación del plano

Es una habilidad crucial en el diseño y la ingeniería, ya que permite a los profesionales visualizar, entender y construir lo que se ha proyectado. Para interpretar se debe tomar en cuenta que lo que se diseña en el plano contenga y transmita la información técnica necesaria que se requiere

para su fabricación como lo son: : símbolos, aspectos críticos, base de datos, acotaciones, figuras, tolerancias dimensionales y geométricos para lograr extraer toda la información técnica necesaria que esté presente en cada uno de los planos ortogonales de los dibujos mecánicos y que mediante los conceptos de la simbología normalizada elimina ambigüedades y garantiza que la mayoría de las características están presentes en el diseño

Posteriormente viene la fase de fabricación donde cada información que se encuentra en el diseño de la parte que se encuentra en el plano debe ser de utilidad para su fabricación.

Otro aspecto para tomar en cuenta sería los procesos por los cuales pasara la parte y que en la gran mayoría son irreversibles por esto se debe tomar mucho en cuenta todos los aspectos para saber comunicar al que va a fabricar la parte, ya que si no está completa la información causara perdidas lamentables y si se encuentra la información y no saben interpretarla también habrá desperdicios por negligencia o desconocimiento.

Finalmente cuando la parte ya está corriendo en las líneas de producción es necesario evaluar la variación que se presentara durante su fabricación para esto se requiere inspeccionar las partes a determinados rangos de tiempo para asegurar que se encuentre dentro de las especificaciones que están contenidas en el plano para esto los técnicos e ingenieros deberán de llevar acabo la revisión y anotar los valores que se estén obteniendo e interpretarlos para la toma de decisión que pudiera ser de aceptación que continúe la corrida o de rechazo para detener la producción.

Resumiendo, para proceder a la manufactura de un producto o para partes de ensamblaje de una pieza es necesario la interpretación del plano conforme a las especificaciones que están presente en el plano los puedan interpretar correctamente para lograr la fabricación con precisión y calidad de cada uno de los productos. En la mayoría de las veces se encontraran que no todas las mediciones directas las van a encontrar por tal motivo se requiere de la habilidad del ingeniero

para obtenerlas y esto se logra mediante unas simples operaciones matemáticas de división, suma o de resta, se logran obtener al interpretar los símbolos y valores de las dimensiones que están presentes en cada una de las vistas del plano por lo cual es necesario que las personas que están involucradas en la manufactura de determinado producto conozcan e interpreten los datos y símbolos que están presentes en los planos del dibujo una vez presentado y aceptado.

A continuación, se detallan los objetivos clave que se pretenden alcanzar con la interpretación de planos mecánicos:

Importancia en la Manufactura

Exactitud en la Fabricación: Los planos proporcionan las especificaciones detalladas de un producto, incluyendo dimensiones, tolerancias, materiales y acabados. Una interpretación precisa asegura que cada componente se fabrique con la exactitud requerida, evitando errores que podrían afectar el funcionamiento del producto final.

Estandarización del Proceso

Los planos ayudan a estandarizar el proceso de fabricación. Todos los operarios y técnicos trabajan con la misma referencia, lo que garantiza la uniformidad en la producción y facilita la replicabilidad de los productos.

Optimización de Recursos

Una buena interpretación de los planos permite a los ingenieros y técnicos optimizar el uso de materiales y herramientas, reduciendo desperdicios y mejorando la eficiencia del proceso de manufactura.

Comunicación Eficaz

Los planos son una herramienta de comunicación universal entre los diferentes departamentos de una planta de producción, como diseño, ingeniería, producción y mantenimiento. Una interpretación clara asegura que todos los involucrados comprendan las especificaciones del producto y trabajen en armonía.

Prevención de Errores

Al interpretar correctamente los planos, se pueden identificar y corregir posibles errores antes de iniciar la producción. Esto minimiza el riesgo de producir piezas defectuosas, ahorrando tiempo y costos asociados a reprocesos o desechos.

Importancia en el Control de Calidad

Verificación de Especificaciones: En control de calidad, los planos sirven como referencia para verificar que los productos cumplan con las especificaciones técnicas y tolerancias establecidas. Esto es crucial para garantizar la funcionalidad y la seguridad del producto.

Inspección y Pruebas

Los planos detallan los puntos críticos que deben ser inspeccionados y las pruebas que deben realizarse. Esto incluye dimensiones críticas, propiedades de los materiales y ensamblajes específicos. Una interpretación correcta asegura que las inspecciones y pruebas se realicen adecuadamente.

Identificación de Defectos

Al comparar el producto final con el plano, los inspectores de calidad pueden identificar desviaciones y defectos. Esto permite tomar medidas correctivas inmediatas, garantizando que solo los productos que cumplen con los estándares de calidad lleguen al cliente.

Documentación y Trazabilidad

Los planos forman parte de la documentación técnica que se utiliza para la trazabilidad de la producción. Esto es esencial para mantener un registro de calidad, facilitar auditorías y cumplir con normativas y certificaciones.

Mejora Continua

La interpretación de planos permite realizar análisis detallados de los productos y procesos. Esto facilita la identificación de áreas de mejora y la implementación de acciones correctivas y preventivas para mejorar continuamente la calidad del producto.

A continuación, se presenta un ejercicio (figura 42) práctico de interpretación del plano en el cual se expone una situación que comúnmente sucede todos los días en las empresas manufactureras a resolver a través de los conocimientos previos adquiridos en las materias de metrología y normalización.

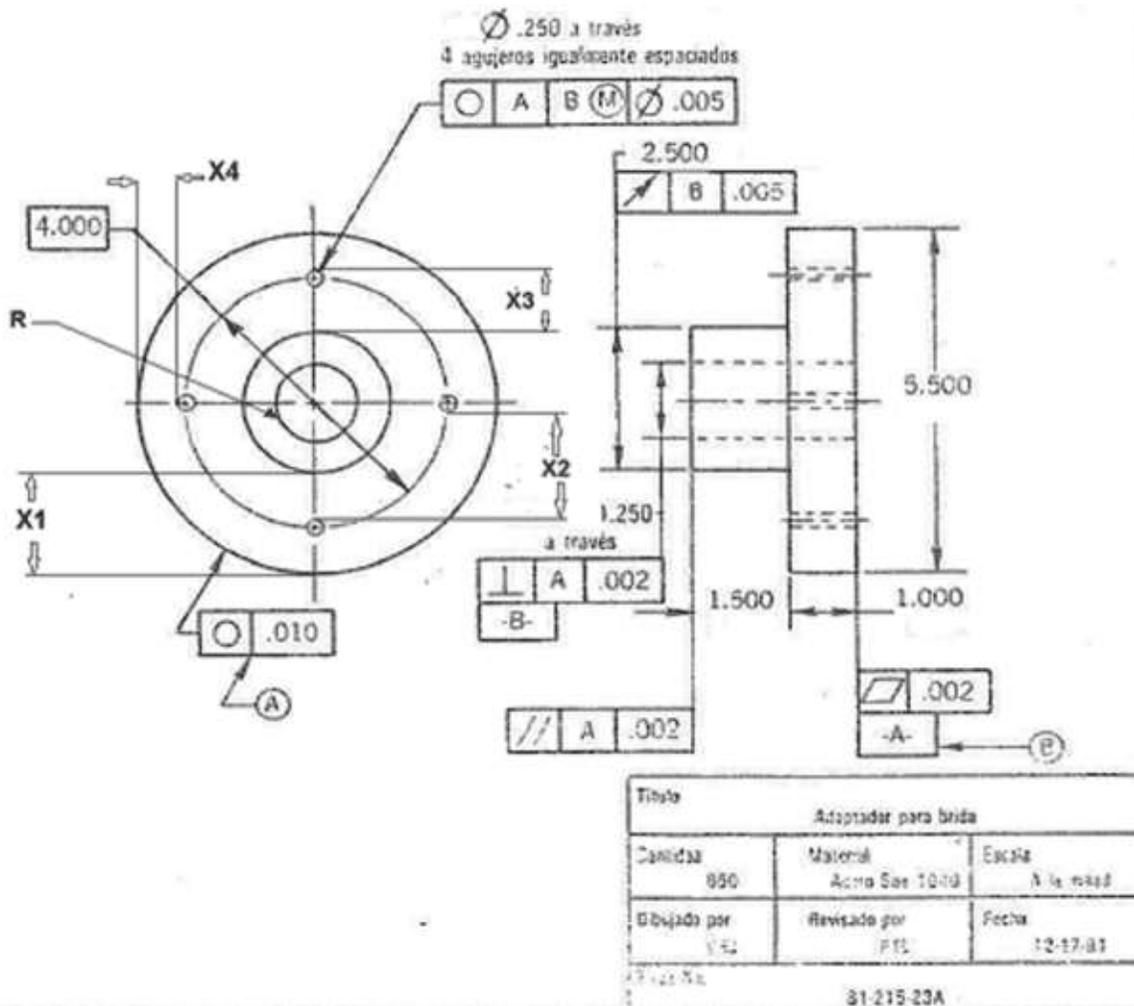


Figura 42. Vista de un disco mecánico automotriz

Para este caso en particular cuando ya están terminada la parte o pieza, el siguiente paso será revisar e inspeccionarla (interpretación del plano) comparar la información técnica contra la parte física de la pieza ya terminada, es necesario asegurar que la pieza que se fabricó cumpla la mayoría de las especificaciones del plano: sobre todo las dimensiones y la simbología en los planos para evitar errores o simplemente producir partes defectuosas. Para realizar la interpretación del plano hay que tomar en cuentas varios aspectos como a continuación se presentan:

- Suponiendo que la pieza no ensambla en los cuatro pernos qué situación crítica sería encontrar este tipo de problema y más si la parte recibió algún tratamiento térmico que resultado trágico sería darse cuenta de la gran cantidad de desperdicio y el impacto que tendría en los costos de manufactura.
- Para encontrar la raíz del problema es necesario realizar algunas operaciones matemáticas como son la división, suma o resta de dimensiones que están presente en el plano. Para este caso en particular se obtendrían los valores de algunas incógnitas que están presente para asegurar y comparar contra la parte físicamente. Y finalmente determinar si la parte esta aceptada o esta rechazada y evitar los errores de fabricación y desperdicios.
- Otra situación sería si dieran un radio de una circunferencia y se requiere verificar el diámetro el seguimiento sería sencillo, dos veces el radio me daría el diámetro.
- Por otra parte, la interpretación de determinados valores que se requieren del plano para revisar el avance de la fabricación es necesario interpretar las especificaciones que se encuentran en el plano en alguna vista ortogonal y evitar confusiones por no saber interpretar la simbología normalizada. En la mayoría de los casos no se van a encontrar la mayoría de los datos en una sola vista por tal motivo se requieren de tener habilidades para interpretar en el plano donde están siendo representado las dimensiones requeridas.
- La interpretación de cada uno de los símbolos es crítico en los planos para poder comunicar cada uno de los conceptos de los que hace mención.

3.8 Variación de los procesos

La variación en los procesos de manufactura se refiere a las diferencias que ocurren en los resultados del proceso de manufactura cuando se producen productos bajo condiciones similares. Estas variaciones afectan la calidad y consistencia de los productos, en el caso de ser

productos para ensamble suelen ser causa de desperdicios en diversos aspectos finales desde que las diversas partes no ensamblen, el costo por su manufactura, el tiempo que se empleó para su fabricación, el costo de la mano de obra que se utilizó, el costo de la maquinaria, el costo de los materiales, el costo de la energía y otros tantos más que están presentes y la raíz de los problemas pueden surgir de diversas fuentes. Comprender y controlar estas variaciones es fundamental para asegurar la calidad y la eficiencia en la producción. La variación en los procesos de manufactura es un fenómeno natural, pero debe ser controlada y gestionada para asegurar la calidad y eficiencia de la producción. Comprender las fuentes y tipos de variación, junto con la implementación de métodos adecuados para su control, es esencial para cualquier operación de manufactura que aspire a la excelencia operativa y la satisfacción del cliente. Se debe tomar en cuenta siempre existirá la variación por tal motivo hay que estar midiendo constantemente y a su vez se debe estar ajustando para evitar salir del rango de aceptación.

Aspectos clave de la variación en los procesos de manufactura:

- Es la variación inherente al proceso debido a factores naturales y estables dentro del sistema. Estos factores pueden incluir pequeñas diferencias en las propiedades de los materiales, ligeras variaciones en la temperatura, humedad y tolerancias en las máquinas.

Ejemplo: Diferencias mínimas en la dimensión de piezas fabricadas por una misma máquina bajo condiciones normales.

- Es la variación causada por factores inusuales o anormales que pueden identificarse y corregirse. Estos factores incluyen errores humanos, fallos de equipos, defectos en los materiales y cambios en los métodos de trabajo.
- Desgaste y mantenimiento inadecuado pueden causar variaciones.
- Inconsistencias en las propiedades de los materiales usados, como diferencias en la composición o calidad.

- Diferencias en la habilidad y experiencia de los operadores.
- Errores humanos o incumplimiento de los procedimientos estándar.
- Variaciones en los métodos de trabajo o en las instrucciones de operación.
- Cambios en los procedimientos de manufactura.
- Factores ambientales como temperatura, humedad y vibraciones.
- Condiciones del lugar de trabajo que afectan la estabilidad del proceso.

La Importancia de Controlar la Variación de los procesos

- La variación excesiva puede llevar a productos defectuosos o fuera de especificaciones.
- Mantener la variación dentro de límites controlados asegura la consistencia y calidad del producto.
- Controlar la variación reduce desperdicios y retrabajos, mejorando la eficiencia y reduciendo costos.
- Procesos estables permiten una mejor planificación y utilización de recursos.
- Productos consistentes y de alta calidad aumentan la satisfacción y fidelidad del cliente.
- Mantener la variación dentro de límites aceptables asegura el cumplimiento de normativas y estándares industriales.
- Evita sanciones y garantiza la conformidad con requisitos legales y contractuales.

Métodos para Controlar la Variación en el proceso

1. Control Estadístico de Procesos (SPC):

Uso de herramientas estadísticas para monitorear y controlar la variación en los procesos de manufactura.

Implementación de gráficos de control para detectar y corregir variaciones fuera de los límites establecidos.

2. Mantenimiento Preventivo y Predictivo:

Programas de mantenimiento regular para asegurar que las máquinas y equipos funcionen correctamente.

Uso de tecnología predictiva para anticipar y prevenir fallos.

3. Capacitación y Estándares de Trabajo:

Capacitación continua de los operadores y personal de producción para minimizar errores humanos.

Implementación y seguimiento de procedimientos estándar de operación. Mediante Kaisen.

4. Enfoque en la mejora continua de los procesos para reducir la variación y aumentar la eficiencia.

Uso de metodologías como Six Sigma para identificar y eliminar causas de variación.

3.9 Incertidumbre de la medición

La incertidumbre de la medición se refiere a la duda que existe sobre el resultado de una medición. Esta incertidumbre puede surgir debido a varios factores, como las limitaciones del instrumento de medición, las condiciones ambientales, el método de medición y la habilidad del operario.

De acuerdo con Adolfo Escamilla Esquivel 2009, la diferencia entre el valor de la medición y el valor verdadero del parámetro que se está midiendo (mensurando) se conoce como error (de

medición). El total de este valor de este error es la suma de la contribución de diversas fuentes de error. El parámetro asociado al resultado de una medición, que caracteriza la dispersión de los valores que podría atribuirse razonablemente al mesurando, se le conoce como incertidumbre de medición.

Fuentes de Incertidumbre

Instrumental: Limitaciones inherentes al dispositivo de medición (resolución, precisión, calibración).

Metrológica: Inexactitudes en el procedimiento de medición, incluidas las condiciones ambientales.

Operador: Errores humanos, como la interpretación incorrecta de las lecturas.

Condiciones ambientales: Variaciones de temperatura, humedad, presión, etc., que pueden afectar la medición.

3.10 Determinación de la Incertidumbre de la Medición

La incertidumbre es crucial para la interpretación de los resultados de medición y para la toma de decisiones basadas en estos resultados. Proporciona un contexto que ayuda a entender la fiabilidad y la calidad de la medición. En muchas áreas, como la investigación científica, la producción industrial y la metrología, la evaluación y la declaración de la incertidumbre de medición son esenciales para asegurar la calidad y la comparabilidad de los resultados. En el lenguaje estadístico, el término “Incertidumbre” se asocia con una medición que refiere a la variación esperada del valor que se deriva de un promedio de varias lecturas, de la medida real del conjunto de datos o lecturas en otras palabras se considera como la **desviación estándar** de la media del conjunto de datos.

La fórmula matemática (figura 43), como representar la Incertidumbre es la siguiente:


$$u = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \mu)^2}{n \cdot (n - 1)}}$$

Figura 43. Formula de la Incertidumbre

Donde la representación de cada símbolo es la siguiente:

X_i = lectura obtenida

μ = promedio del conjunto de lecturas

n = tamaño de la muestra

$(X_i - \mu)$ = representa la diferencia de una lectura menos el promedio)

Σ = sumatoria

U = Incertidumbre

El 68% (1 δ) = un nivel de confianza representa = $\mu \pm 1^* u$

El 95% (2 δ) = dos niveles de confianza representan = $\mu \pm 2^* u$

El 99% (3 δ) = tres niveles de confianza representan = $\mu \pm 3^* u$

Como se determinar la incertidumbre y el rango de confianza de una medición

Para determinar la incertidumbre (tabla 4) de un caso específico, vamos tomar un caso práctico donde se midió la longitud de una barra y se obtuvieron las siguientes mediciones en milímetros:

100.1 mm, 100.3 mm, 100.2 mm, 100.4 mm, 100.2 mm

Primero se obtiene el tamaño de muestra que nos representa con la letra $n = 5$, enseguida llevamos a cabo la sumatoria de cada una de las lecturas ($\sum X_i$) dando como resultado = 501.2 luego se procede a obtener el promedio (μ) dando como resultado = 100.24 mm para luego proceder a obtener la incertidumbre utilizando la formula (figura 43).

Lecturas de cada muestra	$(X_i - \mu)$	$(X_i - \mu)^2$
100.1	-0.14	0.0196
100.3	0.06	0.0036
100.2	-0.04	0.0016
100.4	0.16	0.0256
100.2	-0.04	0.0016

Tabla 4. Determinación de la incertidumbre.

Donde la sumatoria de la diferencias de cada una de las muestras se obtiene ($\sum((X_i - \mu)^2) = 0.052$ se procede a realizar la siguiente operación ($\sum((X_i - \mu)^2) / (n) (n-1)$) y se obtiene = 0.0026 para luego finalmente sacar la raíz cuadrada de esta cantidad $\sqrt{0.0026} =$ el valor de la **Incertidumbre (u) = 0.05099**

Por lo tanto, la longitud medida de la barra seria 100.24 ± 0.102 mm con un nivel de confianza del 95%.

La correcta evaluación y declaración de la incertidumbre de la medición garantiza que los resultados sean interpretados de manera precisa y fiable, facilitando la comparabilidad y la consistencia.

Para su comprensión se realizará otro ejercicio y determinará la incertidumbre de la medición. El ejercicio consta de una carrera de 100 metros planos que se lleva a cabo en una escuela. Durante el proceso se cronometraron con 5 lecturas (tabla 5), con diferentes cronómetros en cada evento, de las cuales se obtuvieron los siguientes datos:

Muestra	Lectura (s)
1	15.33
2	15.21
3	15.31
4	15.25
5	15.35

Tabla 5 Ejercicio #2

¿Lo que se requiere es calcular la incertidumbre de la medición con un nivel de confianza del 68%?

Para resolver este ejercicio (tabla 5), primero se determinara el total de la sumatoria de los 5 datos de la segunda columna $\Sigma = (15.33+15.21+15.31+15.25+15.35) = 76.45$ y en seguida se debe determinar el promedio $= 76.45 / 5 = 15.29$, siguiente paso se procede a realizar la diferencia de cada lectura (tercera columna) por ejemplo para el primer dato $(X_i - \mu) = (15.33 - 15.29) = 0.04$ en seguida se determinaran cada caso de la tercera columna una vez logrado obtener los 5 celdas de la tercera columna y finalmente se procederá a elevar al cuadrado cada celda de la columna cuatro una vez logrado se procede a realizar la sumatoria total de cada celda de la columna cuatro.

# Datos	Lectura (s)	$(X_i - \mu)$	$(X_i - \mu)^2$
---------	-------------	---------------	-----------------

1	15.33	0.04	0.0016
2	15.21	-0.08	0.0064
3	15.31	0.02	0.0004
4	15.25	-0.04	0.0016
5	15.35	0.06	0.0036
Sumatoria (Σ)	76.45		$\Sigma=$ 0.01360
Promedio (μ)	15.29		

Tabla 5. Cálculo del ejercicio 2

Sumatoria (Σ) 76.45 $\Sigma=$ 0.01360

Promedio (μ) 15.29

El tamaño de muestra (n) se determina por la cantidad de datos para este caso son 5 elementos.

Siguiente paso será obtener la incertidumbre de la medición a través de la formula (figura 43).

El valor de la incertidumbre de la medición para este ejercicio es:

$u = \sqrt{[\Sigma (X_i - \mu)^2 / (n*(n-1))]} = \sqrt{(0.0136) / 20} = 0.03$, para finalizar el ejercicio se requiere determina determinar el nivel de confianza para determinar el rango y los límites de aceptación. Para este último paso se lleva a cabo lo siguiente, se debe tomar en cuenta cuanto representa el 68 % de confianza y esto se determina usando la curva normal como lo muestra en la figura (Figura 43) curva normal.

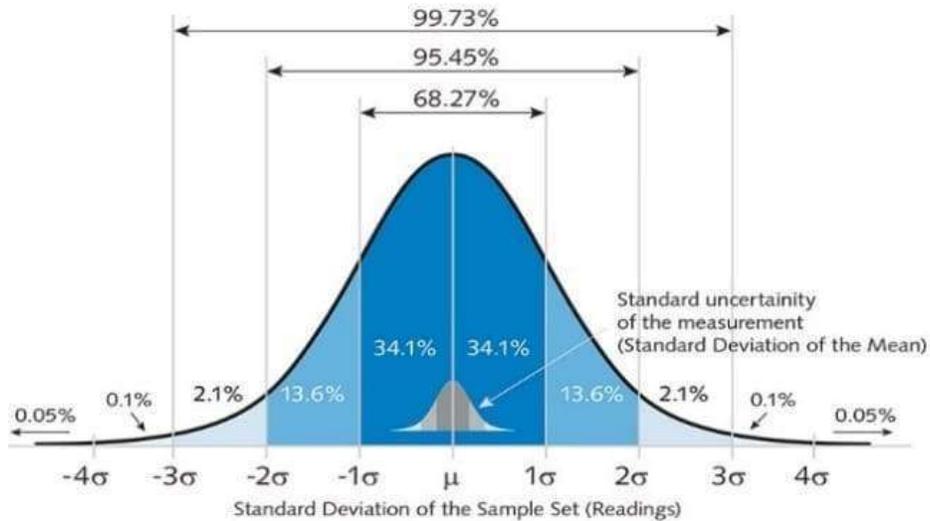


Figura 44. Curva Normal

Figura (44) curva normal donde se representa el % de cada sigma es de 1 sigma. Si fuera el caso de un intervalo de 95% el valor que se usara es de 2 y si se requiere de 99% será de 3.

Para finalizar en el gráfico de la figura (), está determinado el valor que le corresponde del intervalo del 68% esto nos representa una sigma. Usando este valor se procede a la siguiente operación:

Con el nivel de confianza del orden de 68% corresponde a 1 sigma se logra los intervalos de la siguiente forma = $\mu \pm 1 \text{ Sigma} \cdot u = \mu \pm 1 \cdot u = 15.29 \pm (1) (0.03) =$

La respuesta del intervalo es del orden de 15.26 segundos a 15.32 segundos con un valor de incertidumbre del orden de 0.03

3.11 Validación

La validación de productos nuevos en una línea de producción es un proceso crucial para garantizar que los nuevos productos cumplen con los requisitos de la norma ISO 9001:2015 para

el control de la calidad, especificaciones y pruebas en proceso antes de su lanzamiento al mercado. Este documento sirve como guía para las evaluaciones de productos durante su ciclo de diseño y desarrollo proceso implica una serie de pasos detallados para asegurar que los productos son consistentes, seguros y efectivos. A continuación, se describe un enfoque sistemático para la validación de productos nuevos en la línea de producción:

1. Planificación de la Validación

Definición de Objetivos: Establecer los objetivos específicos de la validación del nuevo producto. Una vez completado el plan por fases, se debe tener los resultados disponibles y debe elaborarse un informe, destacando cualquier problema o inquietud que requiera resolución antes de pasar a la siguiente fase

Alcance de la Validación: Determinar qué aspectos del producto y del proceso de producción se validarán.

Plan Maestro de Validación (PMV): Documentar el enfoque general, los recursos necesarios y el cronograma de la validación. El documento aprobar deberá ser revisado y aprobado por la gerencia de ingeniería de calidad de diseño para verificar su integridad y precisión.

2. Desarrollo del Protocolo de Validación

Protocolo de Validación del Producto: Crear un protocolo detallado que incluya procedimientos, criterios de aceptación y métodos de prueba.

Análisis de Riesgos: Identificar y evaluar riesgos potenciales asociados con la producción del nuevo producto utilizando (herramienta FMEA).

3. Calificación del Equipo y del Proceso

Calificación de Instalación (IQ): Verificar que el equipo y las instalaciones necesarias para la producción del nuevo producto estén instalados correctamente y cumplen con las especificaciones.

Calificación de Operación (OQ): Confirmar que el equipo funciona correctamente en las condiciones operativas establecidas.

Calificación de Desempeño (PQ): Asegurar que el equipo y el proceso producen consistentemente productos que cumplen con las especificaciones bajo condiciones de operación normales.

4. Pruebas y Evaluación del Producto

Lote Piloto: Producir lotes piloto del nuevo producto para realizar pruebas iniciales y ajustar parámetros de producción.

Ensayos de Producto: Realizar pruebas exhaustivas en el producto para evaluar su conformidad con las especificaciones técnicas y de calidad.

Pruebas Físicas y Químicas: Evaluar las propiedades físicas y químicas del producto.

Pruebas de Funcionamiento: Asegurar que el producto funciona según lo esperado en condiciones de uso real.

Pruebas de Estabilidad: Evaluar la estabilidad del producto bajo diferentes condiciones ambientales.

5. Análisis de Datos y Documentación

Análisis Estadístico: Utilizar herramientas estadísticas para analizar los datos obtenidos de las pruebas y evaluar la variabilidad del proceso.

Informe de Validación: Documentar todos los resultados de las pruebas, análisis de datos y conclusiones en un informe detallado.

6. Control de Cambios

Gestión de Cambios: Implementar un sistema para gestionar y documentar cualquier cambio en el proceso de producción o en el diseño del producto.

Revalidación: Revalidar el producto si se introducen cambios significativos que puedan afectar su calidad o desempeño.

7. Liberación del Producto

Revisión Final: Realizar una revisión final de todos los documentos de validación y los resultados de las pruebas.

Aprobación: Obtener la aprobación de las partes interesadas (equipo de calidad, regulatorio, producción, etc.) para la producción y comercialización del nuevo producto.

Lanzamiento del Producto: Iniciar la producción a gran escala del nuevo producto y su introducción en el mercado.

Herramientas Utilizadas en la Validación

Software de Gestión de Calidad (QMS): Para gestionar y documentar el proceso de validación.

Instrumentos de Medición y Calibración: Para asegurar la precisión de los equipos de producción.

Herramientas de Análisis Estadístico: Software como Minitab, JMP, o Excel para analizar datos de prueba.

Técnicas de Muestreo: Para determinar el tamaño y la frecuencia del muestreo durante las pruebas.

Equipos de Prueba y Ensayo: Cámaras de clima, equipos de ensayo mecánico, sistemas de ensayo automatizado, fiabilidad mecánica y verificación del ciclo de vida etc.

Este enfoque integral garantiza que los nuevos productos se integren en la línea de producción de manera controlada, cumpliendo con todos los requisitos de calidad y normativos antes de su lanzamiento.

3.12 Estudios de R & R y sus métodos de interpretación

El objetivo de los estudios de repetibilidad y reproducibilidad (R&R) en la industria de manufactura es la de evaluar la precisión, consistencia del sistema de medición, asegurar la calidad y consistencia de los productos.

Estos estudios forman parte del Análisis del Sistema de Medición (MSA, por sus siglas en inglés) y tienen los siguientes objetivos principales:

Evaluar la precisión del sistema de medición (R & R):

Repetibilidad: Mide la variabilidad del sistema de medición cuando el mismo operador usa el mismo equipo para medir la misma característica en un producto idéntico en condiciones similares.

Reproducibilidad: Mide la variabilidad del sistema de medición cuando diferentes operadores usan el mismo equipo para medir la misma característica en un producto idéntico en condiciones similares.

Identificar fuentes de variabilidad:

Los estudios R&R ayudan a identificar si la variabilidad proviene del equipo de medición, de los operadores, del procedimiento de medición, o de una combinación de estos factores.

Mejorar la calidad del sistema de medición:

Basándose en los resultados de los estudios R&R, las organizaciones pueden identificar oportunidades para mejorar el sistema de medición, ya sea mediante la calibración del equipo, la capacitación de los operadores o la mejora de los procedimientos de medición.

Asegurar la consistencia del proceso de manufactura:

Un sistema de medición confiable es esencial para garantizar que los productos cumplen consistentemente con las especificaciones y estándares de calidad establecidos.

Cumplimiento de normas y estándares:

Los estudios R&R son frecuentemente requeridos para cumplir con normas de calidad como ISO 9001:2015, IATF 16949, y otros estándares específicos de la industria.

Tomar decisiones informadas:

Los datos precisos y confiables obtenidos de un sistema de medición adecuado permiten tomar decisiones más acertadas respecto a la gestión de procesos, control de calidad y mejora continua.

Proceso de un estudio R&R

1. Se eligen piezas representativas del proceso de producción.
2. Se eligen varios operadores que realizarán las mediciones.
3. Cada operador mide cada pieza varias veces.
4. Se analizan los datos para determinar la repetibilidad y reproducibilidad del sistema de medición.

Resultados e interpretación

Índice de R&R: Generalmente, se expresa como un porcentaje de la variabilidad total. Un índice R&R bajo indica que el sistema de medición es preciso y confiable.

<10%: Aceptable, el sistema de medición es adecuado.

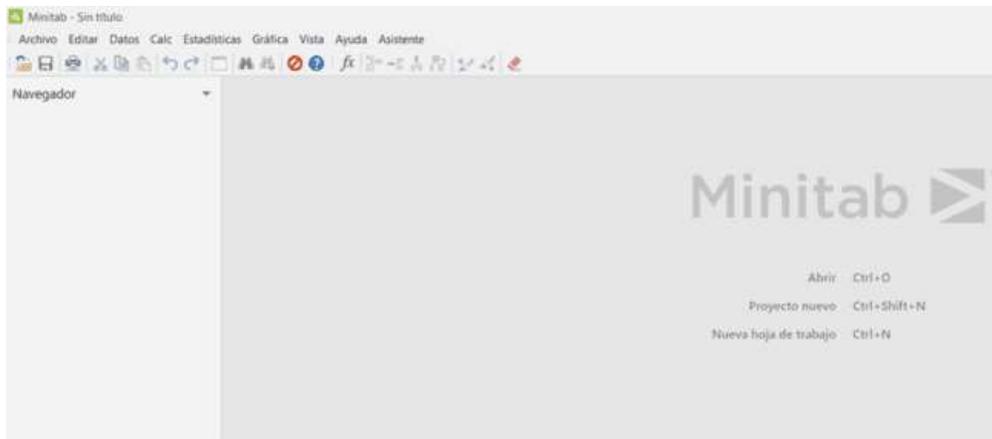
10-30%: Condicionalmente aceptable, puede ser necesario revisar el sistema de medición.

>30%: Inaceptable, se requieren mejoras significativas en el sistema de medición.

Finalmente, los estudios de repetibilidad y reproducibilidad son esenciales en la manufactura para asegurar que el sistema de medición utilizado es preciso, consistente y capaz de detectar variaciones en el proceso de producción, lo que contribuye a la mejora continua y a la calidad del producto final.

3.13 Ejercicios de los estudios de R &R por el método de Anova o de varianza.

- ✓ Ejercicio 1, pasos para realizar estudio R&R en Minitab 2019



Paso 1. Entrar a Minitab



Paso 2. Entrar a Menú Estadística -> Herramientas de Calidad -> Estudio del sistema de medición
-> Crear hoja de trabajo de estudio R&R del sistema de medición.

Crear hoja de trabajo de estudio R&R del sistema de medición

Número de partes: Número de operadores: Opciones...

Parte	Nombre de parte
1	1
2	2
3	3
4	4
5	5
6	6
7	7
8	8
9	9
10	10

Operador	Nombre de operador
1	1
2	2
3	3

Número de réplicas:

Ayuda Aceptar Cancelar

Paso 3. Colocar la cantidad de operadores, numero de muestras y replicas.

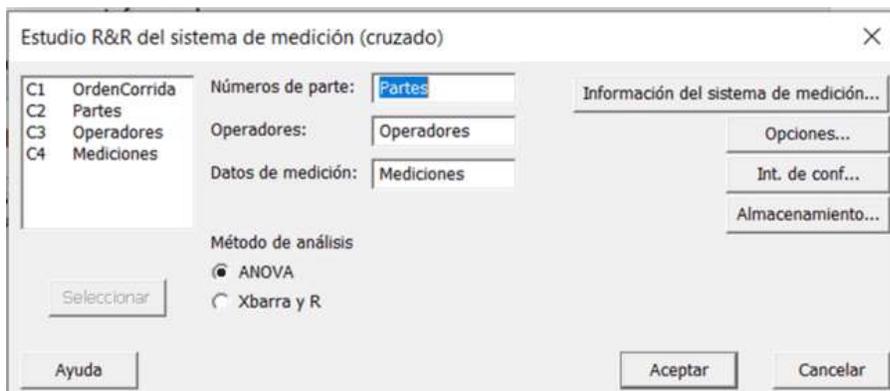
	C1	C2-T	C3-T	C4	C5	C6	C7
	OrdenCorrida	Partes	Operadores	Mediciones			
1		1 7	1	-2.5			
2		2 2	1	0.0			
3		3 5	1	-0.5			
4		4 8	1	9.5			
5		5 6	1	-1.5			
6		6 4	1	1.5			
7		7 10	1	0.0			
8		8 1	1	-3.5			
9		9 3	1	-1.5			
10		10 9	1	3.5			
11		11 5	2	-1.0			
12		12 3	2	-1.5			
13		13 4	2	1.5			
14		14 9	1	4.0			

Mojo de trabajo 1

Paso 4. Una vez ingresado los datos en la ventana anterior, se deberá agregar en la hoja de trabajo la columna Mediciones donde se ingresarán los datos del ejercicio, con forme al orden de los datos establecidos del programa.



Paso 5. Una vez capturado los datos del ejercicio se deberá ingresar al Menú Estadística -> Herramientas de Calidad -> Estudio del sistema de medición -> Estudio R&R del sistema de medición (cruzado).



Paso 6. Se seleccionará los siguientes datos en la ventana: Números de parte= Partes, Operadores = Operadores, Datos de medición = Mediciones. Presionar Botón -> Opciones

Estudio R&R del sistema de medición (cruzado): opciones de ANO... X

Variación de estudio: (número de desviaciones estándar)

Tolerancia del proceso

Ingresar por lo menos un límite de especificación

Espec. inferior:

Espec. superior:

Espec. superior - Espec. inferior

Desviación estándar histórica:

Utilice la desviación estándar histórica para estimar la variación del proceso. ▾

Alfa para retirar términos de interacción: 0.05

Mostrar probabilidades de clasificación errada

No mostrar contribución porcentual

No mostrar variación porcentual del estudio

Dibujar gráficas en gráficas separadas, una gráfica por página

Título:

Paso 7. Colocar el nivel de desviaciones estándar -> Variación de estudio. Si se tienen los límites inferior y superior colocarlos en los campos: presionar botón Aceptar.

Minitab - Indicador de lecturas.mpx

Archivo Editar Datos Calc Estadísticas Gráfica Vista Ayuda Asistente

Navegador

- Hoja de trabajo de estudio R&R d...
- Estudio R&R del sistema de medi...
- Estudio R&R del sistema de medi...
- Estudio R&R del sistema de medi...

Estudio R&R del sistema de... x

HOJA DE TRABAJO 1

Estudio R&R del sistema de medición - método ANOVA

Reproducibilidad	0.00000	0.00
Operadores	0.00000	0.00
Parte a parte	6.18585	63.32
Variación total	9.73820	100.00

Evaluación del sistema de medición

Fuente	Desv.Est. (DE)	Var. estudio (6 x DE)	%Var. estudio (%VE)
Gage R&R total	1.88477	11.3086	60.40
Repetibilidad	1.88477	11.3086	60.40
Reproducibilidad	0.00000	0.0000	0.00
Operadores	0.00000	0.0000	0.00
Parte a parte	2.48714	14.9228	79.70
Variación total	3.12061	18.7237	100.00

Número de categorías distintas = 1

Informe de R&R del sistema de medición (ANOVA) para Medicio

Nombre del sistema de medición: _____ Notificado por: _____
 Fecha del estudio: _____ Tolerancia: _____
 Misc: _____

	C1	C2-T	C3-T	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C
	OrdenCorrida	Partes	Operadores	Mediciones									
85	85 7	3		0.0									
86	86 5	3		0.0									
87	87 6	3		0.0									

Hoja de trabajo 1

Paso 8. Se verán los resultados del Estudio.

Minitab - Indicador de lecturas.mpx

Archivo Editar Datos Calc Estadísticas Gráfica Vista Ayuda Asistente

Navegador

- Hoja de trabajo de estudio R&R d...
- Estudio R&R del sistema de medi...
- Estudio R&R del sistema de medi...
- Estudio R&R del sistema de medi...

Estudio R&R del sistema

HOJA DE TRABAJO 1

Estudio R&R del

Reproducibilidad
Operadores
Parte a parte
Variación total

Evaluación del sistema de medición

Asistente

- Análisis del sistema de medición (MSA)...
- Análisis de capacidad...
- Análisis gráfico...
- Pruebas de hipótesis...
- Regresión...
- DOE
- Análisis de capacidad Antes/Después...
- Gráficas de control de Antes/Después...
- Gráficas de control...

Análisis de sistemas de medición
 Utilice esta opción para configurar un estudio, imprimir formularios de recolección de datos y evaluar la variación en un sistema de medición.

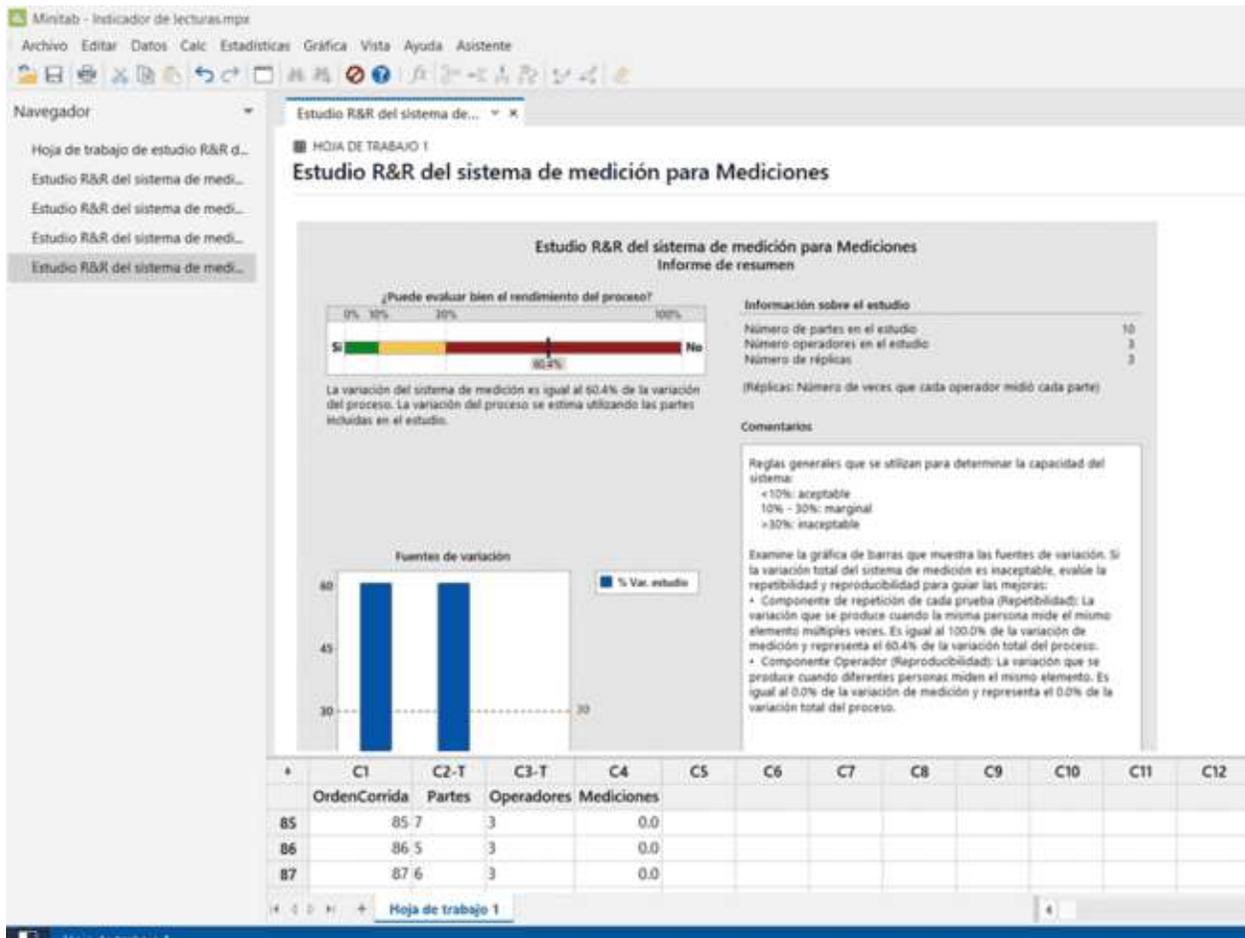
Paso 9. Para ver el resumen del estudio ir a Menú -> Asistente -> Análisis del sistema de medición (MSA).



Paso 10. Seleccionar el tipo de Análisis a revisar. Para este caso seleccionar -> Estudio R&R del sistema de medición (cruzado).

Paso 11. Se seleccionará los siguientes datos en la ventana: Números de parte= Partes, Operadores = Operadores, Datos de medición = Mediciones. Si se tienen los límites.

inferior y superior colocarlos en los campos: presionar botón Aceptar



Paso 12. Revisar el resumen del análisis del ejercicio.

- ✓ Ejercicio 2, mediante el uso de la herramienta Minitap y el método Anova.(insertar los datos al Azar al programa del Minitap).

Hoja de trabajo de estudio R&R del sistema de medición

Método

Partes: 10 Operadores: 3
 Réplicas: 3 Total de corridas: 90

#	C1	C2-T	C3-T	C4	C5	C6	C7
	OrdenCorrida	Partes	Operadores	Mediciones			
1	1 7	1		0.590			
2	2 1	1		0.290			
3	3 9	1		2.260			
4	4 8	1		-0.310			
5	5 4	1		0.470			
6	6 6	1		0.020			
7	7 5	1		-0.800			
8	8 2	1		-0.561			
9	9 10	1		-1.361			
10	10 3	1		1.340			
11	11 9	2		1.800			
12	12 4	2		0.010			
13	13 2	2		-0.470			
14	14 8	2		-0.630			
15	15 6	2		-0.200			
16	16 3	2		1.190			
17	17 5	2		-0.560			
18	18 1	2		0.080			
19	19 7	2		0.470			
20	20 10	2		-1.680			
21	21 8	3		-0.460			

#	C1	C2-T	C3-T	C4
	OrdenCorrida	Partes	Operadores	Mediciones
22	22 7	3		0.020
23	23 4	3		0.140
24	24 2	3		-1.380
25	25 5	3		-1.460
26	26 6	3		-0.290
27	27 10	3		-1.490
28	28 3	3		0.880
29	29 1	3		0.040
30	30 9	3		1.770
31	31 6	1		-0.110
32	32 1	1		0.410
33	33 4	1		0.500
34	34 2	1		-0.680
35	35 5	1		-0.920
36	36 9	1		1.990
37	37 7	1		0.750
38	38 8	1		-0.200
39	39 10	1		-1.250
40	40 3	1		1.170
41	41 7	2		0.550
42	42 9	2		2.120

#	C1	C2-T	C3-T	C4
	OrdenCorrida	Partes	Operadores	Mediciones
43	43 6	2		0.220
44	44 3	2		0.940
45	45 4	2		1.030
46	46 1	2		0.250
47	47 2	2		-1.220
48	48 10	2		-1.620
49	49 8	2		0.080
50	50 5	2		-1.200
51	51 8	3		-0.560
52	52 3	3		1.090
53	53 7	3		0.010
54	54 10	3		-1.770
55	55 5	3		-1.070
56	56 4	3		0.200
57	57 1	3		-0.110
58	58 2	3		-1.130
59	59 6	3		-0.670
60	60 9	3		1.450
61	61 5	1		-0.840
62	62 1	1		0.640
63	63 6	1		-0.210

#	C1	C2-T	C3-T	C4
	OrdenCorrida	Partes	Operadores	Mediciones
64	64 8	1		-0.170
65	65 7	1		0.660
66	66 3	1		1.270
67	67 4	1		0.640
68	68 9	1		2.010
69	69 2	1		-0.580
70	70 10	1		-1.310
71	71 6	2		0.060
72	72 10	2		-1.500
73	73 2	2		-0.680
74	74 3	2		1.340
75	75 9	2		2.190
76	76 8	2		-0.340
77	77 4	2		0.200
78	78 7	2		0.830
79	79 5	2		-1.280
80	80 1	2		0.070
81	81 2	3		-0.960
82	82 8	3		-0.490
83	83 1	3		-0.150
84	84 7	3		0.210

#	C1	C2-T	C3-T	C4
	OrdenCorrida	Partes	Operadores	Mediciones
85	85 10	3		-2.160
86	86 9	3		1.870
87	87 3	3		0.670
88	88 5	3		-1.450
89	89 4	3		0.110
90	90 6	3		-0.490
91				
92				
93				
94				
95				

Estudio R&R del sistema de medición - método ANOVA

Tabla ANOVA de dos factores con interacción

Fuente	GL	SC	MC	F	P
C2	9	88.3668	9.81853	492.678	0.000
C3	2	3.1665	1.58325	79.445	0.000
C2 * C3	18	0.3587	0.01993	0.433	0.974
Repetibilidad	60	2.7589	0.04598		
Total	89	94.6510			

α para eliminar el término de interacción = 0.05

Tabla ANOVA dos factores sin interacción

Fuente	GL	SC	MC	F	P
C2	9	88.3668	9.81853	245.647	0.000
C3	2	3.1665	1.58325	39.611	0.000
Repetibilidad	78	3.1177	0.03997		
Total	89	94.6510			

R&R del sistema de medición

Componentes de la varianza

Fuente	CompVar	%Contribución (de CompVar)
Gage R&R total	0.09141	7.76
Repetibilidad	0.03997	3.39
Reproducibilidad	0.05144	4.37
C3	0.05144	4.37
Parte a parte	1.08651	92.24
Variación total	1.17792	100.00

Evaluación del sistema de medición

Fuente	Desv.Est. (DE)	Var. estudio (6 × DE)	%Var. estudio (%VE)
Gage R&R total	0.30235	1.81407	27.86
Repetibilidad	0.19993	1.19955	18.42
Reproducibilidad	0.22681	1.36086	20.90
C3	0.22681	1.36086	20.90
Parte a parte	1.04236	6.25414	96.04
Variación total	1.08532	6.51192	100.00

Número de categorías distintas = 4

Estudio R&R del sistema de medición para C4

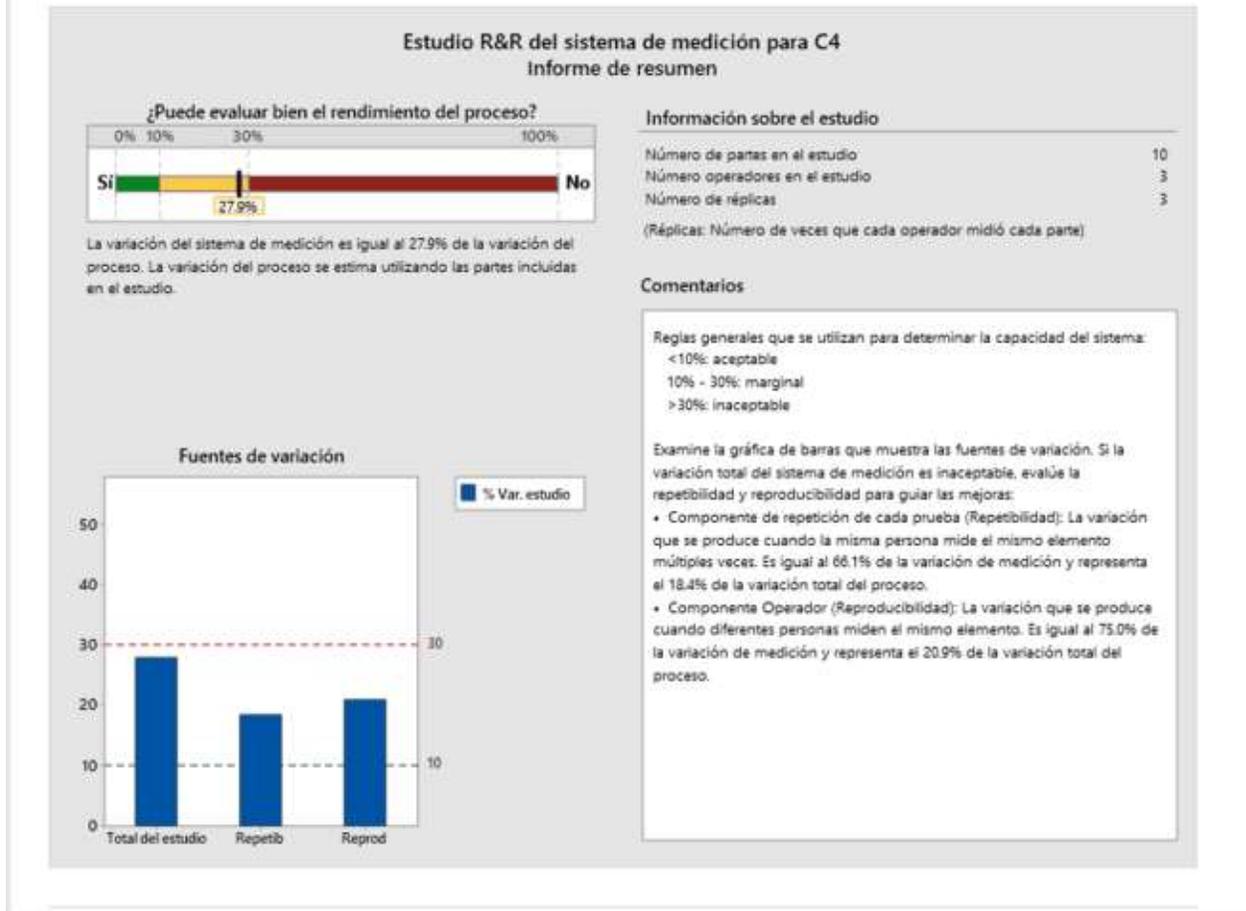


Tabla 6. Tabla de resultados por parte del minitap.

Capítulo 4

4.1 Introducción.

Diseño asistido por computadora (CAD), ofrece herramientas avanzadas, donde hace uso de software para diseñar en múltiples industrias con mayor precisión, modificar, analizar y optimizar los productos con calidad. Permite crear modelos digitales en dos dimensiones y tres dimensiones, lo que facilita la visualización, simulación y documentación de los diseños antes de llevar a cabo la producción.

Se utiliza en una variedad de campos como la ingeniería, arquitectura, diseño gráfico y manufactura. Con la evolución de la tecnología, el CAD sigue mejorando la precisión, eficiencia y creatividad en el diseño, haciendo posible la creación de productos innovadores de manera más rápida y económica.

Historia y evolución del uso del CAD

Década de 1960-1970: Los primeros sistemas CAD eran muy básicos y se limitaban principalmente a funciones de dibujo en 2D. Fueron utilizados principalmente por grandes empresas de ingeniería y manufactura.

Década de 1980-1990: Se introdujeron sistemas CAD en 3D, mejorando la capacidad de modelado. Los avances en la computación permitieron la simulación y análisis de productos antes de la fabricación. El software se hizo más accesible para medianas y pequeñas empresas.

Siglo XXI: La integración de CAD con otras tecnologías como el CAM (Manufactura Asistida por Computadora), CAE (Ingeniería Asistida por Computadora), y la impresión 3D, ha permitido un flujo de trabajo más integrado y eficiente. El CAD se ha vuelto esencial en la digitalización y automatización de procesos de diseño y producción.

4.2 Importancia del uso de CAD en la industria manufacturera.

El Diseño Asistido por Computadora (CAD) es una herramienta fundamental en diversos campos de la ingeniería, arquitectura, manufactura, diseño gráfico, y más. Su impacto va más allá de la simple creación de modelos; influye en la eficiencia, calidad, costos, y colaboración en los procesos de diseño y producción. A continuación, se detalla la importancia del CAD en diferentes aspectos clave.

1. Mejora en la Precisión y Detalle del Diseño del modelado en dos dimensiones y tres dimensiones, permite la creación de diseños detallados con alta precisión, reduciendo errores que son comunes en los métodos de dibujo manual, facilita la elaboración de detalles intrincados en productos y componentes, garantizando que todos los aspectos del diseño sean considerados.

Permite la realización de simulaciones y análisis de validación precisos, como pruebas de esfuerzo, análisis de fluidos y simulación de movimiento, asegurando que el diseño funcione como se espera.

Detecta de inmediato errores potenciales que pueden identificarse y corregirse en la etapa de diseño, evitando costosos errores en la producción.

2. Incremento de la Eficiencia y Reducción de Tiempos

Facilita cambios y ajustes rápidos en el diseño, mejorando la capacidad de respuesta a las necesidades del mercado o los requisitos del cliente. Reduce la necesidad de prototipos físicos mediante pruebas y validaciones virtuales, acelerando el ciclo de desarrollo.

Produce automáticamente planos, listas de materiales, y especificaciones técnicas, ahorrando tiempo en la creación de documentación. Se conecta con sistemas de Manufactura Asistida por

Computadora (CAM) para la generación automatizada de rutas de herramientas y programas de maquinaria.

3. Reducción de Costos y Optimización de Recursos

Llevar a cabo la precisión en el diseño reduce la probabilidad de errores durante la manufactura, disminuyendo el desperdicio de materiales y la necesidad de reprocesos. Permite optimizar el uso de materiales y mejorar el rendimiento del producto, evitando sobrecostos en la producción. La capacidad de realizar pruebas y validaciones en un entorno virtual reduce la necesidad de prototipos físicos, lo que ahorra tiempo y recursos.

Optimización del diseño para manufactura, asegura que los diseños sean fáciles y económicos de fabricar, reduciendo los costes asociados a la complejidad del proceso de producción.

4. Mejora en la Calidad del Producto

Permite simular el comportamiento del producto bajo diferentes condiciones, asegurando que cumpla con los estándares de calidad y rendimiento, Ayuda a perfeccionar el diseño para mejorar la funcionalidad, durabilidad y estética del producto final. Garantizando que el producto cumpla con las especificaciones y requisitos técnicos antes de la producción.

Con respecto a la calidad proporciona una base detallada para asegurar que cada aspecto del diseño se evalúe de acuerdo con los criterios establecidos.

5. Facilita la Colaboración y Gestión de Proyectos

La Colaboración interdisciplinaria les permite a diferentes departamentos, como diseño, ingeniería y manufactura, trabajar juntos en un mismo proyecto, mejorando la comunicación y coordinación. Facilitando la revisión y aprobación de diseños en tiempo real, permitiendo una toma de decisiones más rápida y efectiva.

Con respecto a la Gestión de Cambios, controla las diferentes versiones del diseño y mantiene un historial de cambios, evitando confusiones y asegurando que todos trabajen con la versión más reciente.

A su vez comparte la información, de los modelos y documentos pueden ser fácilmente compartidos y distribuidos entre los equipos de trabajo, mejorando la eficiencia del proyecto.

6. Habilita la Innovación y la Creatividad

Permite a los diseñadores explorar nuevas ideas y conceptos sin las limitaciones de los métodos de diseño tradicionales, facilita la creación rápida de prototipos digitales para probar nuevas ideas y conceptos antes de la producción siendo compatible con tecnologías emergentes como la impresión 3D, permitiendo la producción rápida de prototipos y piezas finales con diseños complejos y facilita la experimentación con nuevos materiales y procesos de manufactura, promoviendo la innovación.

7. Adaptabilidad a Diferentes Industrias

Utilizado en Arquitectura para el diseño y documentación de edificios y estructuras.

En ingeniería mecánica es muy empleado en el diseño de componentes y sistemas mecánicos.

En la industria automotriz y aeroespacial, es crucial para el diseño de vehículos y aeronaves, con herramientas especializadas para cada sector.

Con respecto a las áreas de electrónica y electromecánica, facilita el diseño de circuitos impresos y dispositivos electrónicos.

El CAD es una herramienta indispensable en el diseño y la manufactura moderna debido a su capacidad para mejorar la precisión, eficiencia, y calidad del proceso de diseño. Su impacto se extiende a la reducción de costos, mejora en la colaboración, fomento de la innovación, y adaptabilidad a diversas industrias. La implementación efectiva del CAD no solo facilita el diseño

y la producción, sino que también impulsa la competitividad y capacidad de respuesta en un mercado en constante evolución.

4.3 Especialización del CAD dependiendo del giro de industria.

La especialización del Diseño Asistido por Computadora (CAD), en diferentes industrias permite adaptar las herramientas y funcionalidades a los requisitos específicos de cada sector. Desde la simulación aerodinámica en la industria aeroespacial hasta el diseño de patrones en la moda, estas especializaciones mejoran la precisión, eficiencia, y creatividad en el diseño y la manufactura. Esta personalización no solo optimiza los procesos, sino que también permite la creación de productos innovadores y de alta calidad en cada campo. A continuación, se exploran cómo las aplicaciones de CAD varían según el giro de la industria.

1. Industria Automotriz

Manufactura de herramientas para diseñar superficies avanzadas en exteriores de vehículos con alta precisión y estética.

Simulación de impactos y seguridad que le permite pruebas de colisión virtuales para evaluar la seguridad del diseño.

Integra herramientas para crear y analizar piezas mecánicas y sistemas electrónicos, como motores y circuitos.

Facilita la gestión y visualización de ensamblajes complejos como transmisiones y sistemas de suspensión.

Tipo de Software y uso:

CATIA: Utilizado para el diseño de carrocerías y componentes complejos.

Siemens NX: Ofrece soluciones avanzadas para el diseño y simulación en la automoción.

Autodesk Alias: Especializado en el diseño y modelado de superficies.

2. Industria Aeroespacial

Herramientas para optimizar la forma aerodinámica de aeronaves y componentes para mejorar el flujo de aire.

Simulación de estrés y fatiga en la evaluación de la resistencia estructural bajo diversas condiciones operativas.

Gestión de sistemas complejos, facilitando el diseño y ensamblaje de sistemas complejos como motores de avión y sistemas de control de vuelo.

Desarrolla herramientas para asegurar que el diseño cumpliendo con estrictas normas de calidad

Software que se utiliza:

ANSYS: Utilizado para simulaciones de estrés, aerodinámica y análisis estructural.

SolidWorks: Para el diseño detallado de componentes y ensamblajes.

CATIA: Preferido para el diseño de estructuras complejas y componentes aeroespaciales.

3. Arquitectura y Construcción

Modelado de Información de Construcción (BIM): Integración de datos para el diseño, construcción y operación de edificios.

Diseño arquitectónico implementa herramientas para crear planos, secciones y elevaciones, así como modelos 3D de edificios.

Lleva a cabo la simulación de Iluminación y energía, a través del análisis del rendimiento energético y la iluminación natural del diseño.

Gestión de proyectos de construcción mediante la coordinación y la gestión de la construcción.

Software Típico:

Autodesk Revit: Utilizado para modelado BIM y diseño arquitectónico.

AutoCAD Architecture: Especializado en la creación de planos arquitectónicos.

SketchUp: Herramienta fácil de usar para modelado 3D en diseño conceptual.

4. Ingeniería Mecánica

Lleva a cabo el manejo de Herramientas para el diseño de piezas y ensamblajes utilizando parámetros de modelaje que permiten cambios rápidos.

Simulación de Movimiento permitiéndole evaluar cómo las piezas móviles interactúan y funcionan juntas.

Análisis de Elementos Finitos (FEA): Herramientas para simular y analizar estrés, vibraciones y dinámica estructural.

Optimización de mejora en el rendimiento de los componentes mediante iteraciones de diseño.

Software Típico:

SolidWorks: Popular para modelado paramétrico y simulación en ingeniería mecánica.

PTC Creo: Ofrece avanzadas herramientas de modelado y simulación.

Siemens NX: Utilizado para diseño y análisis en aplicaciones de ingeniería avanzada.

5. Electrónica y Electromecánica

Diseña herramientas para la creación de circuitos impresos, incluyendo enrutado y colocación de componentes. Simulación térmica: Evaluación del comportamiento térmico de dispositivos electrónicos.

Facilita el diseño de componentes que combinan partes electrónicas y mecánicas, como sensores y actuadores.

Generación de diagramas eléctricos, crea los diagramas de cableado y esquemas eléctricos.

Tipo de software:

Altium Designer: Para diseño de PCB y sistemas electrónicos.

Autodesk Eagle: Herramienta popular para diseño de circuitos impresos.

SolidWorks Electrical: Integrado para diseño de sistemas eléctricos y esquemáticos.

6. Industria de la Moda y Textil

Emplea de herramientas para la creación y modificación de patrones de costura.

Simulación de Tela, le permite simular cómo se comportarán los tejidos en el diseño final.

Diseño 3D de Ropa: Modelado y visualización de ropa en 3D para pruebas de ajuste y diseño.

Automatización del corte para la Integración con maquinaria para corte automatizado de tejidos.

Software que se utiliza:

CLO 3D: Herramienta avanzada para diseño y simulación de ropa en 3D.

Optitex: Utilizado para el diseño de patrones y simulación de textiles.

Browzwear: Especializado en simulación de prendas de vestir y diseño digital.

7. Industria de la Joyería

Emplea herramientas para crear formas orgánicas y detalladas propias de la joyería.

Simulación de Materiales Preciosos, que le permite ver cómo se verán diferentes materiales en el diseño.

Generación de Prototipos para la Integración con impresoras 3D para crear prototipos precisos de joyas.

Para la Texturización usa herramientas para aplicar detalles finos y texturas a las piezas.

Software que se emplea:

RhinoGold: Especializado en el diseño de joyas con herramientas avanzadas de modelado.

MatrixGold: Integración avanzada para diseño y fabricación de joyas.

TinkerCAD: Herramienta sencilla para modelado y diseño básico de joyas.

4.4 Uso del CAD para diseño de producto.

El Diseño Asistido por Computadora (CAD) es una herramienta esencial en el diseño de productos, ofreciendo una amplia gama de funcionalidades que abarcan desde la conceptualización hasta la producción. A continuación, se describe cómo el CAD se aplica en cada etapa del diseño de producto, sus ventajas, y ejemplos de su uso en diferentes industrias.

1. Conceptualización y Diseño Inicial (modelado 2D y 3D)

Permite a los diseñadores crear bocetos rápidos y modelos conceptuales en 2D y 3D, facilitando la visualización de ideas iniciales, facilita la creación de prototipos virtuales para explorar diferentes formas, estilos, y funcionalidades sin necesidad de materiales físicos.

Los diseños pueden ser modificados rápidamente para probar nuevas ideas y enfoques, acelerando el proceso de innovación, ayuda a evaluar diferentes conceptos y seleccionar los más prometedores para desarrollo posterior. Llevando a cabo la visualización mediante las herramientas de renderizado permiten ver cómo se verá el producto final en diversas condiciones de luz y entorno. Como también realiza una simulación para ayudar como se verá el producto en movimiento o cómo interactuará con el usuario.

Facilita la aplicación y visualización de diferentes materiales y acabados en el diseño, ayudando a elegir los más adecuados para el producto final como la texturización, Permitiendo añadir detalles como patrones, texturas, y colores que mejoran el atractivo visual del producto.

2. Diseño Detallado y Optimización

Se facilita el uso de parámetros que pueden ajustarse para modificar el diseño sin necesidad de rediseñar desde cero, definiendo relaciones geométricas que se mantienen al cambiar dimensiones, garantizando la coherencia del diseño.

Permite la creación y evaluación de múltiples variantes de diseño para optimizar el producto final, asegura que el diseño sea práctico y factible para la manufactura y el ensamblaje. En la creación de Ensamblaje se facilita la creación de ensamblajes de múltiples componentes, asegurando que todas las piezas encajen y funcionen juntas.

Para la simulación de Movimiento: Permite simular el movimiento de partes móviles para verificar el funcionamiento y detectar posibles interferencias.

Por otra parte, ayuda a definir y verificar tolerancias y ajustes, asegurando la precisión en la fabricación y ensamblaje del producto, facilitando la evaluación de cómo interactúan los componentes en el ensamblaje, optimizando la funcionalidad y eficiencia.

3. Simulación y Análisis

Con respecto a la simulación de estrés, permite analizar cómo el producto responderá a cargas y fuerzas, identificando áreas de posible fallo, mediante la simulación de la resistencia del producto a la fatiga y desgaste, mejorando su durabilidad.

Ayuda a elegir los materiales más adecuados según las necesidades de resistencia, peso, y coste, facilita la reducción de peso del producto sin comprometer su integridad estructural.

Con respecto al análisis aerodinámico le permite estudiar el comportamiento del producto en relación con el flujo de aire o líquidos, útil en productos como automóviles y aviones.

Otro aspecto a considerar es la optimización de refrigeración, ayuda a diseñar sistemas de refrigeración y ventilación eficientes en productos electrónicos.

Simulación de comportamiento en entornos: Evalúa cómo se comportará el producto en diferentes entornos y condiciones operativas como la reducción de resistencia, Optimizando el diseño para reducir la resistencia al flujo, mejorando la eficiencia y el rendimiento del producto.

4. Preparación para la Producción

Para esta etapa se genera planos detallados que incluyen dimensiones, tolerancias, y especificaciones para la fabricación. También se generan las listas de Materiales (BOM), crea listas de materiales necesarias para la producción, facilitando la planificación de compras y logística.

Proporciona una documentación detallada para el ensamblaje de componentes, asegurando consistencia en la producción, incluye detalles sobre procesos de fabricación, tratamientos de superficie, y acabados.

Otro aspecto importante a considerar es la Integración con CAM, que no es otra cosa que la generación de trayectorias de corte mediante la programación de CNC en donde se convierten los modelos CAD en instrucciones para máquinas CNC, automatizando la creación de piezas

mediante la optimización de procesos logrando con esto que los procesos mecánicos se reduzcan los tiempos y costo de producción

Simulación de procesos virtuales que permite simular el proceso de manufactura para identificar posibles problemas antes de la producción física, asegurando que el diseño sea compatible con las capacidades y limitaciones de las máquinas de producción.

5. Colaboración y Gestión del Ciclo de Vida del Producto

En esta parte Permite a los equipos compartir modelos y documentación en tiempo real, mejorando la comunicación y coordinación facilitando la revisión y retroalimentación sobre el diseño por parte de diferentes departamentos y partes interesadas. Integrando la Gestión de datos del producto (PDM), mediante la gestión de datos, versiones, y cambios en el diseño, asegurando que todos trabajen con la información más reciente con la integración interdisciplinaria de los diseñadores, ingenieros, y equipos de manufactura, mejorando la coherencia y calidad del producto final. Por otra parte, se mantiene un registro del historial detallado de todas las versiones y cambios realizados en el diseño facilitando la rastreabilidad de modificaciones, asegurando que se implementen de manera controlada y eficiente de tal forma que se coordina la implementación de mejoras y actualizaciones en el diseño, minimizando interrupciones en la producción y evitar errores y confusiones

En resumen, del uso del CAD es crucial para el diseño de productos modernos, proporcionando herramientas avanzadas para conceptualizar, detallar, simular, y preparar el diseño para la producción. Su capacidad para mejorar la precisión, eficiencia, colaboración, y calidad en el diseño de productos lo convierte en una herramienta indispensable.

4.5 Uso del CAD para diseño de procesos de manufactura.

El Diseño Asistido por Computadora (CAD) no solo es vital para el diseño de productos, sino que también juega un papel crucial en el diseño de procesos de manufactura. El CAD ayuda a planificar, optimizar, simular procesos de producción y gestión de la producción, asegurando eficiencia, precisión en la fabricación y la calidad en la manufactura. A continuación, se explora cómo el CAD se aplica en el diseño de procesos de manufactura, sus beneficios, y ejemplos de su uso en diferentes industrias.

1. Planificación y Diseño del Proceso de Manufactura

Permite la creación de diagramas de flujo detallados para mapear cada etapa del proceso de manufactura. Define la secuencia y lógica de las operaciones necesarias para la producción, asegurando un flujo eficiente.

Con respecto a la distribución de planta facilita la creación de diseños de planta eficientes que optimizan el flujo de materiales y minimizan tiempos de traslado, permitiendo llevar a cabo la simulación de diferentes configuraciones de celdas de manufactura para encontrar la disposición óptima.

Por otra parte, ayuda a diseñar herramientas específicas para operaciones como corte, estampado, ensamblaje y facilita la mejora y personalización de las herramientas en el proceso para aumentar la eficiencia y precisión.

Utiliza CAD para diseñar dispositivos de fijación y plantillas que aseguran la correcta colocación del ensamblaje de componentes, permitiendo simular el uso de dispositivos en el proceso de manufactura para identificar posibles mejoras.

2. Simulación y Validación de Procesos

Permite simular trayectorias de herramientas en máquinas CNC para optimizar cortes y movimientos, Identifica posibles colisiones entre la herramienta y la pieza de trabajo, minimizando errores en la manufactura.

En la simulación de procesos de ensamblaje realiza una secuencia de pasos para optimizar el orden de operaciones, analiza la factibilidad y minimizar tiempos de ciclo, verificando que todas las piezas y componentes encajen correctamente durante el ensamblaje. Asegurando que sean prácticos y eficientes.

Con respecto a determinados proceso de corte optimiza los parámetros como: velocidad, avance, y profundidad de corte para maximizar la eficiencia y calidad. En otros procesos como los térmicos, permite evaluar y optimizar procesos térmicos como soldadura y tratamiento térmico.

3. Automatización y Control de Producción

En el proceso de automatización convierte los modelos CAD en programas código-G para máquinas CNC, automatizando la producción.

En el proceso de maquinado Permite simular para verificar y optimizar los programas antes de la producción real optimizando trayectorias de herramientas para reducir tiempos de ciclo y minimizar el desgaste de las herramientas, minimización los cambios de herramienta planificándolos y optimizando los cambios de herramientas para reducir el tiempo de inactividad.

Integración con Sistemas CAM

Con respecto a la Integración con CAD, utiliza datos de CAD para generar instrucciones de manufactura precisas en sistemas CAM. Facilita la automatización de operaciones como fresado, torneado, y corte con láser.

Utiliza sistemas CAM para realizar inspecciones durante el proceso de manufactura, asegurando la calidad del producto a su vez permite ajustes automáticos en los parámetros de manufactura basados en los resultados de las inspecciones.

4. Gestión y Documentación del Proceso

Produce automáticamente documentación detallada de procesos, incluyendo instrucciones de trabajo y especificaciones técnicas. Crea listas de materiales y componentes necesarios para la producción, facilitando la planificación de compras y gestión de inventario.

Documenta los parámetros y condiciones de los procesos, como temperaturas de soldadura y tiempos de ciclo.

Proporciona guías detalladas para la operación de máquinas y equipos en la planta de producción.

Mantiene un registro detallado de cambios y actualizaciones en los procesos de manufactura.

Facilita la rastreabilidad de las modificaciones en los procesos, asegurando la coherencia y control de calidad.

Gestiona las diferentes versiones de documentos de procesos y programas de manufactura, asegurando que se utilicen las versiones más recientes.

5. Optimización del Diseño para Manufactura (DFM)

Permite evaluar si el diseño del producto es adecuado para la manufactura, identificando posibles problemas de fabricación.

Facilita la modificación del diseño para mejorar la facilidad y eficiencia de la manufactura.

Simula procesos como moldeo por inyección y estampado para evaluar la viabilidad del diseño.

Ayuda a estimar y optimizar los costos de producción basados en el diseño del producto y los procesos seleccionados.

Ayuda a simplificar el diseño para facilitar el ensamblaje, reduciendo el número de componentes y operaciones.

Permite simular el proceso de ensamblaje para identificar y corregir problemas potenciales antes de la producción.

Asegura que el diseño cumpla con los estándares y regulaciones para el ensamblaje.

Proporciona documentación detallada para el ensamblaje, incluyendo diagramas y especificaciones técnicas.

4.6 Mejores prácticas en aplicación de tolerancias geométricas y dimensionales.

La aplicación de tolerancias geométricas (tabla 6) y dimensionales es crucial para garantizar que los componentes mecánicos encajen y funcionen correctamente. Las tolerancias especifican las variaciones permisibles en las dimensiones y la forma, orientación, localización y alabeo de las piezas, permitiendo la producción de componentes que cumplan con los requisitos de diseño. A continuación, se describen las mejores prácticas para la aplicación de tolerancias geométricas y dimensionales en el diseño y la manufactura.

Símbolos de características geométricas

Tolerancias	Características	Símbolo
Forma	Rectitud	—
	Planitud	
	Redondez	
	Cilindricidad	
	Perfil de una línea	
	Perfil de una superficie	
Orientación	Paralelismo	//
	Perpendicularidad	
	Angularidad	
Localización	Posición	
	Concentricidad y Coaxialidad	
	Simetría	
Alabeo	Circular	
	Total	

Tabla 7. Representación simbólica de las tolerancias geométricas

Ejemplos de aplicación de mejores prácticas en la aplicación de tolerancias:

Eje y Agujero en Maquinaria

Problema: Necesidad de un ajuste preciso entre un eje y un agujero para asegurar una transmisión sin vibraciones.

La mejor práctica a considerar es la aplicación de la representación normalizada de las tolerancias de ajuste adecuadas (p. ej., ajuste H7/h6) para controlar el juego entre el eje y el agujero. Asegura que el eje encaje con precisión en el agujero, reduciendo el juego y mejorando el rendimiento mecánico sin necesidad de ajustes manuales adicionales.

Carcasa de un Motor

Problema: Controlar la variación en la forma de la carcasa para asegurar el correcto alineamiento y funcionamiento de las partes internas.

Mejor Práctica: Especificar tolerancias geométricas con su símbolo que le corresponde a planitud y perpendicularidad para superficies críticas.

Fabricación de Piezas Cilíndricas

Problema: Asegurar la redondez de una pieza cilíndrica durante el torneado.

Mejor Práctica: Utilizar tolerancia de circularidad para controlar la variación en la forma circular de la pieza.

Ensamblaje de Estructuras Soldadas

Problema: Controlar la desviación de las piezas durante la soldadura.

Mejor Práctica: Aplicar tolerancias de alineación y rectitud para las superficies y ejes de las piezas soldadas. Las tolerancias de alineación y rectitud aseguran que las piezas soldadas mantengan su geometría y posición correcta, facilitando el ensamblaje y el acabado final.

Piezas Fresadas para Equipos Electrónicos

Problema: Necesidad de verificar la planitud de superficies fresadas para asegurar el correcto acoplamiento en equipos electrónicos.

Mejor Práctica: Realizar inspecciones utilizando herramientas como máquinas de medición por coordenadas (CMM) para verificar tolerancias de planitud. La verificación con CMM asegura que las piezas cumplan con las tolerancias especificadas, reduciendo defectos y mejorando la calidad del ensamblaje.

Engranajes de Alta Precisión

Problema: Medir y controlar la variación en el perfil de dientes de engranajes.

Mejor Práctica: Especificar tolerancias de perfil para los dientes de los engranajes y usar equipos de medición óptica para la verificación. Las tolerancias de perfil y la medición óptica aseguran

que los dientes del engranaje estén conformados correctamente, mejorando la transmisión y reduciendo el ruido.

Partes de Chasis de Vehículos

Problema: Asegurar el ajuste adecuado de componentes estructurales del chasis.

Mejor Práctica: Utilizar tolerancias de posición y angularidad para características de ensamblaje.

Las tolerancias de posición y angularidad aseguran que los componentes del chasis se ensamblen correctamente, mejorando la integridad estructural y el rendimiento del vehículo.

4.7 Implicaciones de costo en la aplicación de tolerancias geométricas y dimensionales.

Las tolerancias geométricas y dimensionales son necesarias en la ingeniería y manufactura, ya que determinan el rango de aceptación en las dimensiones y características específicas geométricas tienen un impacto significativo en los costos de manufactura, diseño, ensamblaje y ciclo de vida del producto. Mientras que se tomen en cuenta más tolerancias con más ajustadas se incrementa la calidad y el rendimiento del producto, también incrementan los costos en casi todas las etapas del proceso de producción. Por lo tanto, es crucial encontrar un equilibrio óptimo que permita cumplir con los requisitos de funcionalidad y calidad sin incurrir en costos excesivos a los clientes potenciales.

La aplicación de estas tolerancias geométricas (tabla 6), tiene diversas implicaciones de costo que influyen en el diseño, fabricación y ensamblaje de componentes. Ejemplos de las principales implicaciones de costo:

1. Costos de Manufactura

Tolerancias más estrictas requieren máquinas herramientas más precisas y costosas.

Las máquinas de alta precisión requieren un mantenimiento regular, lo que incrementa los costos.

La producción puede necesitar herramientas especializadas y calibradas, aumentando los costos iniciales y de reposición.

Tolerancias ajustadas requieren métodos de inspección avanzados, como CMM (máquinas de medición por coordenadas), rayos X, o escáneres láser.

El tiempo necesario para verificar componentes con tolerancias estrechas es mayor, incrementando el costo laboral y de operación.

Las tolerancias ajustadas pueden resultar en un mayor desperdicio de material, ya que las piezas fuera de especificación no son utilizables.

Procesos como rectificado, lapeado, o bruñido pueden ser necesarios para alcanzar tolerancias precisas, aumentando los costos.

2. Costos de Diseño

El diseño con tolerancias ajustadas requiere análisis más detallados y simulaciones para asegurar la funcionalidad, incrementando el tiempo y costo de desarrollo.

Es probable que se necesiten más iteraciones y pruebas para ajustar las tolerancias adecuadamente, lo cual es costoso.

Identificar el balance adecuado entre tolerancias y costos implica una evaluación cuidadosa, que requiere tiempo y recursos.

3. Costos de Ensamblaje

Ensamblar piezas con tolerancias ajustadas puede ser más difícil y puede requerir técnicas de ajuste manual, incrementando los costos de mano de obra.

Componentes fuera de tolerancia pueden no ser compatibles con el ensamblaje, lo que lleva a rechazos y costos adicionales por piezas reprocesadas o desechadas.

Tolerancias estrictas mejoran la compatibilidad y el funcionamiento del conjunto, pero a costa de un control de calidad más riguroso durante el ensamblaje.

4. Beneficios vs. Costos

Es esencial realizar un análisis de costo-beneficio para determinar si los costos adicionales de implementar tolerancias estrictas están justificados por las mejoras en la funcionalidad y calidad del producto.

4.8 Retos comunes del uso de CAD en la industria de manufactura.

El uso de software de diseño asistido por computadora (CAD) en la industria actual ofrece grandes ventajas en términos de precisión y eficiencia en el diseño con alta precisión, pero también se presentan retos considerables. Abordar estos desafíos requiere una combinación de inversión en tecnología, capacitación continua, y estrategias de gestión de datos y seguridad. La optimización en el uso de CAD puede mejorar significativamente la productividad y la calidad del diseño, pero debe ser gestionada cuidadosamente para minimizar costos y maximizar beneficios.

A continuación, se presentan los retos comunes asociados con el uso de CAD en la industria:

1. Complejidad del Software

El software CAD moderno, como Autodesk Inventor, SolidWorks, o CATIA, es altamente complejo y requiere una formación considerable para su manejo eficiente por lo tanto que los usuarios

nuevos enfrentan una curva de aprendizaje pronunciada, lo que puede demorar en la integración efectiva en los procesos de diseño.

Con respecto a las actualizaciones del software se introducen nuevas funcionalidades, pero también pueden cambiar interfaces y métodos de trabajo. El impacto que generaría sería que los usuarios llevaran a cabo actualizaciones en el software

2. Interoperabilidad y Compatibilidad

El manejo de diferentes plataformas CAD que utilizan los formatos de archivo, lo que puede dificultar la transferencia de datos entre distintos sistemas y equipos. El impacto que se generaría la compatibilidad y la pérdida de información al importar o exportar datos de otros sistemas CAD.

3. Gestión de Datos y Colaboración

Al Manejar las versiones de archivos CAD es crítico para mantener la integridad del diseño a través de su ciclo de vida, la falta de un sistema de control puede causar confusiones y errores, sucede con el uso de versiones viejas, causando inconsistencias en el diseño.

4. Requerimientos Computacionales

La actualización de hardware para tareas de modelado 3D y simulación, requiere computadoras con alta capacidad de procesamiento, memoria RAM y tarjetas gráficas avanzadas. Es otro de los retos más que hay que tomar en cuenta la capacidad de los equipos en diseño ya que de lo contrario habría ineficiencias en el manejo del software CAD.

5. Seguridad de la Información

En el manejo y seguridad de los archivos CAD contienen información confidencial que es crucial proteger contra accesos no autorizados y robo de propiedad intelectual. El impacto que se presentaría sería la seguridad que pueden resultar en la pérdida de datos sensibles y afectar la competitividad de la empresa y la fuga de información.

7. Costo del Software

Otro aspecto son las licencias del software CAD puede que es costoso debido a la cantidad de licencias y suscripciones anuales, dado que los recurrentes gastos pueden ser significativos, especialmente para pequeñas y medianas empresas.

8. Cambios de los estándares requeridos por los clientes

Adaptarse a cambios en las normativas y estándares de diseño y fabricación puede requerir actualizaciones en los métodos de trabajo y en los modelos, puede haber costos y tiempo asociados con la adaptación de los diseños para cumplir con nuevos requisitos regulatorios o industriales.

4.9 Estrategias para el uso de CAD en la industria de manufactura.

La implementación estratégica de CAD en las empresas de manufactura no solo mejora la eficiencia, producción y calidad del diseño, es aprovechar al máximo las capacidades del CAD, la combinación de estrategias con tecnologías emergentes y prácticas sostenibles que

posicionen a las empresas para una competitividad que respondan rápido a las necesidades actuales del mercado y un éxito a largo plazo en el mercado global donde se optimizan los recursos y se minimizan los costos. Entre las acciones que se contemplarían serían las siguientes:

1. Realizar evaluaciones comparativas con las empresas del sector que se encuentren mejor establecidas para adoptar sus mejores prácticas y éxitos logrados.
2. Desarrollo y actualización de procedimientos normalizados para controlar el contenido de los dibujos, mejores prácticas, partes comunes en almacenamiento, manejo de materiales preferidos, etc.
3. Evaluar las necesidades del negocio justifican la inversión en equipo de diseño o si es conveniente subcontratar servicio de ingeniería.
4. Implementar la realidad virtual (VR) y la realidad aumentada (AR) para la visualización de diseños en un entorno inmersivo, mejorando la evaluación y la toma de decisiones.
5. Diseñar componentes que sean fáciles de fabricar y ensamblar, evitando geometrías complejas y materiales difíciles de trabajar.
6. Incorporar la impresión 3D para la creación de prototipos rápidos, lo que permite la verificación y validación de diseños antes de la producción en masa.
7. Emplear técnicas de diseño paramétrico para permitir ajustes rápidos y precisos en los modelos, mejorando la flexibilidad en el diseño de productos.

4.10 Tendencias emergentes en aplicaciones de CAD.

Estas tendencias emergentes en aplicaciones de CAD están transformando la forma en que se diseñan y producen productos, ofreciendo una mayor eficiencia, calidad, y flexibilidad. La adopción de estas tendencias permite a las empresas mantenerse competitivas y adaptarse

rápidamente a las demandas cambiantes del mercado. Las innovaciones en inteligencia artificial, realidad virtual, fabricación aditiva, y conectividad están impulsando una nueva era de diseño y manufactura digital. Estas tendencias abarcan avances tecnológicos y cambios en la forma en que se integran las herramientas CAD en los procesos industriales. A continuación, se detallan las principales tendencias emergentes en aplicaciones de CAD:

1. Inteligencia Artificial (IA) y Aprendizaje Automático

Utilización de algoritmos de IA para generar múltiples alternativas de diseño basadas en criterios predefinidos, optimizando para factores como peso, resistencia y costo.

Aplicación de IA para automatizar tareas repetitivas y complejas, como la generación de patrones de corte y la optimización topológica.

2. Realidad Aumentada (AR) y Realidad Virtual (VR)

Uso de AR/VR para crear prototipos virtuales que permitan la visualización e interacción con el diseño en un entorno tridimensional, mejorando la validación y la comunicación del diseño.

Revisión y Colaboración: Implementación de AR/VR para la revisión colaborativa de diseños, permitiendo a los equipos ver y modificar modelos en tiempo real desde ubicaciones remotas.

3. Simulación y Gemelos Digitales

Integración de herramientas de simulación avanzadas que permiten evaluar el comportamiento del diseño bajo condiciones reales durante la fase de desarrollo.

Creación de gemelos digitales para monitorear y optimizar el rendimiento del producto en el mundo real mediante la simulación continua basada en datos en tiempo real.

4. Diseño Colaborativo en la Nube

Herramientas CAD Basadas en la Nube: Uso de plataformas CAD en la nube que permiten a los equipos colaborar en tiempo real, compartiendo modelos y datos sin necesidad de transferencias de archivos.

Facilitar el acceso a las herramientas de diseño desde cualquier lugar, permitiendo a los diseñadores trabajar de manera flexible y colaborativa.

5. Fabricación Aditiva (Impresión 3D) y Manufactura Digital

Optimización para Fabricación Aditiva: Integración de CAD con herramientas específicas para la fabricación aditiva, optimizando los diseños para la impresión 3D en términos de geometría y materiales.

Utilización de impresión 3D para crear prototipos de diseño de forma rápida, permitiendo iteraciones más rápidas y reduciendo el tiempo de desarrollo.

6. Automatización y Generación de Código G

Automatización del proceso de generación de código G para máquinas CNC directamente desde modelos CAD, eliminando la necesidad de programación manual.

Uso de algoritmos avanzados para optimizar las trayectorias de herramientas en procesos de manufactura, reduciendo el tiempo y mejorando la precisión.

7. Diseño Multidisciplinario e Integración de Herramientas

Integración CAD/CAE/CAM: Fusión de herramientas CAD, CAE (ingeniería asistida por computadora), y CAM en un flujo de trabajo integrado, permitiendo un proceso de diseño, análisis y manufactura más eficiente.

Diseño Interdisciplinario: Facilitación de la colaboración entre diferentes disciplinas de ingeniería, como la mecánica, eléctrica y de software, mediante plataformas CAD integradas.

8. Diseño Paramétrico y Modular

Componentes Reutilizables: Creación de diseños paramétricos y modulares que permitan la reutilización de componentes y la adaptación rápida a diferentes aplicaciones.

Automatización Paramétrica: Utilización de diseño paramétrico para automatizar la creación de variantes de productos basados en un conjunto de parámetros ajustables.

9. Diseño Sostenible y Eficiencia Energética

Optimización de Materiales: Integración de herramientas que evalúen el impacto ambiental y la eficiencia de materiales durante la fase de diseño, promoviendo el diseño sostenible.

Análisis del Ciclo de Vida: Implementación de análisis del ciclo de vida del producto para evaluar y minimizar el impacto ambiental desde la fase de diseño hasta el final de la vida útil.

10. Automatización de Ensamblaje y Fabricación

Planificación de Ensamblaje: Utilización de CAD para planificar y optimizar los procesos de ensamblaje, incluyendo la simulación de ensamblaje automatizado y robótico.

Simulación de Procesos de Manufactura: Aplicación de simulación para prever problemas y optimizar los procesos de manufactura, incluyendo la gestión de líneas de producción.

11. Seguridad y Gestión de Datos

Ciberseguridad en CAD: Implementación de medidas de seguridad avanzadas para proteger los datos de diseño y la propiedad intelectual contra amenazas cibernéticas.

Gestión de Datos PLM: Uso de sistemas de gestión del ciclo de vida del producto (PLM) para centralizar y proteger datos de diseño, facilitando la colaboración segura y la gestión de versiones.

Epílogo

La importancia fundamental que ha tenido la Normalización en la Metrología, enfocada a la Manufactura Industrial ha trascendido de un papel tradicional de proporcionar precisión en la medición para convertirse en un pilar estratégico de la eficiencia, calidad, y sostenibilidad en la industria moderna mediante la adopción de normas metrológicas que fomentan la interoperabilidad, aseguramiento de la calidad, y facilitando la integración de innovaciones tecnológicas y posicionamiento de las empresas para competir en un mercado global en constante evolución. Ha sido esencial para la competitividad de la industria manufacturera, proporcionando una base sólida para la mejora continua, la innovación, y el cumplimiento de estándares internacionales. A medida que la tecnología y las prácticas industriales avanzan, la normalización seguirá siendo un componente crítico que impulsa la excelencia operativa y la responsabilidad en la fabricación industrial.

En resumen, la gestión que tiene la Metrología contemporánea en la Manufactura ha evolucionado de ser una disciplina centrada exclusivamente en la medición a ser un pilar integral de la gestión de calidad y la innovación tecnológica. Esta evolución continuará moldeando el futuro de la manufactura, alineándose con las tendencias emergentes y las necesidades del mercado global. Actualmente es y será trascendental ya que se encuentra en una fase de transformación, impulsada por la convergencia de tecnologías digitales y de automatización avanzada.

Este entorno dinámico requiere una adaptación constante y un enfoque proactivo para mantener la precisión, calidad y sostenibilidad para convertirse en un componente crucial en la innovación y la competitividad de la manufactura actual que se ve reflejada en una integración profunda de la tecnología avanzada con las prácticas tradicionales, impulsada por la cuarta revolución industrial (Industria 4.0). Esta evolución está caracterizada por varios elementos clave como lo son las siguientes a considerar:

La digitalización permite una gestión metrológica más precisa y eficiente. Las tecnologías como la metrología en línea, sensores inteligentes, y sistemas de inspección automatizados mejoran la precisión y reducen el tiempo de inactividad.

Inteligencia Artificial y Aprendizaje Automático: La IA y el aprendizaje automático se utilizan para analizar grandes volúmenes de datos metrológicos. Estas tecnologías ayudan a predecir fallos, optimizar procesos y mejorar la calidad del producto.

La metrología moderna se centra en mantener altos estándares de calidad. Las tecnologías avanzadas permiten detectar desviaciones minúsculas, garantizando productos finales que cumplan con especificaciones estrictas.

Las técnicas avanzadas de metrología dimensional y geométrica, como la tomografía computarizada industrial y el escaneo láser 3D, permiten la inspección precisa de formas complejas y tolerancias estrictas.

Visualización inmersiva de los modelos en 3D, mejorando la comprensión del diseño y facilitando la colaboración en tiempo real. Estas tecnologías permitirán a los ingenieros y diseñadores interactuar con modelos en un entorno virtual antes de la construcción física.

La adherencia a estándares internacionales como ISO 17025 (requisitos generales para la competencia de laboratorios de ensayo y calibración) asegura la precisión y la uniformidad en la gestión de la metrología.

La integración de tecnologías avanzadas en la metrología contribuye a una fabricación más eficiente y sostenible, reduciendo el desperdicio de materiales y optimizando el uso de recursos.

El enfoque en la sostenibilidad incluye la metrología verde, que considera el impacto ambiental de los procesos de medición y busca minimizar la huella de carbono.

A pesar de los avances, la integración de nuevas tecnologías en sistemas de manufactura existentes presenta desafíos técnicos y organizativos, incluyendo la formación del personal y la adaptación de infraestructuras.

La continua evolución tecnológica en la metrología abre oportunidades para innovaciones en manufactura, como la manufactura aditiva, la personalización masiva y la fabricación ágil.

Referencias Bibliográficas

3. González, C. & Zeleny, R. (2011). Metrología. McGraw Hill.
4. Secretaria de Economía (Proy-NOM-SE-2020)
5. Norma del Sistema General de Unidades de Medida Proy-SE-2020
6. Ley Federal sobre Metrología y Normalización DOF 30-04-2009
7. International Vocabulary of Metrology – Basic and General Concepts and Associated Terms (VIM) 3rd edition Final draft 2006-08-01
8. Adolfo Escamilla Esquivel (2013) Metrología y sus aplicaciones. Editorial Patria
9. Norma Oficial Mexicana de Metrología NOM-z-55-1986
10. Instrumentación Electrónica Moderna y Técnicas de Medición, Albert D. Helfrick / William D. Cooper, Editorial Pearson Educación. 1991
11. Electronic Instrumentation and Measurement, Rohit Khurana, Ed. Vikas, 2015.
12. Norma ASME Y14.4M-1989 (R2009) / ASME Y14.3-2003 (R2008)
13. Norma Oficial Mexicana NOM-Z-3-1986
14. Deming, W.E. (1989), Calidad, productividad y competitividad, Madrid Diaz Santos.
15. Gutierrez Pulido, H. (2010), Calidad total y productividad, 3ª. Ed., Mc Graw Hill
16. Análisis de Sistemas de medición MSA 4 edición (2010), publicada por AIAG
17. Guía BIMP-ISO, JCGM 100:2008 (corrigendum 2008)
18. PTC. "The Benefits of CAD for Engineering and Product Design." PTC Creo, 2023.
19. Autodesk. "Importance of CAD in Modern Manufacturing." Autodesk, 2023

Anexos 1

Metodología Deming

Implementar y gestionar el manejo de las metodologías mediante el uso del manejo del ciclo Deming (figura 1) de la cual se debe poner en práctica las herramientas para lograr un beneficio en particular, como lo son la planeación estratégica del Microsoft Project (tabla1).



Figura 1 Metodología PDCA

Anexos 2

Tabla 1 Aplicación del Microsoft Project

La idea de mostrar el uso de la herramienta del Gantt es para administrar y gestionar el desarrollo del libro, tal como llevar a cabo la planeación de cada una de las actividades metodológica del ciclo de Deming (figura 1)

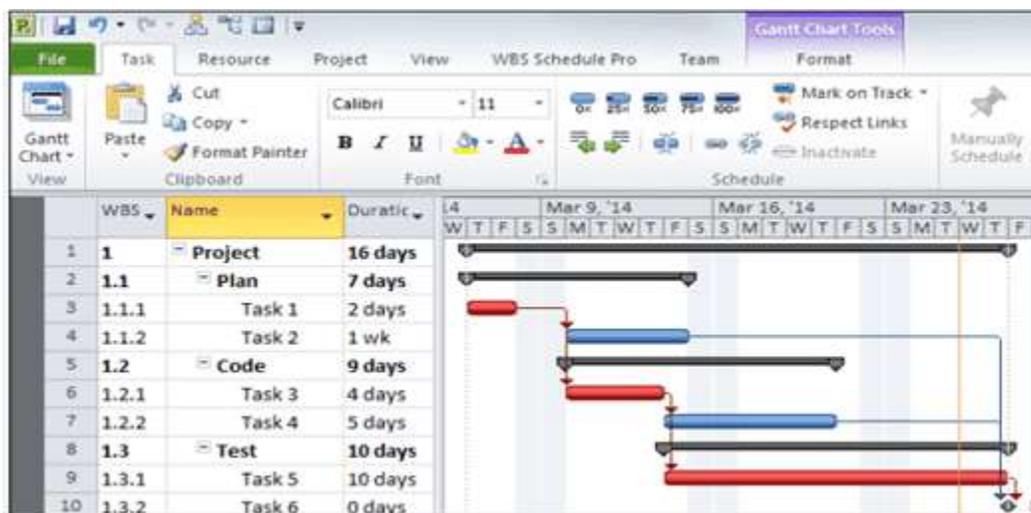


Tabla 1 Aplicación del Microsoft Project

Anexo 3


JACÉ

Pregunta en tu Distribuidor Toyota por la disponibilidad de combinaciones de color interior con exterior para cada versión.

Los vehículos Toyota tienen una garantía básica por 3 años o 60,000 kilómetros, lo que ocurra primero.

Garantía del tren motor por 3 años o 60,000 kilómetros, lo que ocurra primero.

Garantía contra corrosión por perforación de componentes metálicos en la carrocería, por 5 años sin límite de kilometraje.

Este folleto es una referencia publicitaria. Las especificaciones y características de los vehículos pueden variar sin previo aviso. Para mayor información pregunta en tu Distribuidor Toyota más cercano. Las fotografías de los vehículos son sólo de referencia.

Fecha de impresión: febrero de 2017.

Especificaciones técnicas	LE	XLE	Limited Panoramic Roof	Limited 6th city
Motor	3.5L V6, 24 válvulas, DOHC, VVT-i Dual, ECTIS ⁺ , SEFL, 295 HP @ 6,200 rpm, 248 lb-pie @ 4,700 rpm			
Sistema de ignición	Ignición Directa Toyota (IDI)			
Transmisión	Automática secuencial de 8 velocidades con ECT-i y modo sport			
Sistema de tracción	Delantera, Vehicle Stability Control (VSC) mejorado + EPS, Traction Control (TRAC)			
Tren motor	2WD			
Suspensión delantera	Independiente tipo McPherson con resortes helicoidales y barra estabilizadora			
Suspensión trasera	Independiente, doble horquilla con brazos traidos, resortes helicoidales y barra estabilizadora			
Dirección	Pénel y cremallera con asistencia eléctrica (EPS)			
Diámetro de giro	11.3 m			
Frenos	Sistema antibloqueo (ABS) con distribución electrónica de fuerza de frenado (EBD) y asistencia de frenado (BA)			
DIMENSIONES EXTERIORES (mm)				
Alto	1,730			
Ancho	1,925			
Largo	4,855			
Distancia entre ejes	2,700			
Entreavía (del. / tras.)	1,635 / 1,630			
DIMENSIONES INTERIORES (mm)				
adelante / medio / atrás				
Espacio para cabeza	1,034/1,013/913			
Espacio para cabeza con quemacocos		1,003/1,006/913	1,010/960/913	1,003/1,006/913
Espacio para hombros	1,507/1,513/1,388		1,507/1,499/1,358	
Espacio para piernas		1,123/916/703		
PESO Y CAPACIDADES				
Peso vehicular (kg)	1,925	1,955	1,975	
Capacidad de carga (kg)	770	690	670	
Tanque de combustible (L)	72.5			
Configuración de asientos	2 : 3 : 3		2 : 2 : 3	
Pasajeros	8		7	
Rines	Aluminio de 18"		Aluminio de 19" en color negro	
Llantas	P245/60 R18		P245/55 R19	
Llanta de refacción	Acero, P245/60 R18		Acero, P245/55 R19	









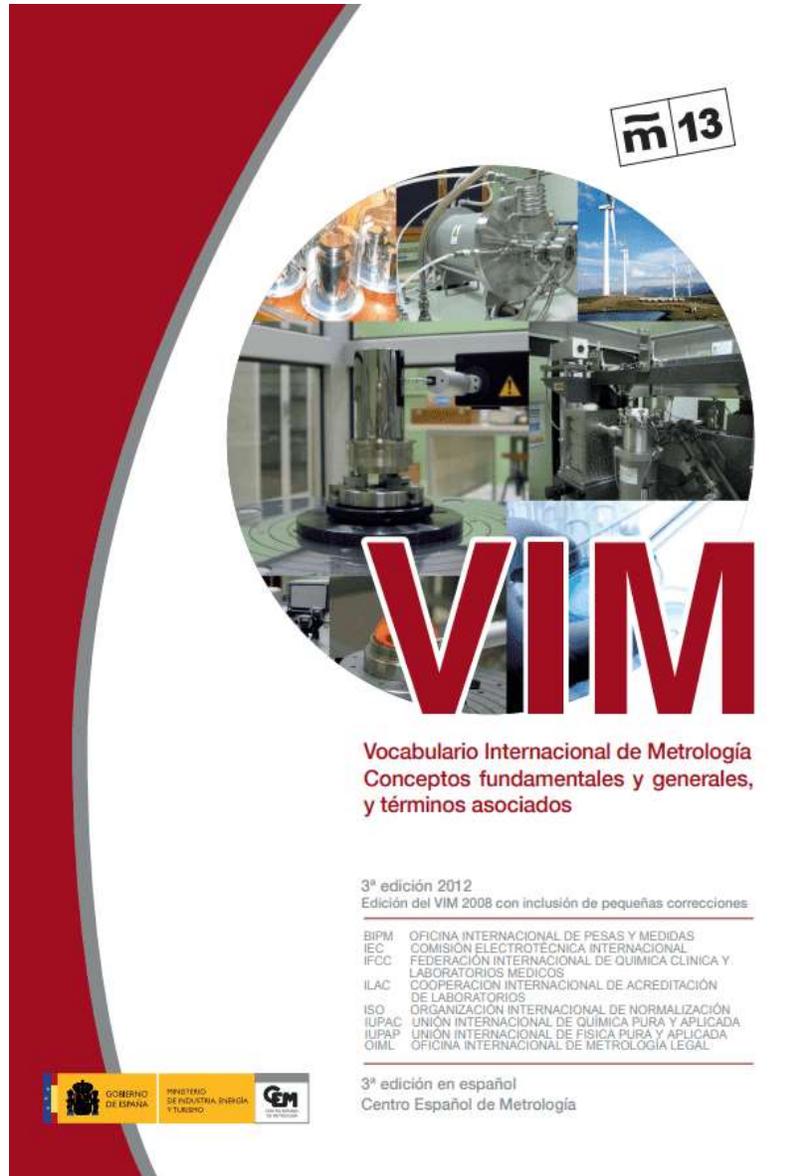






Figura 19. Ejemplo de una especificación de un auto

Anexo 4



VIM

Vocabulario Internacional de Metrología
Conceptos fundamentales y generales,
y términos asociados

3ª edición 2012
Edición del VIM 2008 con inclusión de pequeñas correcciones

BIPM	OFICINA INTERNACIONAL DE PESAS Y MEDIDAS
IEC	COMISIÓN ELECTROTÉCNICA INTERNACIONAL
IFCC	FEDERACIÓN INTERNACIONAL DE QUÍMICA CLÍNICA Y LABORATORIOS MÉDICOS
ILAC	COOPERACIÓN INTERNACIONAL DE ACREDITACIÓN DE LABORATORIOS
ISO	ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DE NORMALIZACIÓN
IUPAC	UNIÓN INTERNACIONAL DE QUÍMICA PURA Y APLICADA
IUPAP	UNIÓN INTERNACIONAL DE FÍSICA PURA Y APLICADA
OIML	OFICINA INTERNACIONAL DE METROLOGÍA LEGAL

3ª edición en español
Centro Español de Metrología

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE INDUSTRIA, ENERGÍA Y TURISMO
CEM

Vocabulario Internacional de Metrología

Anexo 5

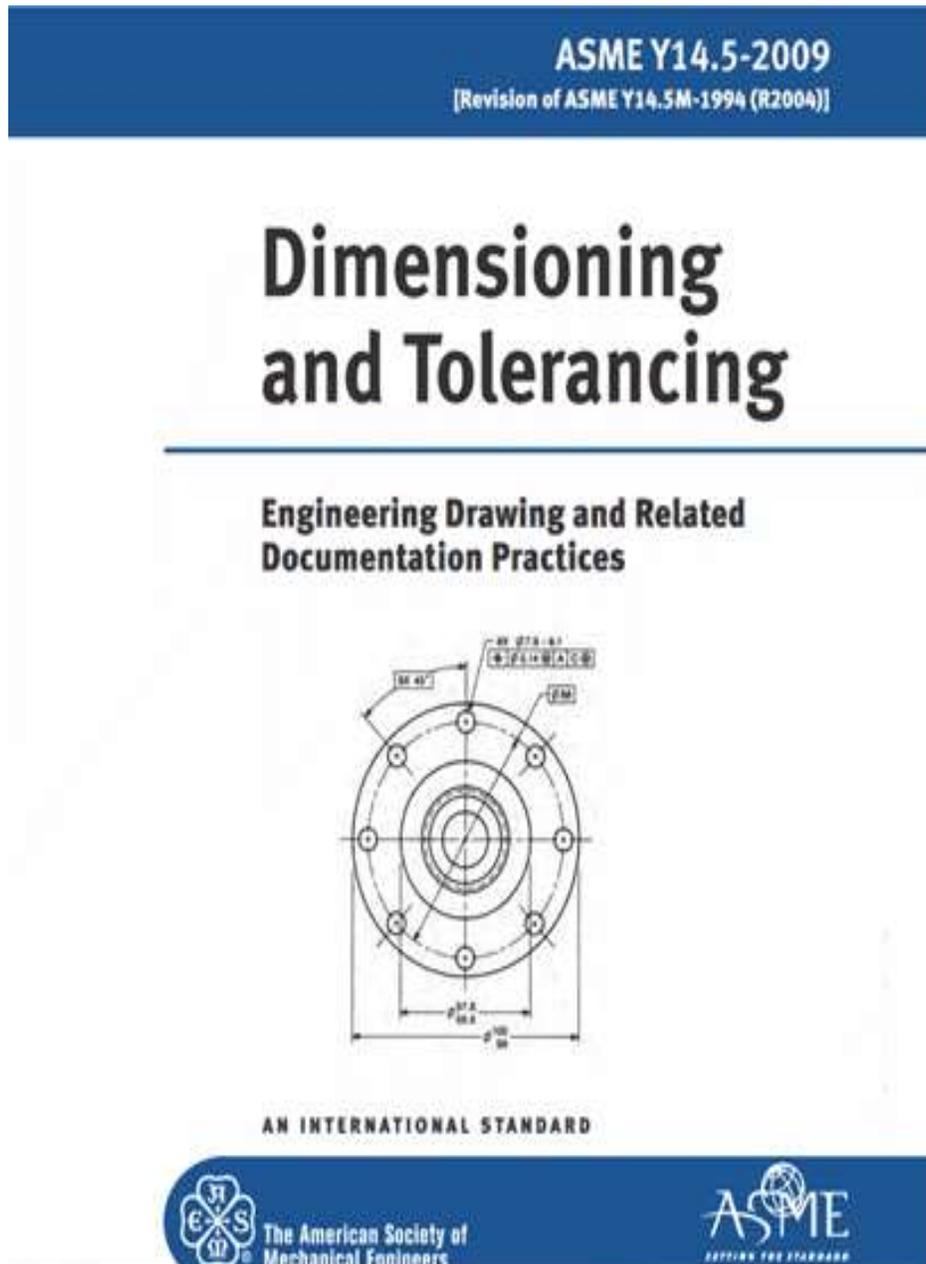
Factor	Prefijo	
	Nombre	Símbolo
10^{24}	yotta	Y
10^{21}	zetta	Z
10^{18}	exa	E
10^{15}	peta	P
10^{12}	tera	T
10^9	giga	G
10^6	mega	M
10^3	kilo	k
10^2	hecto	h
10^1	deca	da
10^{-1}	deci	d
10^{-2}	centi	c
10^{-3}	mili	m
10^{-6}	micro	μ
10^{-9}	nano	n
10^{-12}	pico	p
10^{-15}	femto	f
10^{-18}	atto	a
10^{-21}	zepto	z
10^{-24}	yocto	y

Tabla 2. Múltiplos y submúltiplos del Sistema Internacional de unidades SI.

Anexo 6

Magnitud básica	Unidad básica	
Nombre	Nombre	Símbolo
longitud	metro	m
masa	kilogramo	kg
tiempo	segundo	s
corriente eléctrica	ampère	A
temperatura termodinámica	kelvin	K
cantidad de sustancia	mol	mol
intensidad luminosa	candela	cd

Tabla 3 Magnitudes fundamentales del S.I.



POLÍTICAS ACADÉMICAS GENERALES DEL AÑO SABÁTICO DEL TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO

CARTA DE RECONOCIMIENTO DEL AUTOR DE LOS DERECHOS A FAVOR DEL TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO

Ciudad de México, -15/agosto/2024

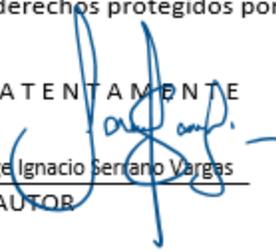
TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO.
PRESENTE

Bajo protesta de decir verdad, Jorge Ignacio Serrano Vargas, personal docente adscrito al Instituto Tecnológico de Tijuana de la carrera de Ingeniería Industrial del Tecnológico Nacional de México, manifiesto que en cumplimiento de mis actividades relacionadas con el Año Sabático elaboré la obra titulada "Gestión de la Metrología en la Manufactura".

Con base en lo anterior, y con fundamento en los artículos 83 de la Ley Federal del Derecho de Autor y 46 de su Reglamento, reconozco que el Tecnológico Nacional de México es titular de los derechos patrimoniales sobre la misma y le corresponden las facultades relativas a la divulgación, integridad de la obra y de colección, conservando el derecho a figurar como autor.

Asimismo, respondo por la autoría y originalidad de la citada obra; y relevo de toda responsabilidad al Tecnológico Nacional de México de cualquier demanda o reclamación que llegara a formular alguna persona física o moral que considere que con esta obra es afectado en alguno de los derechos protegidos por la Ley en cita, asumiendo todas las consecuencias legales y económicas.

ATENTAMENTE


Jorge Ignacio Serrano Vargas

AUTOR



New assignment

M.C. Jorge I. Serrano Vargas

Departamento de Ingeniería Industrial, Tecnológico Nacional de México

Tijuana, Baja California, México

||

Contribución Académica

El desarrollo del libro Gestión de la Metrología en la Manufactura es la de aportar al perfil del estudiante de Ingeniería Industrial del Tecnológico Nacional de México que adquiera las capacidades para logren ser

44537 Words

Citations +

Expert Check v

Plagiarism 3% match ^

Source found

de la guía para la expresión de la incertidumbre de

Show source

Source found

Atributo de un fenómeno, cuerpo o sustancia que es susceptible a ser distinguido cualitativamente y determinado cuantitativamente.

Show source

Source found

Show:

- Expert Check
- Plagiarism
- Grammar

Overall Score



- / 100
Expert Check

97 / 100
Plagiarism

100 / 100
Grammar

Recheck

U.S. English