DESARROLLO DE UN MATERIAL DE APOYO PARA LA CONCEPTUALIZACIÓN DE TOLERANCIAS DIMENSIONALES Y GEOMÉTRICAS BASADOS EN LAS NORMAS ISO-GPS 1101(2017), 286-1(2010), 286-2(2010), 8015(2011) MEDIANTE EL PROGRAMA CAD (SOLIDWORKS).

Breiner David Acosta Peña
Daniel Fernando Salazar Carrascal

UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS
FACULTAD TECNOLÓGICA
TECNOLOGÍA MECÁNICA
BOGOTÁ D.C.
2020

DESARROLLO DE UN MATERIAL DE APOYO PARA LA CONCEPTUALIZACIÓN DE TOLERANCIAS DIMENSIONALES Y GEOMÉTRICAS BASADOS EN LAS NORMAS ISO-GPS 1101(2017), 286-1(2010), 286-2(2010), 8015(2011) MEDIANTE EL PROGRAMA CAD (SOLIDWORKS).

Breiner David Acosta Peña
Daniel Fernando Salazar Carrascal

Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de:
Tecnólogo mecánico

Director
Víctor Ruiz

UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS
FACULTAD TECNOLÓGICA
TECNOLOGÍA EN MECÁNICA
BOGOTA D.C
2020

Nota de aceptación:

Firma del jurado

Firma del jurado

Bogotá D.C. 12 Junio del 2020

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN…….....1

1. GENERALIDADES……...2
   1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA……...2
   1.2 JUSTIFICACIÓN……...3
   1.3 OBJETIVOS……...4
      1.3.1 OBJETIVO GENERAL…….....4
      1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.……...4

2. ANTECEDENTES…….5
   2.1 ESTADO DEL ARTE……....5
   2.2 HISTORIA……..……6

3. MARCO TEÓRICO……...8
   3.1 ¿QUÉ ES LA ISO?.....8
   3.2 ¿QUÉ ES ISO-GPS?.....8
   3.3 ESTRUCTURA……..8
      3.3.1 NORMAS ISO FUNDAMENTALES DE GPS……...8
      3.3.2 NORMAS GENERALES DE ISO-GPS……...9
      3.3.3 NORMAS COMPLEMENTARIAS ISO-GPS…….....9
   3.4 NORMAS……9
      3.4.1 NORMA ISO-GPS 8015 (2011)……...9
      3.4.2 NORMA ISO-GPS 286(2010)……10
         3.4.2.1 AGUJERO BÁSICO……..10
         3.4.2.2 EJE BÁSICO……..10
         3.4.2.3 TAMAÑO NOMINAL……..11

3.4.2.4 DESVIACIÓN DEL LÍMITE……11
3.4.2.5 LIMITES DE TOLERANCIA……...11
3.4.2.6 TOLERANCIA ESTÁNDAR IT……...11
3.4.2.7 GRADOS DE TOLERANCIA ESTÁNDAR……12
3.4.2.8 RELACIÓN DE AJUSTE……..12
3.4.2.9 POSICIÓN DEL INTERVALO DE TOLERANCIA……14
3.4.2.10 DESVIACIÓN FUNDAMENTAL...……...15
3.5 NORMA ISO-GPS 1101 (2017)……...16
3.5.1 SIMBOLOGÍA USADA EN LA NORMA ISO 1101(2017)……18
3.5.2 MARCO DE CONTROL DE CARACTERÍSTICA……..20
3.5.3 GRADOS DE LIBERTAD……20
3.5.4 DATUM……..21
3.5.5 SISTEMA DATUM……22

4. ELABORACIÓN DEL MATERIAL……...23
4.1 ELABORACIÓN MATERIAL AUDIOVISUAL……23
4.1.1 SELECCIÓN DEL SOFTWARE CAD……..23
4.1.2 SELECCIÓN DE SOFTWARE DE ANIMACIÓN……...24
4.1.3 SELECCIÓN DE PIEZAS A EXPLICAR……25
4.1.4 SELECCIÓN DE SOFTWARE DE EDICIÓN……..27
4.2 GUION DEL MATERIAL AUDIOVISUAL……...28
4.2.1 GUION DE VIDEOS TEÓRICOS……28
4.2.2 GUION DE VIDEOS PRÁCTICOS……...36
4.3 GRABACIÓN DE MATERIAL AUDIOVISUAL……..39
4.3.1 GRABACIÓN DE VIDEOS TEÓRICOS……...39
4.3.2 GRABACIÓN DE VIDEOS PRÁCTICOS……39
4.4 EDICIÓN DE LOS VIDEOS……39

5. VALIDACIÓN DEL MATERIAL DE APOYO……...41

6. RESULTADOS……45

7. ANÁLISIS DE RESULTADOS……54

8. CONCLUSIONES…….58

REFERENCIAS……...……...59

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ajuste de holgura……..…….13
Figura 2. Ajuste de interferencia……...13
Figura 3. Ajuste de transición……...13
Figura 4. Posición de las desviaciones fundamental para agujeros…….....14
Figura 5. Posición de las desviaciones fundamental para ejes……14
Figura 6. Una característica integral……17
Figura 7. Una característica derivada……...17
Figura 8. Ejemplos de marcos de control de características……20
Figura 9. Los seis grados de libertad……20
Figura 10. Intersección perpendicular de los tres Datum de referencia……21
Figura 11. Datum primario en el sistema de referencia……22
Figura 12. Datum secundario en el sistema de referencia……22
Figura 13. Datum terciario en el sistema de referencia……22
Figura 14. Interfaz del programa CAD SOLIDWORKS 2019……24
Figura 15. Interfaz del programa de animación POWTOON……...25
Figura 16. Pieza a explicar tolerancia dimensional (Placa cuadrada con cuatro agujeros).....26
Figura 17. Pieza a explicar tolerancia dimensional (Barra de agujeros)……...26
Figura 18. Interfaz del programa de edición CAMTASIA SUDIO…...……...27
Figura 19. Edición de los videos teóricos…….……40
Figura 20. Edición de los videos prácticos……...40
Figura 21. Elaboración Formulario, Sección 1“Presentación del Formulario y preguntas de contextualización de la persona que va a evaluar’’……..……..41
Figura 22. Elaboración Formulario, Sección 2, ‘’Preguntas Material Audiovisual’’……...42
Figura 23. Elaboración Formulario, sección 3, ‘’Consolidación conceptos’’…….....43
Figura 24. Elaboración Formulario, Sección 4 “Valoración del Material de Apoyo’’……44
Figura 25. Respuestas Formulario, Sección 1 (Pregunta 1)……..45
Figura 26. Respuesta Formulario, Sección 1 (Pregunta 2)……...46
Figura 27. Respuestas Formulario, Sección 1 (Pregunta 3)……..46

Figura 28. Respuestas Formulario, Sección 1 (Pregunta 4)……...47
Figura 29. Respuestas Formulario, Sección 2 (Pregunta 5)……..47
Figura 30. Respuestas Formulario, Sección 2 (Pregunta 6)……..48
Figura 31. Respuestas Formulario, Sección 2 (Pregunta 7)……..48
Figura 32. Respuestas Formulario, Sección 2 (Pregunta 8)……..49
Figura 33. Respuestas Formulario, Sección 3 (Pregunta 9)…….....49
Figura 34. Respuestas Formulario, Sección 3 (Pregunta 10)……50
Figura 35. Respuestas Formulario, Sección 3 (Pregunta 11)……50
Figura 36. Respuestas Formulario, Sección 3 (Pregunta 12)……51
Figura 37. Respuestas Formulario, Sección 3 (Pregunta 13)……51
Figura 38. Respuestas Formulario, Sección 4 (Pregunta 14)……52
Figura 39. Respuestas Formulario, Sección 4 (Pregunta 15)……52
Figura 40. Respuestas Formulario, Sección 4 (Pregunta16)……53
Figura 41. Respuestas Formulario, Sección 4 (Pregunta 17)……53

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Valores de grado de tolerancia……...……12
Tabla 2. Límite de desviaciones (Deviaciones fundamentales) para agujeros, (medida en micrometros…….....15
Tabla 3. Límite de desviaciones (Deviaciones fundamentales) para ejes, (medida en micrometros)……16
Tabla 4. Simbología e Tolerancias geométricas…….....19
Tabla 5. Cuadro indicador de videos teóricos……...37
Tabla 6. Cuadro indicador de videos prácticos……40

INTRODUCCIÓN

El estudio de la ciencia y tecnología siempre están en constante desarrollo impactando a todas las generaciones, produciendo cambios en la manera de vivir y ver el mundo para el ser humano por medio de la aplicación del conocimiento en diferentes áreas y consecuentemente en el estudio de la tecnología e ingeniería siendo promotores de la evolución y desarrollo del conocimiento. Se debe considerar que un estudiante de tecnología e ingeniería debe estar al tanto de esto, sin embargo, es difícil implementar de una manera detallada en el periodo académico la actualización completa de varios conocimientos en el proceso de su formación profesional.

Por tal motivo se realizará un material de apoyo para desarrollar habilidades en el conocimiento de las normas ISO-GPS 1101 (2017), 286-1 (2010), 286-2 (2010), 8015 (2011) que permita al usuario interpretar y aplicar dichos conocimientos ampliando y aportando en su formación profesional, con mayores estándares y capacidades dentro de la industria.

Para desarrollar el material de apoyo se hará uso del software (SOLIDWORKS), en el cual se explicará de manera detallada el uso correcto de las normas, por medio de ejemplos prácticos en los que se consolida el conocimiento adquirido por medio de una serie de videos que se realizarán a lo largo del proyecto.

1. GENERALIDADES

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En el diseño y fabricación de piezas mecánicas es importante el uso de normas para definir las especificaciones dimensionales y de fabricación que deberán estar contenidas en los planos, los cuales se utilizan para describir e interpretar las piezas en el diseño mecánico, en efecto es necesario aplicar las normas de tolerancias que permiten dar un margen de error aceptable con el fin de garantizar la funcionalidad pero esto puede impactar en el costo de la fabricación, por lo que su correcto uso es esencial para todo el proceso de diseño. Las normas ISO-GPS (geometrical product specification), definen las tolerancias como las características que deben ser implantadas en el dibujo para tener un buen manejo y mejorar el diseño, permitiendo así una buena comunicación entre el fabricante y el diseñador. En el proceso del diseño, las normas GD&T (Geometrical and dimensional tolerancing), son de gran importancia, porque facilitan la descripción del dibujo haciéndolo más entendible para lo que este quiere transmitir; el uso adecuado de estas normas trae consigo muchas ventajas en el área de diseño y fabricación ya que, estas permiten garantizar un funcionamiento más preciso e intercambiable y disminuir los conflictos por interpretación de planos, es decir, que se puede leer, describir, interpretar y fabricar en diferentes talleres o industrias.

En la actualidad muchos diseñadores piensan que la mayoría de piezas representadas en los planos de fabricación quedan totalmente definidas y representadas solo con el dibujo y acotación. En muchas industrias se encuentran con un mal uso de las normas de tolerancias las cuales producen casos de mala interpretación porque tienen especificaciones sobredimensionadas, incompletas o no interpretables, por dicho motivo, es necesario un poco más de elaboración y detalle dado que en un plano se deberán tener en cuenta diversos factores, por lo tanto, es necesario enfocarnos un poco más en esta problemática desde un sector específico. En el caso de Colombia, Alvarado (2015) expresa que las empresas muestran desinterés en recibir algún tipo de asesoramiento en el manejo de normas sobre dimensionamiento y asignación de tolerancias en el desarrollo de sus productos, incluso algunas ni siquiera las conocen, por lo tanto no le es posible evaluar la funcionalidad de sus diseños y los efectos negativos que se generan en cuanto a costos, calidad, procesos de manufacturas y desperdicio de materiales que conlleva el tener un producto sobredimensionado. Ahora bien, en Colombia las normas que abarcan el dimensionado y tolerado geométrico en los productos es la NTC (Norma técnica colombiana) siendo el comité técnico 000003 dibujo técnico, estas son la homologación del sistema de normas ISO GPS, sin embargo, la calidad de las NTC es deficiente, ya que presentan errores de traducción en el vocabulario de omisión, de referencia, de dibujo y de presentación que han permanecido vigentes por un tiempo bastante largo. “La cantidad y tipo de errores de las NTC sobre GD&T son de varios tipos y en número tal que hacen su lectura pesada y con riesgos de ser mal interpretados” (Gómez, Romero

y Suaza, 2002, p. 44) lo que muestra el poco uso que estas han tenido en la industria colombiana, para que una empresa adecue un producto a una NTC GD&T no necesariamente significa que se esté cumpliendo con las exigencias internacionales.

Con base a lo anteriormente descrito se desarrollará un material de apoyo orientado a mejorar la conceptualización y uso apropiado de tolerancias geométricas y dimensionales, basados en las normas ISO-GPS 1101(2017), 286-1(2010), 286-2(2010), 8015(2011), mediante el uso de un programa CAD y sus módulos de trabajo en tolerancias (SOLIDWORKS).

1.2 JUSTIFICACIÓN

Muchas industrias se encuentran con poca o sin información acerca de la conceptualización de las normas de tolerancias considerando que en el diseño y fabricación de piezas mecánicas es importante el manejo de las normas ISO-GPS 1101(2017), 286-1(2010), 286-2(2010), 8015(2011), las cuales están enfocadas en este proyecto de investigación. Por medio del material de apoyo se busca generar conocimiento de la conceptualización y uso de las normas ISO en las tolerancias dimensionales y geométricas, el correcto uso de estas normas sobre la pieza es de gran importancia porque permite que el diseñador tenga una mejor comunicación con el área de manufactura, elevando así la calidad de los productos y reduciendo los costos que genera la fabricación del producto, por lo tanto, es fundamental transmitir y orientar de manera tanto teórica como práctica todo el contenido de información que contienen las normas ISO-GPS.

Este proyecto está dirigido a toda una comunidad ya sean dibujantes, técnicos, tecnólogos, ingenieros, etc. ya que es importante fortalecer el uso de las normas ISO-GPS en su formación, al desarrollar este material de apoyo como guía para los estudiantes con el fin de que obtengan un mejor uso de los conceptos y lo puedan aplicar de forma correcta en su campo laboral, así ellos podrán ejercer en la industria colombiana con bases para tener un buen desempeño; este material sirve también como información acerca de la conceptualización y uso de las normas ISO -GPS en las empresas que las desconocen.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 OBJETIVO GENERAL

Desarrollar un material de apoyo para la correcta aplicación de los conceptos de tolerancias dimensionales y geométricas (GD&T) basado en las normas ISO-GPS 1101(2017), 286-1(2010), 286-2(2010), 8015(2011), por medio de una herramienta CAD.

1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Identificar y establecer el conjunto de información alrededor del dimensionamiento y tolerancias, de acuerdo, a las normas ISO-GPS 1101(2017), 286-1(2010), 286-2(2010), 8015(2011) (Dimensioning and Tolerancing).

- Diseñar y desarrollar el material de apoyo teniendo en cuenta ejemplos de aplicación y el uso de una herramienta CAD.

- Validar el material frente a los usuarios o personas que harán uso del manual (profesores y estudiantes).

2. ANTECEDENTES

2.1 ESTADO DEL ARTE.

Al investigar sobre las normas se encontró que la ISO (International Organization for Standardization), empezó en el año 1946 en el instituto de ingeniería civil en Londres con miembros de 25 países, que buscaban coordinar y unificar las normas industriales. El 23 de febrero de 1947 la nueva organización ISO, empieza a operar oficialmente. ISO ha publicado 22677 Normas Internacionales y documentos relacionados, que abarcan casi todas las industrias, desde tecnología, seguridad alimentaria, agricultura y atención médica.

En el año 1947 se crearon los comités técnicos (TC), el primero, TC1, se ocupa de las roscas de tornillo, mientras que, más recientemente, el TC323 se creó para estandarizar la economía circular. El comité técnico que se ocupa de las GPS (geometrical product specifications), es el TC213 el cual fue creado en el año 1996, actualmente cuenta con 25 miembros participantes, 27 miembros observadores, tiene 148 normas publicadas y 22 normas en desarrollo. La TC213 se estructura en 16 grupos de trabajos que están elaborando normas específicas para cada tema de las GPS.

Las normas ISO se revisan y se ajustan cada cinco años, debido a esto durante la investigación se encontraron ediciones anteriores de las normas a trabajar en este proyecto, empezando con las normas ISO 286-1 y 286-2, en el año 1962 se creó la norma ISO R 286 que se ocupa de los límites y ajustes, después en el año 1988 se divide esta norma en dos partes en la norma ISO 286-1 que trata de la base de las tolerancias, desviaciones y ajustes; en el año 2010 la norma 286-1 abarca los tamaños lineales, así mismo sucedió con la norma ISO 286-2 en 1988 abarca las tablas de grados de desviación estándar y en el año 2010 con los tamaños lineales.

La norma ISO 8015, fue establecida en el año 1985 en el área de dibujo técnico como principio de tolerancia fundamental, luego en el año 2011 fue modificada para tener las GPS, como Fundamentos, conceptos, principios y reglas.

La norma ISO 1101, ha sido modificada 4 veces a lo largo de su historia, empezando en el año 1969 como ISO R 1101-1, en el año 1983 la norma ISO 1101 abarca las técnicas de dibujo, con las tolerancias geométricas, en el año 2004 forma parte de las normas GPS, es modificada en el año 2012, más adelante en el año 2017.

En las páginas web se encuentran proyectos, artículos, libros, donde se encuentra mucha información con respecto a las normas ISO-GPS 8015, 286-1, 286-2 y 1101, teniendo un gran contenido de información teórico pero muy poca práctica en la cual se encuentran algunos videos

que brindan conocimientos con respecto al tema pero estas se ven de una manera un poco generalizada y no de una manera detallada o se encuentra en un idioma diferente lo cual puede generar dudas a la hora de hacer una correcta representación de este tipo de normas

2.2 HISTORIA

ISO nació de la unión de dos organizaciones, una era el ISA (Federación Internacional de Asociaciones Nacionales de Normalización), establecida en Nueva York en 1926 y se administró desde Suiza; el otro fue el UNSCC (Comité de Coordinación de las Naciones Unidas Stand RDS), establecida sólo en 1944 y se administró en Londres.

La UNSCC se administraba desde las mismas oficinas del ICE (International Electrotechnical Commission) creada en 1906, organismo con bastante renombre. En aquél entonces, el secretario general de la organización era Charles Le Maistre considerado como el padre de la normalización.

El año 1945 fue muy importante para la historia de la ISO, los delegados de la UNSCC se reunieron en Nueva York para intentar crear una organización de normalización. Le Maistre, tras la guerra mundial tomó contacto con la ISA y les informó de la recientemente creada UNSCC.

La idea que tenía Le Maistre era la creación de un único organismo conjunto internacional dedicado a la normalización y fue así como se fundó la ISO. En Julio del año 1946 en París se realizó un consejo de la ISA, Le Maistre convocó una reunión de la UNSCC en el mismo lugar. Por lo tanto, se forzó así la determinación de unirse, pocos meses después se disolvió la ISA por las irregularidades que existían y el paro de operaciones detectado a causa de la guerra. Poco a poco Le Maistre consiguió la unión de los delegados de UNSCC y la ISA.

Debido a que la 'Organización Internacional para la Estandarización' tendría diferentes siglas en diferentes idiomas (IOS en inglés, OIN en francés para la Organización Internacional de Normalización), los fundadores decidieron darle la forma abreviada ISO; el cual se deriva del griego isos, que significa igual para permitir que cualquier país sin importar el idioma, siempre será ISO, el 23 de febrero de 1947 la nueva organización ISO comenzó oficialmente sus operaciones.

En 1951, se publicó el primer estándar ISO (denominado Recomendaciones en este momento), ISO / R 1: 1951 Temperatura de referencia estándar para mediciones de longitud industrial. Desde entonces, el estándar se ha actualizado en numerosas ocasiones y ahora es ISO 1: 2002 Especificaciones de productos geométricos (GPS): temperatura de referencia estándar para especificaciones de productos geométricos.

Desde entonces, se ha publicado más de 22783 estándares internacionales que cubren casi todos los aspectos de la tecnología y la fabricación. Actualmente hacen parte 164 países y 780 comités técnicos y subcomités para ocuparse del desarrollo de normas. Más de 135 personas trabajan a tiempo completo para la Secretaría Central de ISO en Ginebra, Suiza.

3. MARCO TEÓRICO

3.1 ¿QUÉ ES LA ISO?

ISO (The International Organization for Standardization), es una organización internacional que crea normas o documentos que proporcionan requisitos, especificaciones, pautas o características que se pueden usar de manera consistente para garantizar que los materiales, productos, procesos y servicios sean adecuados para su propósito.

3.2 ¿QUÉ ES ISO-GPS?

Geometrical product specification o especificación geométrica del producto (GPS) es el lenguaje simbólico internacional que se utiliza para las tolerancias en los dibujos técnicos GPS que se definen en una serie de normas publicadas por la ISO, las normas GPS son desarrollados por el comité técnico de la ISO/TC 213.

La especificación geométrica del producto (GPS) es la base para la fabricación y el comercio internacional lo cual hace posible que el dibujo de un componente que se ha desarrollado en un país y es enviado a otro, se pueda entender de manera clara para su fabricación o el producto fabricado se pueda comprender correctamente a través de lenguaje GPS.

3.3 ESTRUCTURA

Se clasifican en tres partes:

3.3.1 NORMAS ISO FUNDAMENTALES DE GPS

Estas son las normas ISO-GPS que definen reglas y principios que se aplican a todas las categorías (categorías de propiedades geométricas y otras categorías) y todos los enlaces de cadena en la matriz ISO GPS.

3.3.2 NORMAS GENERALES DE ISO-GPS

Estas son normas ISO GPS que se aplican a una o más categorías de propiedades geométricas, y a una o más cadenas de enlaces, pero no son normas ISO fundamentales.

3.3.3 NORMAS COMPLEMENTARIAS ISO-GPS

Estas son las normas ISO GPS que se refieren a procesos de fabricación específicos o a elementos específicos de la máquina.

3.4 NORMAS

3.4.1 NORMA ISO-GPS 8015 (2011)

Esta norma específica los conceptos fundamentales, principios y reglas válidas para la creación, interpretación y aplicación de todas las demás normas internacionales, especificaciones técnicas e informes técnicos en relación con las especificaciones dimensionales y geométricas de producto (GPS) y Verificación.

Esta norma se aplica a la interpretación de las indicaciones de GPS en todo tipo de dibujos donde el término "dibujo" se ha de interpretarse en el sentido más amplio posible, que abarca el total del paquete de documentación que especifique la pieza de trabajo.

Esta Norma Internacional cubre trece principios fundamentales que se aplican a todos los estándares de GPS, las cuales son:

- Principio de Invocación.
- Principio de jerarquía estándar GPS.
- Principio de dibujo definitivo.
- Principio de característica.
- Principio de Independencia.
- Principio de decimal.
- Principio de defecto.
- Principio de condición de referencia.
- Principio de la pieza rígida.
- Principio de dualidad.

- Principio de control funcional.
- Principio de especificación general.
- Principio de Responsabilidad.

3.4.2 Norma ISO-GPS 286 (2010)

Cuando se requiere una condición de ajuste específica entre las características de acoplamiento de dos piezas de trabajo diferentes es necesario asignar un margen, ya sea positivo o negativo, al tamaño nominal para lograr el espacio libre o la interferencia requerida y la norma ISO 286 proporciona el sistema de código aceptado internacionalmente para tolerancias en tamaños lineales.

La condición previa para la aplicación del sistema de código ISO para tolerancias en tamaños lineales para las características que forman un ajuste es que los tamaños nominales del agujero y el eje sean idénticos

Esta norma ofrece una selección estandarizada de clases de tolerancia para propósitos generales entre las numerosas posibilidades y define la terminología básica para ajustes entre dos características de tamaño sin restricciones de orientación y ubicación explica los principios de "agujero básico" y "eje básico".

La norma ISO-GPS 286 se divide en dos partes, la primera contiene las definiciones para entender las tolerancias dimensionales y la segunda contiene tablas donde se encuentran los valores de desviaciones fundamentales para todas las posiciones en los agujeros y ejes.

3.4.2.1 AGUJERO BÁSICO

Según el código ISO, el agujero básico es un agujero para el cual la desviación del límite inferior es cero.

3.4.2.2 EJE BÁSICO

Es un eje para el cual la desviación del límite superior es cero.

3.4.2.3 TAMAÑO NOMINAL

El tamaño nominal se utiliza para la ubicación de los límites de tamaño mediante la aplicación de las desviaciones del límite superior e inferior. En tiempos anteriores, esto se denominaba tamaño básico.

3.4.2.4 DESVIACIÓN DEL LÍMITE.

Desviación del límite superior o desviación del límite inferior del tamaño nominal.

- DESVIACIÓN DEL LÍMITE SUPERIOR:
  El término ES se utiliza para los agujeros en las características internas de tamaño y el término es se usa para los ejes en las características externas de tamaño. Para hallar el límite de desviación superior se aplica la fórmula el tamaño máximo del agujero o eje menos el tamaño nominal.

- DESVIACIÓN DEL LÍMITE INFERIOR:
  El término EI se utiliza para los agujeros en las características internas de tamaño y el término ei se usa para los ejes en las características externas de tamaño. Para hallar el límite de desviación inferior se aplica la fórmula el tamaño mínimo del agujero o eje menos el tamaño nominal.

3.4.2.5 LÍMITES DE TOLERANCIA

Valores especificados de las características que dan límites superiores e inferiores del valor permisible.

3.4.2.6 TOLERANCIA ESTÁNDAR IT

Cualquier tolerancia perteneciente al sistema de código ISO para tolerancias en tamaños lineales.

Las letras en el término abreviado **"IT** "significa tolerancia internacional.

3.4.2.7 GRADOS DE TOLERANCIA ESTÁNDAR

Los grados de tolerancia estándar son designados por letras IT seguido por el número de grado, por ejemplo, IT7, se considera que un grado de tolerancia específico corresponde al mismo nivel de precisión para todos los tamaños nominales.

Los valores de tolerancias estandarizadas se dan en la tabla 1, cada una de las columnas da los valores para un grado de tolerancia estándar entre IT01 y IT18, cada fila en la tabla 1 está representando por una gama de tamaños. Los límites de los rangos de tamaños se dan en la primera columna de la tabla 1.

Tabla 1. *Valores de grado de tolerancia estándar*

Tamaño Nominal mm		Grados de tolerancia estándar																			
		IT01	IT0	IT1	IT2	IT3	IT4	IT5	IT6	IT7	IT8	IT9	IT10	IT11	IT12	IT13	IT14	IT15	IT16	IT17	IT18
Sobre	Hasta y Incluido	Valores de tolerancia estándar																			
		µm													mm						
—	3	0,3	0,5	0,8	1,2	2	3	4	6	10	14	25	40	60	0,1	0,14	0,25	0,4	0,6	1	1,4
3	6	0,4	0,6	1	1,5	2,5	4	5	8	12	18	30	48	75	0,12	0,18	0,3	0,48	0,75	1,2	1,8
6	10	0,4	0,6	1	1,5	2,5	4	6	9	15	22	36	58	90	0,15	0,22	0,36	0,58	0,9	1,5	2,2
10	18	0,5	0,8	1,2	2	3	5	8	11	18	27	43	70	110	0,18	0,27	0,43	0,7	1,1	1,8	2,7
18	30	0,6	1	1,5	2,5	4	6	9	13	21	33	52	84	130	0,21	0,33	0,52	0,84	1,3	2,1	3,3
30	50	0,6	1	1,5	2,5	4	7	11	16	25	39	62	100	160	0,25	0,39	0,62	1	1,6	2,5	3,9
50	80	0,8	1,2	2	3	5	8	13	19	30	46	74	120	190	0,3	0,46	0,74	1,2	1,9	3	4,6
80	120	1	1,5	2,5	4	6	10	15	22	35	54	87	140	220	0,35	0,54	0,87	1,4	2,2	3,5	5,4

Recuperado de: Norma ISO (GPS) 286-1 (2010)

3.4.2.8 RELACIÓN DE AJUSTE

Esta entre una característica externa de tamaño y una característica interna de tamaño (el orificio y el eje del mismo tipo) que se deben ensamblar.

- AJUSTE DE HOLGURA: Se genera holgura entre el orificio y el eje cuando se ensambla, es decir, el límite inferior del tamaño del orificio es mayor o en el caso extremo igual al límite superior del tamaño del eje.

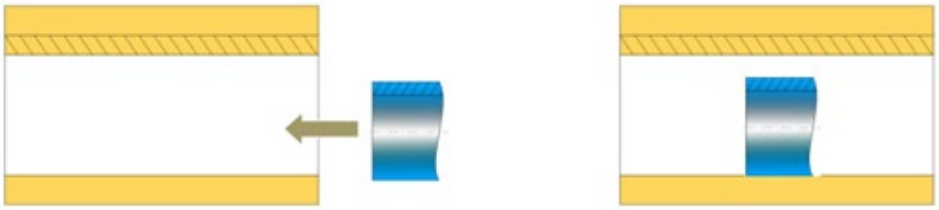

Figura 1. Ajuste de holgura. Universidad Carlos III de Madrid, 2011 por Rubio, H.

- AJUSTE DE INTERFERENCIA: Se produce interferencia entre el orificio y el eje cuando es ensamblado, es decir, el límite superior del tamaño del orificio es menor o en el caso extremo, igual al límite inferior del tamaño del eje

Figura 2. Ajuste de interferencia. Universidad Carlos III de Madrid, 2011 por Rubio, H.

- AJUSTE DE TRANSICIÓN**:** Puede proporcionar un espacio libre o una interferencia entre el orificio y el eje cuando se ensambla.

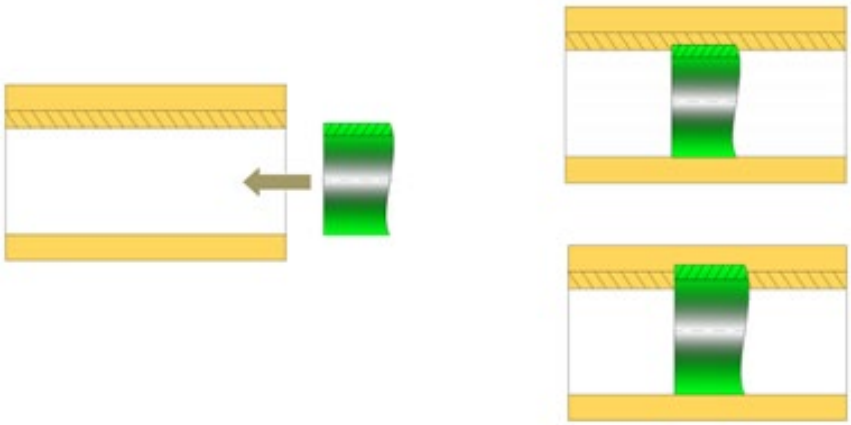

Figura 3. Ajuste de transición. Universidad Carlos III de Madrid, 2011 por Rubio, H.

3.4.2.9 POSICIÓN DEL INTERVALO DE TOLERANCIA

El intervalo de tolerancia es un valor variable contenido entre los límites de tamaño superior e inferior, la clase expresa la posición del intervalo de la tolerancia con respecto al tamaño nominal, por medio de la desviación fundamental. La información sobre la posición del intervalo de tolerancia, en la desviación fundamental se identifica con una o más letras, llamadas identificadoras de desviación fundamental:

Una descripción gráfica de la posición de los intervalos de tolerancia en relación con los tamaños nominales y los signos (+ o -) de las desviaciones fundamentales para agujeros y ejes se dan en **las figuras 4, y 5.**

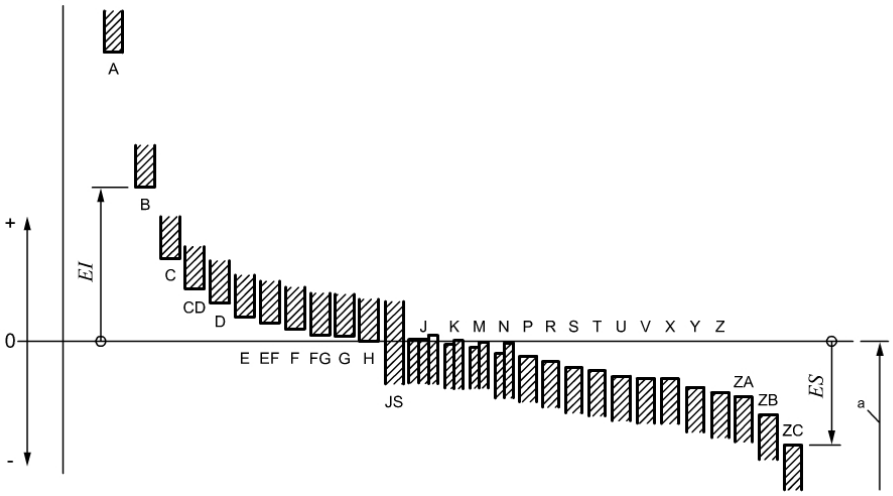

Figura 4. Posición de las desviaciones fundamentales para agujeros. ISO Copyright 2010 por ISO.

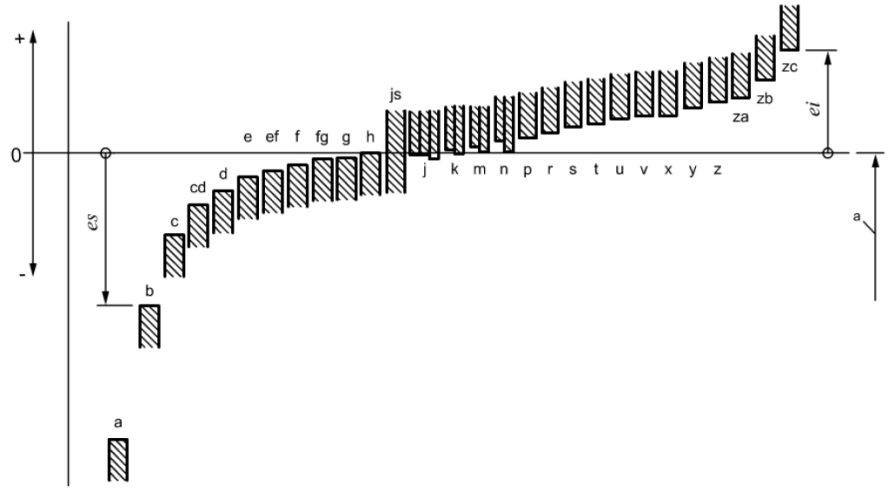

Figura 5. Posición de las fundamentales para ejes. ISO Copyright 2010 por ISO.

3.4.2.10 DESVIACIÓN FUNDAMENTAL

La desviación fundamental es esa desviación límite, que define el límite de tamaño, que debe ser el más cercano al tamaño nominal.

Las desviaciones fundamentales se identifican y controlan mediante:

- Letra mayúscula para los agujeros (A.…ZC).
- Letra minúscula para los ejes (a....zc).

Tabla 2. *Límite de desviaciones (Deviaciones fundamentales) para agujeros, (medida en micrometros)*

Medida nominal mm		A[b]					B[b]						C					
Encima	Hasta e inclu-yendo	9	10	11	12	13	8	9	10	11	12	13	8	9	10	11	12	13
—	3[b]	+295 +270	+310 +270	+330 +270	+370 +270	+410 +270	+154 +140	+165 +140	+180 +140	+200 +140	+240 +140	+280 +140	+74 +60	+85 +60	+100 +60	+120 +60	+160 +60	+200 +60
3	6	+300 +270	+318 +270	+345 +270	+390 +270	+450 +270	+158 +140	+170 +140	+188 +140	+215 +140	+260 +140	+320 +140	+88 +70	+100 +70	+118 +70	+145 +70	+190 +70	+250 +70
6	10	+316 +280	+338 +280	+370 +280	+430 +280	+500 +280	+172 +150	+186 +150	+208 +150	+240 +150	+300 +150	+370 +150	+102 +80	+116 +80	+138 +80	+170 +80	+230 +80	+300 +80
10	18	+333 +290	+360 +290	+400 +290	+470 +290	+560 +290	+177 +150	+193 +150	+220 +150	+260 +150	+330 +150	+420 +150	+122 +95	+138 +95	+165 +95	+205 +95	+275 +95	+365 +95
18	30	+352 +300	+384 +300	+430 +300	+510 +300	+630 +300	+193 +160	+212 +160	+244 +160	+290 +160	+370 +160	+490 +160	+143 +110	+162 +110	+194 +110	+240 +110	+320 +110	+440 +110
30	40	+372 +310	+410 +310	+470 +310	+560 +310	+700 +310	+209 +170	+232 +170	+270 +170	+330 +170	+420 +170	+560 +170	+159 +120	+182 +120	+220 +120	+280 +120	+370 +120	+510 +120
40	50	+382 +320	+420 +320	+480 +320	+570 +320	+710 +320	+219 +180	+242 +180	+280 +180	+340 +180	+430 +180	+570 +180	+169 +130	+192 +130	+230 +130	+290 +130	+380 +130	+520 +130

Recuperado de: Norma ISO (GPS) 286-1 (2010)

Tabla 3. *Límite de desviaciones (Deviaciones fundamentales) para ejes, (medida en micrometros)*

Medida nominal mm		a[b]					b[b]						c				
Encima	Hasta e inclu-yendo	9	10	11	12	13	8	9	10	11	12	13	8	9	10	11	12
—	3[b]	−270 −295	−270 −310	−270 −330	−270 −370	−270 −410	−140 −154	−140 −165	−140 −180	−140 −200	−140 −240	−140 −280	−60 −74	−60 −85	−60 −100	−60 −120	−60 −150
3	6	−270 −300	−270 −318	−270 −345	−270 −390	−270 −450	−140 −158	−140 −170	−140 −188	−140 −215	−140 −260	−140 −320	−70 −88	−70 −100	−70 −118	−70 −145	−70 −190
6	10	−280 −316	−280 −338	−280 −370	−280 −430	−280 −500	−150 −172	−150 −186	−150 −208	−150 −240	−150 −300	−150 −370	−80 −102	−80 −116	−80 −138	−80 −170	−80 −230
10	18	−290 −333	−290 −360	−290 −400	−290 −470	−290 −560	−150 −177	−150 −193	−150 −220	−150 −260	−150 −330	−150 −420	−95 −122	−95 −138	−95 −165	−95 −205	−95 −275
18	30	−300 −352	−300 −384	−300 −430	−300 −510	−300 −630	−160 −193	−160 −212	−160 −244	−160 −290	−160 −370	−160 −490	−110 −143	−110 −162	−110 −194	−110 −240	−110 −320
30	40	−310 −372	−310 −410	−310 −470	−310 −560	−310 −700	−170 −209	−170 −232	−170 −270	−170 −330	−170 −420	−170 −560	−120 −159	−120 −182	−120 −220	−120 −280	−120 −370
40	50	−320 −382	−320 −420	−320 −480	−320 −570	−320 −710	−180 −219	−180 −242	−180 −280	−180 −340	−180 −430	−180 −570	−130 −169	−130 −192	−130 −230	−130 −290	−130 −380

Recuperado de: Norma ISO (GPS) 286-1 (2010)

3.5 NORMA ISO-GPS 1101:2017

Esta norma reemplaza a la versión anterior [ISO 1101:2012], la norma establece la base para especificar correctamente las tolerancias de tipo geométricas sobre una pieza y define los conceptos fundamentales de las tolerancias geométricas.

En esta norma se define algunos conceptos claves para entender las especificaciones tales como:

- ZONA DE TOLERANCIA: Espacio limitado por una o varias líneas o superficies geométricamente perfectas, y caracterizado por una dimensión lineal, llamada tolerancia.

- PLANO DE INTERSECCIÓN: Plano, establecido a partir de una característica extraída de la pieza de trabajo, que identifica una línea en una superficie extraída (integral o mediana) o un punto en una línea extraída.

- PLANO DE ORIENTACIÓN: Plano, establecido a partir de una característica extraída de la pieza de trabajo, que identifica la orientación de la zona de tolerancia

- CARACTERÍSTICA DE DIRECCIÓN: Característica, establecida a partir de una característica extraída de la pieza de trabajo, que identifica la dirección del ancho de la zona de tolerancia.

- DIMENSIÓN TEÓRICAMENTE EXACTA (TED): Dimensión indicada en la documentación técnica del producto, que no se ve afectada por una tolerancia individual o general.

Existen conceptos básicos para las tolerancias geométricas como:

1. Las tolerancias geométricas se especificarán de acuerdo con los requisitos funcionales. Los requisitos de fabricación e inspección también pueden influir en la tolerancia geométrica.

2. Una tolerancia geométrica aplicada a una entidad define la zona de tolerancia dentro de la cual se debe contener esa entidad.

3. Una característica es una porción específica de la pieza de trabajo, como un punto, una línea o una superficie, hay dos tipos de características:

    - Una *característica integral* es un plano o una línea en una superficie en un componente, es decir, algo que se puede tocar.

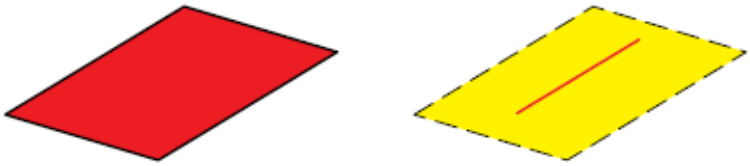

Figura 6. Una característica integral. ISO Copyright/Danish Standards 2012 por Nielsen, H.

    - Una *característica derivada* es un punto central, una línea media o una superficie mediana, que proviene de una o más características integrales. Una característica derivada puede ser ideal, es decir sin error de forma o no ideal, es decir, con error de forma.

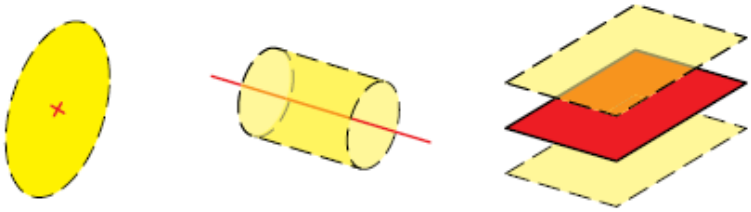

Figura 7. Una característica derivada. ISO Copyright/Danish Standards 2012 por Nielsen, H.

4. Las tolerancias geométricas que se asignan a entidades relacionadas con un datum no limitan las desviaciones de forma de la propia característica de datum. Puede ser necesario especificar tolerancias de forma para las características de referencia.

3.5.1 SIMBOLOGÍA USADA EN LA NORMA ISO 1101:2017

La norma ISO 1101:2017 define una serie de símbolos para la especificación de las características de las tolerancias geométricas sobre el elemento, también añade características adicionales para dar información adicional de forma clara sobre la pieza o elemento a trabajar.

La simbología que utiliza la norma ISO-1101:2017 para definir los diferentes tipos de tolerancias geométricas (tabla 5), son usadas para definir las características que el elemento debe tener para un correcto funcionamiento.

- TOLERANCIAS DE FORMA: Las tolerancias de forma son aquellas que controlan la rectitud, planitud, circularidad, y cilindricidad. Estas son características individuales que controlan cuánto varia la geometría de la pieza y son aplicables para las características de tamaño.

  Ninguna de las tolerancias de forma está relacionadas a los datums o planos de referencia.

- TOLERANCIAS DE ORIENTACIÓN: Las tolerancias de orientación definen el grado en el cual la orientación de un componente tiene permitido desviarse con respecto al elemento de referencia, estas pertenecen a las características de paralelismo, perpendicularidad y angularidad.

  Las tolerancias de orientación no ubican las características, solo controlan el ángulo de la orientación, y se necesita el uso de los datums.

- TOLERANCIAS DE UBICACIÓN: Las tolerancias de ubicación controlan la posición de los elementos, además pueden controlar su forma e inclinación de manera indirecta.

  Para las tolerancias de ubicación es necesario aplicar el uso de los datums y en algunos casos las dimensiones teóricamente exactas (TED).

- TOLERANCIA DE FORMA DE PERFIL: Las tolerancias geométricas de perfil que se componen de dos las cuales son, perfil de una línea y perfil de una superficie, estas controlan la forma, orientación o ubicación de líneas rectas o superficies, arcos y curvas irregulares.

  Las tolerancias de forma de perfil pueden no estar o estar relacionadas a los datums.

Tabla 4. *Simbología de Tolerancias geométricas*

Especificación	Características	Símbolo
Forma	Rectitud	—
	Planitud	▱
	Redondez	○
	Cilindricidad	⌭
	Perfil de línea	⌒ [a]
	Perfil de Superficie	⌓ [a]
Orientación	Paralelismo	//
	Perpendicularidad	⊥
	Angularidad	∠
	Perfil de línea	⌒ [a]
	Perfil de Superficie	⌓ [a]
Ubicación	Posición	⌖
	Concentricidad (Para puntos centrales)	◎
	Coaxialidad (Parara líneas medianas)	◎
	Simetría	⌯
	Perfil de línea	⌒ [a]
	Perfil de Superficie	⌓ [a]

Recuperado de: Norma ISO (GPS) 1101:2017

Algunos símbolos definidos en normas anteriores a esta se han eliminado por causa de ambigüedad, es decir, por falta de claridad en el momento de interpretar la tolerancia. Los modificadores de material que con más frecuencia se utilizan en el elemento para indicar si se utilizara el valor máximo o mínimo en la zona tolerada del elemento, es el máximo requerimiento de material con el siguiente símbolo Ⓜ, que especifica que la zona tolerada se toma el valor máximo y el mínimo requerimiento de material con el símbolo Ⓛ, indica que se toma en la zona tolerada el valor mínimo que provee la más pequeña cantidad de material.

3.5.2 MARCO DE CONTROL DE CARACTERÍSTICA

El marco de control se representa con un rectángulo que se divide en varios compartimientos, las cuales permiten describir las características de la tolerancia geométrica que se aplican sobre el elemento, para garantizar que las funciones sean correctas.

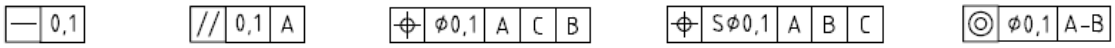

Figura 8. Ejemplos de marcos de control de características. ISO Copyright 2012 por ISO.

- Primer compartimento: el símbolo de la característica geométrica
- Segundo compartimento: el ancho de la zona de tolerancia en la unidad utilizada para dimensiones lineales y requisitos complementarios.
- Si la zona de tolerancia es circular o cilíndrica, el valor está precedido por el símbolo "ø".
- Si la zona de tolerancia es esférica, el valor está precedido por "S".
- Tercer compartimento y posterior, si corresponde: la letra o letras que identifican el datum o el datum común o el sistema de datum.

3.5.3 GRADOS DE LIBERTAD

Los grados de libertad son parámetros que describen la posición de un componente o el estado de una zona de tolerancia. Inicialmente, todos los objetos tienen seis grados de libertad posicionales, tres de ellos controlan el desplazamiento de traslación (movimiento lineal) a lo largo de los ejes X, Y e Z, estos describen la ubicación del objeto como coordenadas en un sistema de coordenadas cartesianas y tres controlan la orientación como rotaciones alrededor de los tres ejes en el sistema de coordenada como se muestra en la figura 9.

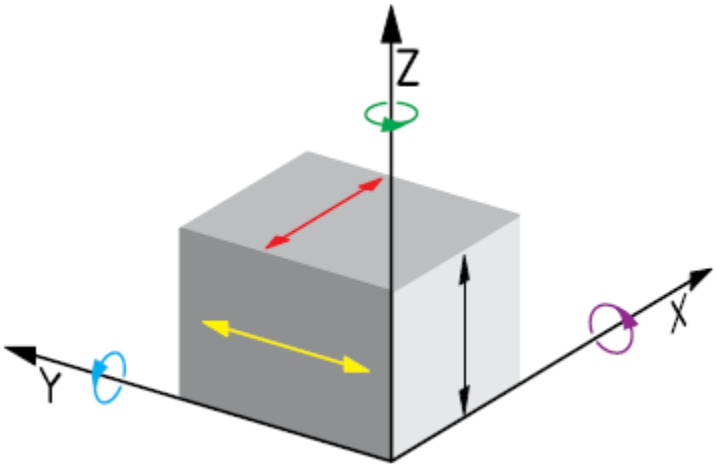

Figura 9. Los seis grados de libertad. ISO Copyright/Danish Standards 2012 por Nielsen, H.

3.5.4 DATUM

Los datums son teóricamente puntos perfectos, líneas y planos, por lo cual establecen el origen a partir del cual se establece la ubicación o las características geométricas de las características. Estos puntos, líneas y planos existen dentro de una estructura de tres planos de intersección mutuamente perpendiculares conocidos como un marco de referencia como se muestra en la figura 10.

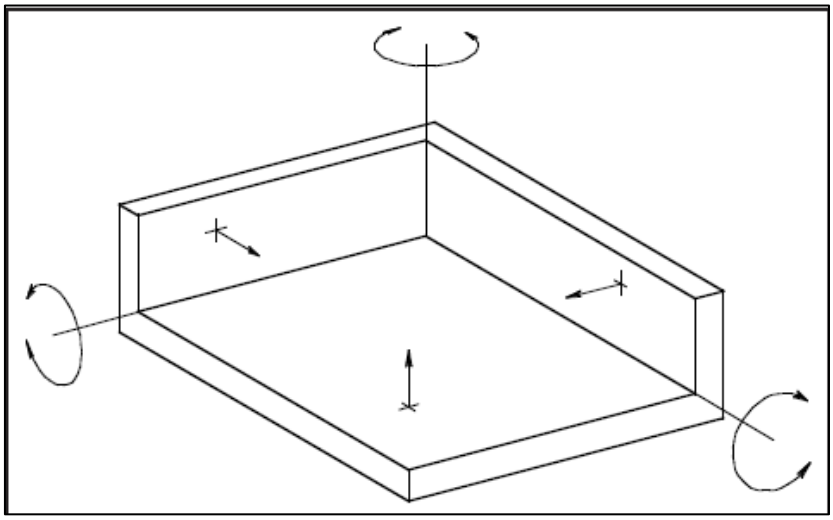

Figura 10. Intersección perpendicular de los tres Datum de referencia. Copyright 2006 por Cogorno, G.

El uso de los datums tiene como fin, orientar e inmovilizar las piezas en relación con el marco de referencia en su orden de prioridad seleccionado, es decir, que la restricción de los grados de libertad de una pieza se realizara en un orden determinado.

3.5.6 SISTEMA DATUM.

Un sistema de referencia consiste en un datum primario (primero), un datum secundario (segundo) y, en algunos casos, un datum terciario (tercero). Esta priorización significa que el datum primario primero bloquea tantos grados de libertad como sea posible como se muestra en la figura 11. A continuación, el datum secundario bloquea tantos grados de libertad que no están bloqueados por el datum primario como se muestra en la figura 12. Finalmente, el datum terciario bloquea tantos grados de libertad como puede de todos los grados que no estén bloqueados por el datum primario o secundario, como se muestra en la figura 13.

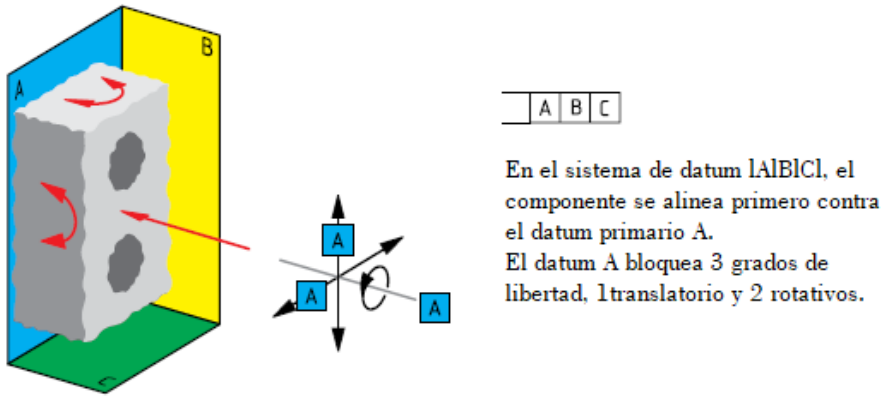

Figura 11. Datum primario en el sistema de referencia. ISO Copyright/Danish Standards 2012 por Nielsen, H.

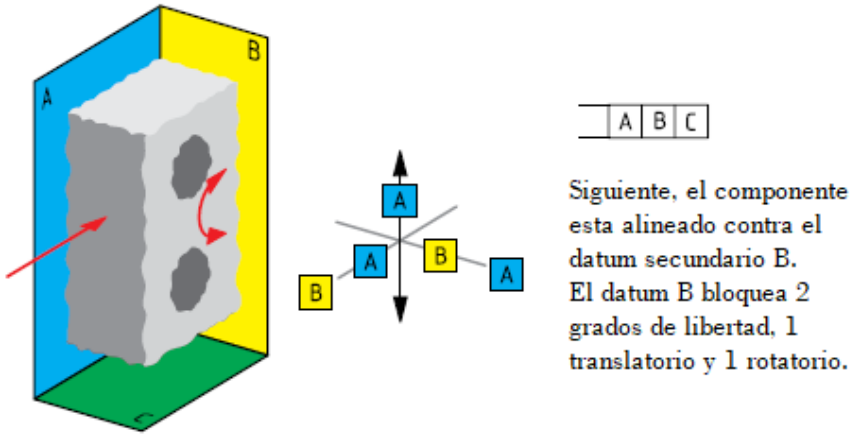

Figura 12. Datum secundario en el sistema de referencia. ISO Copyright/Danish Standards 2012 por Nielsen, H.

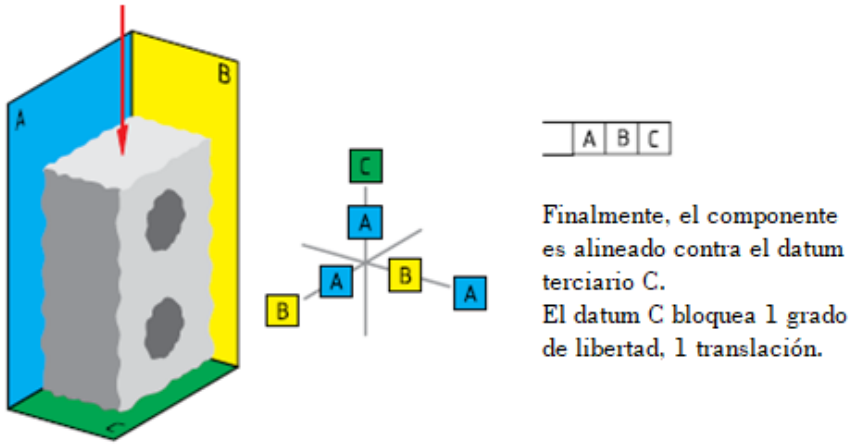

Figura 13. Datum terciario en el sistema de referencia ISO Copyright/Danish Standards 2012 por Nielsen, H.

4. ELABORACIÓN DEL MATERIAL.

Una vez consultada y analizada toda la información en base a las normas ISO-GPS 8015(2011), 286-1(2010), 286-2(2010) y 1101(2017), se continua con la elaboración del material de apoyo para la conceptualización y aplicación de las definiciones de las tolerancias dimensionales y geométricas, en el que se describe de manera detallada cada una de las etapas de elaboración, así como los criterios bajo las cuales fueron basadas las decisiones para su realización.

Toda la información con respecto a las normas ISO-GPS 8015(2011), 286-1(2010), 286-2(2010) y 1101(2017), después de haber comprendido el tema de cada norma, se procede a recopilar y organizar dicha información, además se establece el tipo de material a elaborar, por lo consiguiente, se plantea desarrollar una serie de videos con el fin de dar a conocer algunos temas conceptuales sobre las tolerancias dimensionales y geométricas, y con la aplicación de estas tolerancias de acuerdo a lo establecido en las normas ISO-GPS desde un software CAD.

Por lo tanto, se realiza el material de manera que quede explicado de forma clara y detallada los conceptos de tolerancias dimensionales y geométricas, desarrollando los videos con contenido teórico y otros con contenido práctico por medio de algunos ejemplos, con el propósito de que los estudiantes puedan entender claramente los conceptos y aplicación de estas normas, sumando a esto el uso de las herramientas del programa CAD SOLIDWORKS.

4.1 ELABORACIÓN MATERIAL AUDIOVISUAL.

4.1.1 Selección del software CAD.

Hay varios programas CAD que se utilizan para el diseño y elaboración de piezas mecánicas donde los más usados son SOLIDWORKS, SOLID EDGE, NX, INVENTOR, CATIA y PRO ENGINEER cada uno tiene sus propias herramientas para el adecuado dimensionamiento de las piezas.

En proyectos similares a este de los cuales uno de ellos da a explicar la norma ISO-GPS (1101) en los programas CAD SOLIDWORKS y NX reflejado en ensambles y otro proyecto llamado “Material de apoyo para la aplicación de los conceptos de tolerancias dimensionales y geométricas basado en la norma ASME Y14.5M 2009 mediante el programa CAD siemens NX” elaborado por (Sandoval y Guerrero, 2019) por medio de ejemplos prácticos para dar a entender los conceptos de la norma. Cada proyecto se realizó con el fin de dar a entender las herramientas con las cuales cuenta cada programa para la aplicación de las tolerancias dimensionales y geométricas.

La elección del software CAD para este proyecto es el programa SOLIDWORKS porque es uno de los programas que más se utiliza para el diseño de piezas mecánicas a diferencia de otros programas CAD, también que su interfaz es fácil de manejar y se quiere profundizar sobre el uso de la herramienta DimXpert, para acotar las piezas mecánicas en base a las normas ISO-GPS en relación con las tolerancias dimensionales y geométricas, también se escoge este programa CAD debido a la escasez de los recursos informáticos sobre el uso de esta herramienta.

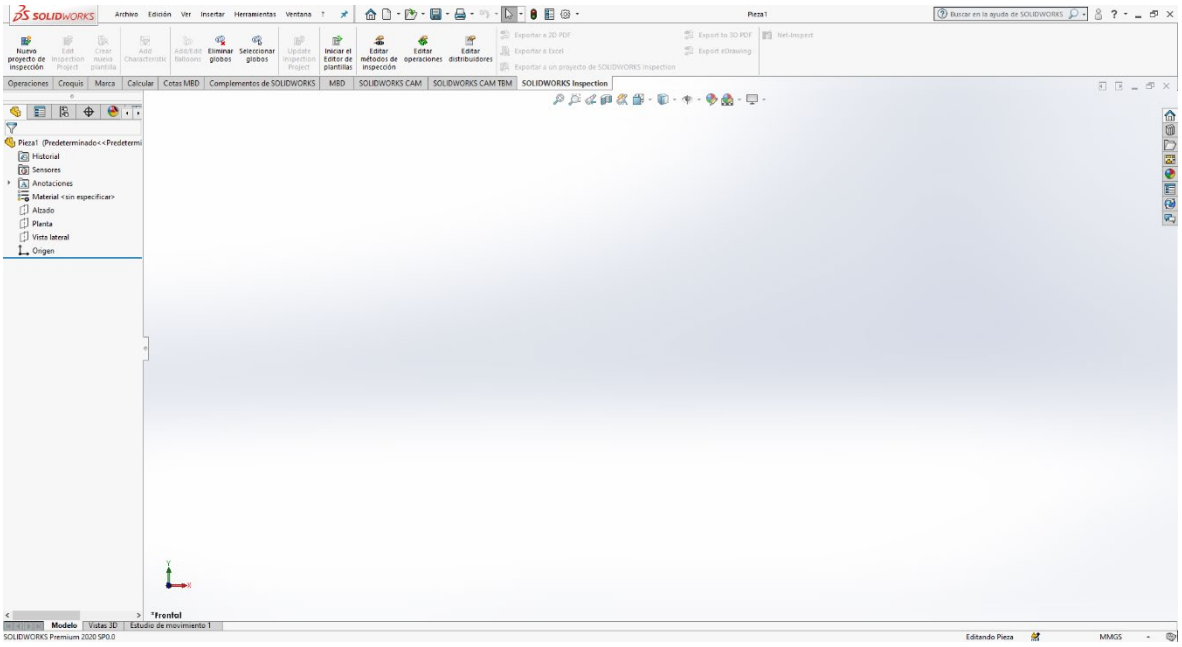

Figura 14. Interfaz del programa CAD SOLIDWORKS 2019. Elaboración propia.

Por último, se opta por utilizar una de las versiones más recientes del programa CAD SOLIDWORKS siendo la versión del 2019.

4.1.2 Selección de software de animación.

Antes de hacer los guiones para los videos se especifica que la parte teórica estén animados, con el fin de dar una mejor explicación a las normas ISO-GPS, se buscan programas que permitan elaborar videos con animación.

Se encuentran programas como Rawshorts, Powtoon, MakeWebVideo, VideoScribe, etc., que se pueden hacer videos animados, entre todos los programas encontrados se eligió el programa de animación Powtoon ya que, es un programa que no es necesario descargar y se puede utilizar de manera online contando con plantillas para poder empezar a grabar, sencillo de utilizar, su manejo para insertar imágenes, animaciones, organizar los videos, etc., por otro lado, los demás programas solo permitían un tiempo de uso limitado para la creación de estos videos animados.

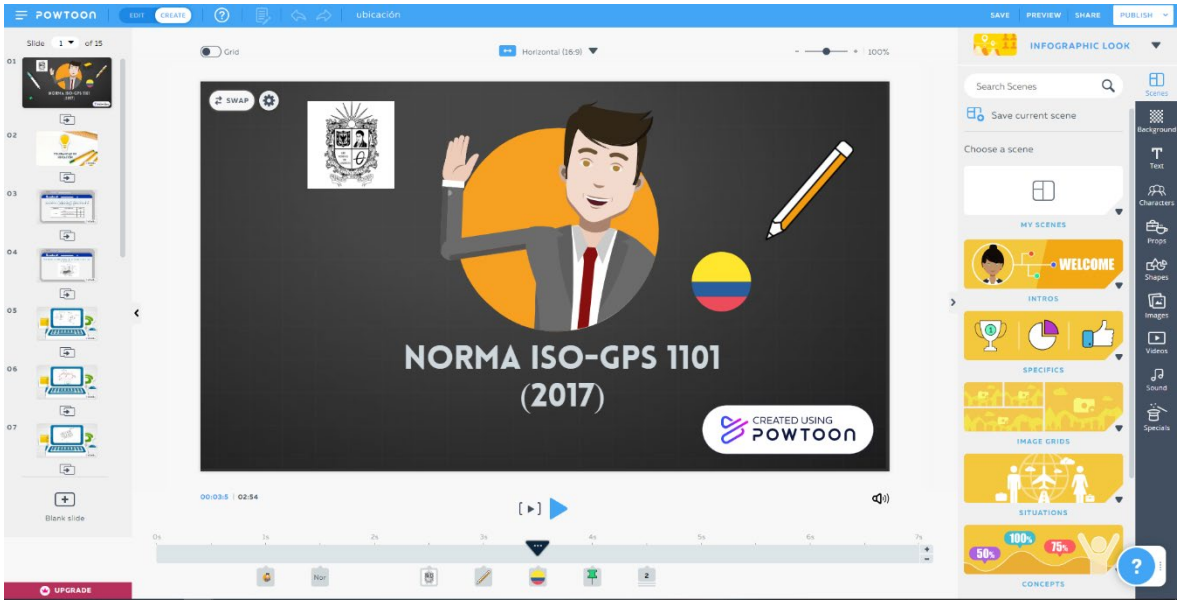

Figura 15. Interfaz del programa de animación POWTOON. Elaboración propia

4.1.3 Selección de piezas a explicar.

La selección de cada pieza a explicar se tomó en cuenta que la pieza fuese sencilla con el propósito de aplicar las tolerancias dimensionales y geométricas, la primera pieza a trabajar se diseñó de forma autónoma para la aplicación de las tolerancias dimensionales, mientras que la segunda pieza se hizo uso de la guía práctica Geotol Pro, este libro contiene varias piezas toleradas geométricamente con su respectivo análisis en base a la norma ASME Y14.5M (2009). La pieza se modificó su análisis con el objetivo de quedar conforme a las normas ISO-GPS.

Para la primera pieza será una placa cuadrada de 280x280mm. y un espesor de 20mm, con cuatro agujeros con un diámetro nominal de 36 mm y una distancia de 200mm entre centros, y ejes con el mismo diámetro nominal que los agujeros, en la cual se ensamblan.

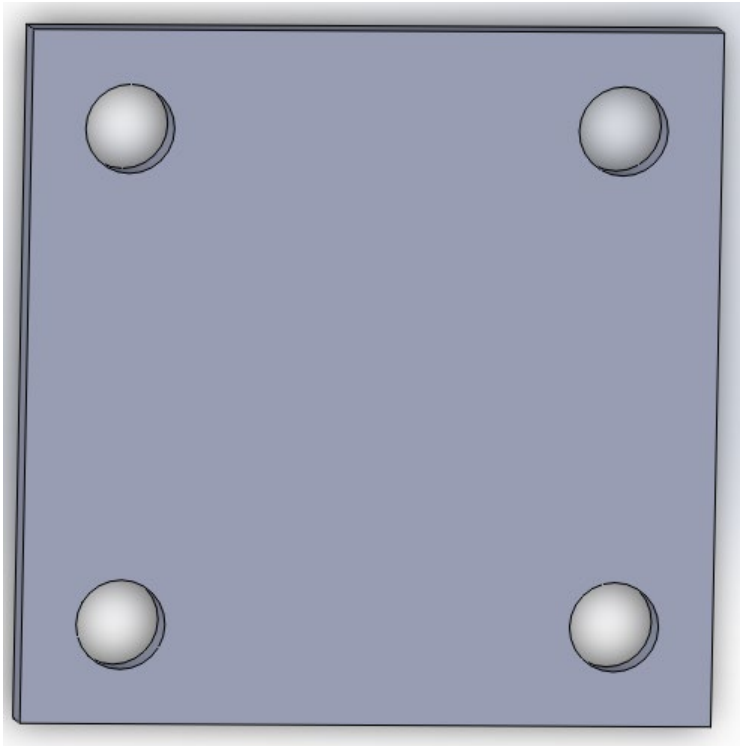

Figura 16. Pieza a explicar tolerancia dimensional (Placa cuadrada con cuatro agujeros). Elaboración propia.

Para la segunda pieza se seleccionó un ensamble de una pieza llamada barra de agujeros que va sujeta por dos pernos y apoyada en un saliente de ángulo de 90°.

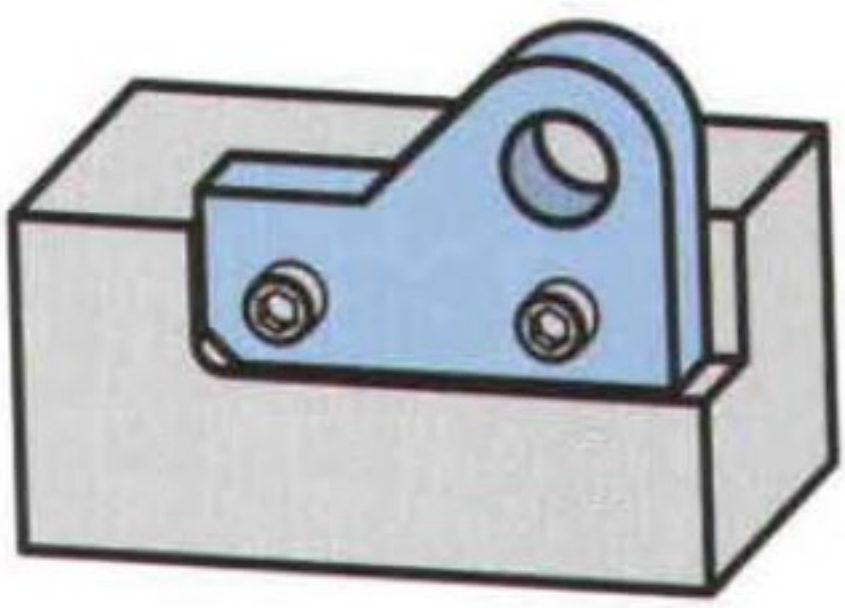

Figura 17. Pieza a explicar tolerancia dimensional (Barra de agujeros). Copyright 2009 por Neumann, S. y Neumann, A.

4.1.4 Selección de software de edición.

El software de edición es importante para la elaboración de los videos tanto prácticos como teóricos, existen muchos programas de edición que nos facilitan el grabar pantalla o video, audio y poder editarlos para su propósito.

Se seleccionó el programa de Camtasia Studio para la edición de los videos por su popularidad de lograr editar videos de manera perfecta ya que muchos lo utilizan para hacer video-tutoriales, presentaciones, etc. Las herramientas de este programa permiten grabar la voz sin tener en cuenta el tiempo de la duración además puede controlar el volumen de la voz o voces grabadas, también hace posible grabar la pantalla del ordenador con o sin la voz y por otro lado, este programa permite subir archivos de multimedia como imágenes, canciones, etc., de manera sencilla, por último, tiene opciones de escoger o crear los detalles de los videos realizados para su exportación a video local, todo esto es sencillo ya que, se encuentra mayor información acerca de este programa a diferencia de otros programas que son muy complejos de utilizar.

Figura 18. Interfaz del programa de edición CAMTASIA SUDIO. Elaboración propia.

4.2 GUION DEL MATERIAL AUDIOVISUAL

4.2.1 Guion de videos teóricos

Para la información teórica se estableció un guion en el cual se explica y se da a conocer la correcta aplicación conceptual de tolerancias dimensionales y geométricas (GD&T) basado en las normas ISO-GPS 1101(2017), 286-1, 286-2 (2010),8015(2011) creando una compilación de once archivos multimedia. los cuales abarcan las normas ISO-GPS.

4.2.1.1 Video Número 1.

- INTRODUCCIÓN

Como primer video introductorio se comenzó con la explicación del uso de las normas ISO-GPS y las normas que se van a dar a conocer en videos posteriores, dando a entender el uso de la herramienta DIMXPERT por medio del programa CAD SOLIDWORKS, debido a que va a ser la herramienta donde se llevará a cabo toda la representación de tolerancias geométricas y dimensionales (GD&T), acotado, etc. de algunas piezas, por lo tanto, fue necesario comenzar a explicar dentro del software este entorno y a su vez las herramientas que acompañan a este.

Estructura video INTRODUCCIÓN.

1. NORMA ISO- GPS

   a) Aplicación de las normas ISO.
   b) ¿Qué es la ISO?
   c) ¿Qué es ISO-GPS?
   d) Clasificación de las normas ISO-GPS.
   e) Normas ISO-GPS que se explican en videos posteriores.

2. DIMXPERT

   a) ¿Qué es?
   b) ¿Para qué se utiliza?
   c) Explicación herramienta Cotas MBD.
   d) Explicación herramientas de DIMXPERT.

4.2.1.2 Video Número 2

- NORMA ISO (GPS)-8015(2011)

Como segundo video se da a conocer el contenido de la norma ISO (GPS) - 8015 (2011), la cual habla acerca de los conceptos básicos, principio y reglas válidas para la creación, interpretación y aplicación de las demás normas Internacionales en relación con las tolerancias dimensionales y geométricas (GD&T), de producto (GPS) y su Verificación. en todo tipo de dibujos.

Estructura video NORMA ISO (GPS) - 8015 (2011)

1. Introducción a la norma ISO (GPS).
2. Conceptos fundamentales.
3. Límites funcionales.
4. Límites de tolerancia.
5. Principio de invocación.
6. Principio de jerarquía estándar GPS.
7. Principio de dibujo definitivo.
8. Principio de Característica.
9. Principio de Independencia.
10. Principio de decimal.
11. Principio por defecto.
12. Principio de condición de referencia.
13. Principio de la pieza rígida.
14. Principio de dualidad.
15. Principio de control funcional.
16. Principio de especificación general.
17. Principio de Responsabilidad.
18. Operadores
19. Reglas.
20. Especificación del GPS por defecto Alterado.
21. Reglas para las declaraciones entre paréntesis.

4.2.1.3 Video Número 3.

- NORMA ISO (GPS) - 286 (2010) (Parte 1)

Como tercer video se da a conocer el contenido de la norma ISO (GPS) – 286 (2010) la cual se compone de dos partes que definen las tolerancias dimensionales en un dibujo.

La primera parte (286-1) se compone de los fundamentos de desviación, límites de tolerancia y recomendaciones para los tipos de ajustes basados en ejes y agujeros.

La segunda parte (286-2) contiene el complemento de las tablas para los diferentes límites de tolerancias teniendo en cuenta el tipo de calidad y la posición de la tolerancia para los diferentes casos que se encuentren en ejes y agujeros respecto a la funcionalidad de la pieza.

Estructura video NORMA ISO (GPS) – 286 (2010) (Parte 1).

1. Introducción a la norma ISO (GPS).
2. El término abreviado "IT" tolerancia internacional o índice de tolerancia.
3. Calidad.
4. Posiciones de las tolerancias.
5. Desviación fundamental.
6. Posiciones para los agujeros.
7. Posiciones para los ejes.
8. Clase de tolerancia.
9. Ejemplo práctico usando las tablas de la norma ISO GPS 286-1(2010).
10. Representación de una tolerancia (ejemplo).
11. El termino (E).

4.2.1.4 Video Número 4.

- NORMA ISO (GPS) – 286 (2010) (Parte 2)

Como cuarto video se sigue con el desarrollo del contenido de la norma ISO (GPS) -286(2010).

Estructura video NORMA ISO (GPS) – 286 (2010) (Parte 2)

1. Selección de clases de tolerancia.
2. Sistema de ajuste ISO.
3. Ajuste con juego o espacio libre.
4. Ajuste de interferencia.
5. Ajuste de transición.
6. Designación de ajustes (reglas de escritura).
7. Recomendaciones prácticas para determinar un ajuste.
8. Un sistema de ajuste.
9. Sistema de ajuste de agujero único o agujero base.
10. Sistema de ajuste de eje único o eje base.
11. Selección del sistema de ajuste.
12. Determinación de un ajuste.
13. Determinación de un ajuste específico por experiencia.
14. Determinación de un ajuste específico por cálculo.
15. Determinación de los ajustes a partir de las desviaciones límite.
16. Ajuste mínimo.
17. Ajuste máximo.
18. Orden tablas, norma ISO GPS 286-2(2010).

4.2.1.5 Video Número 7 (el video número 5 y 6 hace parte del guion practico).

- NORMA ISO (GPS) - 1101 (2017) (TOLERANCIAS DE FORMA)

Como séptimo video se da a conocer el contenido de la norma ISO (GPS) - 1101 (2017) la cual da conocer toda la simbología necesaria para representar las características geométricas de una pieza, siendo totalmente aparte o diferente a las tolerancias dimensionales.

Las tolerancias geométricas se dividen en varias categorías, que se conocerá en videos posteriores las tolerancias de: forma, orientación, ubicación y forma de perfil.

Estructura video TOLERANCIAS DE FORMA. (NORMA ISO (GPS)-1101(2017)).

1. Introducción a la norma ISO (GPS).
2. ¿Que son las tolerancias de forma?
3. Rectitud.

4. Planitud.
5. Redondez.
6. Cilindricidad.

4.2.1.6 Video Número 8.

- DATUM

Como octavo video se da a conocer los datums siendo utilizados para definir el orden en el cual las partes deben ser restringidas para la medición de algunas características, siendo importantes para especificar o controlar algunas tolerancias geométricas como las de: orientación, ubicación y en algunos casos las tolerancias de forma de perfil, conocidas por medio de la norma ISO (GPS) - 1101 (2017). En caso de profundizar un poco más el tema se recomienda mirar la norma ISO 5459 la cual habla sobre los Datums.

Estructura video DATUM.

1. Introducción Datum.
2. ¿Qué es un Datum?
3. El uso de los Datums.
4. Grados de libertad.
5. Bloqueo grados de libertad (en un plano, línea, punto).
6. Selección de un datum.
7. Datum primario.
8. Datum secundario.
9. Datum terciario.

4.2.1.7 Video Número 9.

- NORMA ISO (GPS)-1101(2017) (TOLERANCIAS DE ORIENTACION).

Como noveno video se da a conocer el contenido de las tolerancias geométricas de orientación, las cuales controlan la orientación e inclinación de una superficie y la forma de esta si no se especifica ninguna tolerancia de forma basadas en la norma ISO (GPS) - 1101 (2017).

Para el uso de estas tolerancias es necesario hacer uso de los Datums.

Estructura video TOLERANCIAS DE ORIENTACIÓN. (NORMA ISO (GPS)-1101(2017)).

1. Introducción a las tolerancias de orientación.
2. ¿Que controlan las tolerancias de orientación?
3. Paralelismo (en una superficie plana, línea mediana).
4. Perpendicularidad (en una superficie plana, línea mediana).
5. Angularidad (en una superficie plana, línea mediana).

4.2.1.8 Video Número 10.

- NORMA ISO (GPS)-1101(2017) (TOLERANCIAS DE UBICACIÓN)

Como decimo video se da a conocer el contenido de las tolerancias geométricas de ubicación, las cuales controlan la posición de los elementos e indirectamente pueden controlar su forma e inclinación, contribuyendo a la funcionalidad e intercambio de las partes y a la comunicación en la intención del diseño basados en la norma ISO (GPS) - 1101 (2017).

Para el uso de estas tolerancias es necesario hacer uso de los Datums.

Estructura video TOLERANCIAS DE UBICACIÓN (NORMA ISO (GPS)-1101(2017).

1. Introducción a las tolerancias de ubicación.
2. ¿Que controlan las tolerancias de ubicación?
3. Posición.
4. Concentricidad.
5. Coaxialidad.
6. Simetría.

4.2.1.9 Video Número 11.

- NORMA ISO (GPS)-1101(2017) (TOLERANCIAS DE FORMA DE PERFIL)

Como video número once, se da a conocer el contenido de las tolerancias de forma de perfil, las cuales controlan la forma, orientación y ubicación de líneas rectas, superficies, arcos y curvas irregulares basados en la norma ISO (GPS) - 1101 (2017).

Estructura video TOLERANCIAS DE FORMA DE PERIL. (NORMA ISO (GPS)-1101(2017)).

1. Introducción a las tolerancias de forma de perfil.
2. ¿Que controlan las tolerancias de forma de perfil?
3. Cuando un control de perfil es especificado sin Datum de referencia.
4. Cuando un control de perfil es especificado con Datum de referencia.
5. Perfil de línea (con relación y sin relación a un Datum de referencia).
6. Perfil de superficie (con relación y sin relación a un Datum de referencia).
7. Coberturas de la zona de tolerancia (por defecto, entre y todo alrededor).

4.2.1.10 Video Número 12.

- VIDEO COMPLEMENTARIO, SIMBOLOGIA ADICIONAL. QUE SE ENCUENTRA EN LA NORMA ISO (GPS)-1101(2017).

Como video número doce, se da a conocer el significado de algunos símbolos adicionales que muestra la norma ISO (GPS)-1101(2017).

Estructura video complementaria, SIMBOLOGIA ADICIONAL.

1. Indicadores de funciones auxiliares.
2. Cualquier sección transversal (ACS).
3. Planos de intersección.
4. Planos de orientación.
5. Planos de dirección.
6. Planos de colección.
7. Requisito máximo de material (MMR) Ⓜ.
8. Condición de máximo material (MMC).
9. Máxima dimensión material (MMS).
10. Dimensión de máximo material virtual (MMVS).
11. Condición máximo material virtual (MMVC).
12. Requisito de máximo material (MMR).
13. Requisito mínimo de material (LMR) Ⓛ.
14. Condición de mínimo material (LMC).
15. Mínima dimensión material (LMS).
16. Dimensión de mínimo material virtual (LMVS).
17. Condición mínimo material virtual (LMVC).

18. Requisito de mínimo material (LMR).
19. Requisito de reciprocidad (RPR).
20. Requisito de envolvente Ⓔ.

4.2.1.11 Video Número 13.

- VIDEO COMPLEMENTARIO, DESIGNACION DE UNA TOLERANCIA GEOMETRICA.BASADO EN LA NORMA ISO (GPS)-1101(2017).

Como video número trece, se da a conocer la designación de una tolerancia geométrica. por medio de la norma ISO (GPS)-1101(2017).

Estructura VIDEO COMPLEMENTARIO, DESIGNACION DE UNA TOLERANCIA GEOMETRICA.

1. Indicadores de referencia.
2. Indicador de tolerancia.
3. Flecha de línea guía.

Tabla 5. *Cuadro indicador de videos de teóricos*

CUADRO INDICADOR DE VIDEOS TEÓRICOS		
# VÍDEO	**TITULO**	**DURACIÓN (min: seg)**
1	INTRODUCCIÓN	5: 50
2	NORMA ISO (GPS) – 8015 (2011)	8: 14
3	NORMA ISO (GPS) – 286 (2010) (PARTE 1)	9: 03
4	NORMA ISO (GPS) – 286 (2010) (PARTE 2)	6: 38
7	TOLERANCIAS DE FORMA (NORMA ISO (GPS) – 1101 (2017))	3: 24
8	DATUM	3: 15
9	TOLERANCIAS DE ORIENTACIÓN (NORMA ISO (GPS) – 1101 (2017))	4: 02
10	TOLERANCIAS DE UBICACIÓN (NORMA ISO (GPS) – 1101 (2017))	3: 35
11	TOLERANCIAS DE FORMA DE PERFIL (NORMA ISO (GPS) – 1101 (2017))	4: 24
12	SIMBOLOGÍA ADICIONAL (NORMA ISO (GPS) – 1101 (2017))	6: 54
13	DESIGNACIÓN DE UNA TOLERANCIA GEOMÉTRICA (NORMA ISO (GPS) – 1101 (2017))	2: 08

Fuente: Elaboración Propia

4.2.2 Guion de videos prácticos.

Para la información práctica se estableció un guion en el cual se explica y se da a conocer la correcta aplicación de tolerancias dimensionales y geométricas (GD&T) por medio de la acotación de una pieza, utilizando las herramientas del programa CAD SOLIDWORKS, haciendo uso aplicativo de las normas ISO - GPS 286-1, 286-2 (2010) y 1101 (2017), generando una compilación de cuatro archivos multimedia.

4.2.2.1 Video Número 5.

- SOLIDWORKS - NORMA ISO (GPS)-286 (2010) (PARTE 1)

  Como quinto video, se da a conocer el uso práctico de la norma ISO (GPS)-286(2010) utilizando el programa CAD SOLIDWORKS. por medio de la acotación dimensional de una placa cuadrada de 280x280mm. y un espesor de 20mm, teniendo un diámetro nominal de 36 mm para los cuatro agujeros y una distancia de 200mm entre centros. mostrando el

uso adecuado de las tablas de esta norma manejando la conceptualización, criterios, cálculos y recomendaciones que esta da para interpretar y seleccionar la tolerancia y los diferentes tipos de ajustes.

Estructura video SOLIDWORKS - NORMA ISO (GPS)-286(2010) (PARTE 1)

1. Introducción a la pieza.
2. Explicación notación de tolerancia para el primer agujero teniendo en cuenta la posición, cálculo de los valores de límites de desviación y tolerancia. por medio de las tablas de la norma ISO (GPS) - 286 (2010).
3. Explicación detallada (paso a paso) de cada herramienta de DIMXPERT para el acotado dimensional de la pieza.
4. Determinación del tipo de ajuste para el segundo agujero por medio de la posición, cálculo límites de desviación, tolerancia, ajuste máximo, mínimo por medio de las tablas y conceptos de la norma ISO (GPS).

4.2.2.2 Video Número 6.

- SOLIDWORKS - NORMA ISO (GPS) - 286 (2010) (PARTE 2)

Como sexto video, se sigue con el acotamiento dimensional basado en la norma ISO (GPS) - 286 (2010).

Estructura video SOLIDWORKS - NORMA ISO (GPS) – 286 (2010) (PARTE 2)

1. Determinación del tipo de ajuste para el tercer agujero. por medio de la posición, cálculo de límites de desviación, tolerancia, cálculo de ajuste máximo, mínimo por medio de las tablas y conceptos de la norma ISO (GPS).
2. Determinación del tipo de ajuste para el cuarto agujero. teniendo en cuenta recomendaciones, criterios y cálculos de límite de desviación, ajuste máximo, mínimo para interpretar y seleccionar la tolerancia y los diferentes tipos de ajustes. por medio de las tablas y conceptos basados en la norma ISO (GPS).
3. Resumen y conclusión del uso aplicativo de la norma ISO (GPS).

4.2.2.3 Video Número 14.

- SOLIDWORKS - NORMA ISO (GPS)-1101(2017) (PARTE 1).

Como video número catorce, da a conocer el uso práctico de la norma ISO (GPS) - 1101 (2017) utilizando el programa CAD SOLIDWORKS, designando las especificaciones geométricas de forma, orientación y ubicación manejando la simbología, conceptualización y criterios que esta da para interpretar y seleccionar las características geométricas en una pieza. que son totalmente aparte o diferente a las tolerancias dimensionales, restringiendo los grados de libertad, selección de Datums y de esta manera designar las tolerancias geométricas en la pieza llamada barra de agujeros.

Estructura video SOLIDWORKS - NORMA ISO (GPS)-1101(2017) (PARTE 1).

1. Introducción a la pieza.
2. Explicación herramienta de DIMXPERT para la designación de Datums.
3. Explicación de selección y cantidad de Datums.
4. Explicación herramienta de DIMXPERT para la acotación de la pieza.
5. Acotado dimensional de la pieza.

4.2.2.4 Video Número 15.

- SOLIDWORKS - NORMA ISO (GPS)-1101(2017) (PARTE 2).

Como video número quince, se sigue con el acotamiento geométrico basado en la norma ISO (GPS) -1101(2017).

Estructura video SOLIDWORKS - NORMA ISO (GPS)-1101(2017) (PARTE 2)

1. Explicación del por qué se aplica cada tolerancia y el cálculo de los valores por medio de tablas.
2. Explicación detallada (paso a paso) de cada herramienta de DIMXPERT para el acotado dimensional y geométrico (GD&T) de la pieza.
3. Acotado geométrico y terminado de la pieza.

Tabla 6. *Cuadro indicador de videos prácticos*.

CUADRO INDICADOR DE VIDEOS TEÓRICOS		
# VÍDEO	**TITULO**	**DURACIÓN (min: seg)**
5	SOLIDWORKS NORMA ISO (GPS) - 286 (2010) (PARTE 1)	8: 00
6	SOLIDWORKS NORMA ISO (GPS) - 286 (2010) (PARTE 2)	11: 46
14	SOLIDWORKS NORMA ISO (GPS) - 1101 (2017) (PARTE 1)	4: 41
15	SOLIDWORKS NORMA ISO (GPS) - 1101 (2017) (PARTE 2)	11: 13

Fuente: Elaboración Propia.

4.3 GRABACIÓN DE MATERIAL AUDIOVISUAL.

4.3.1 Grabación de videos teóricos.

Para la grabación de los videos teóricos, primero se crea el material visual en el programa de animación Powtoon, este programa se edita por viñetas o diapositivas con un límite de 20 segundos cada una y con un límite total de video de 3 minutos, este programa nos facilita la grabación de voz ahí mismo sin necesidad de ir al programa Camtasia Studio, porque permite grabar en cada diapositiva, después de haber realizado el contenido visual y haber grabado la voz, se procede a exportar el archivo hacia una plataforma para poderlo descargar.

4.3.2 Grabación de videos prácticos.

Una vez definido el guion de las piezas de ejemplo para las tolerancias dimensionales y geométricas, se procede a grabar la voz en el programa Camtasia Studio, estas grabaciones se hicieron por partes debido a que no se podía hacer de continuo.

Se procede luego de tener la voz grabada a grabar la pantalla, es decir, la interfaz del programa CAD SOLIDWORKS con la pieza siguiendo la grabación de voz para que quede sincronizado el audio con la imagen.

4.4 EDICIÓN DE LOS VIDEOS.

Ya grabado todos los videos teóricos en el programa de Powtoon y descargados se cargan en el programa Camtasia Studio para su edición, en estos videos se editó el volumen de la voz, se cortaron tramos del video que no servían, a estos videos se les añadió un inicio y un final para que

no quedaran solo con lo hecho en el programa de animación y por último se cargó una música de fondo para la presentación del video.

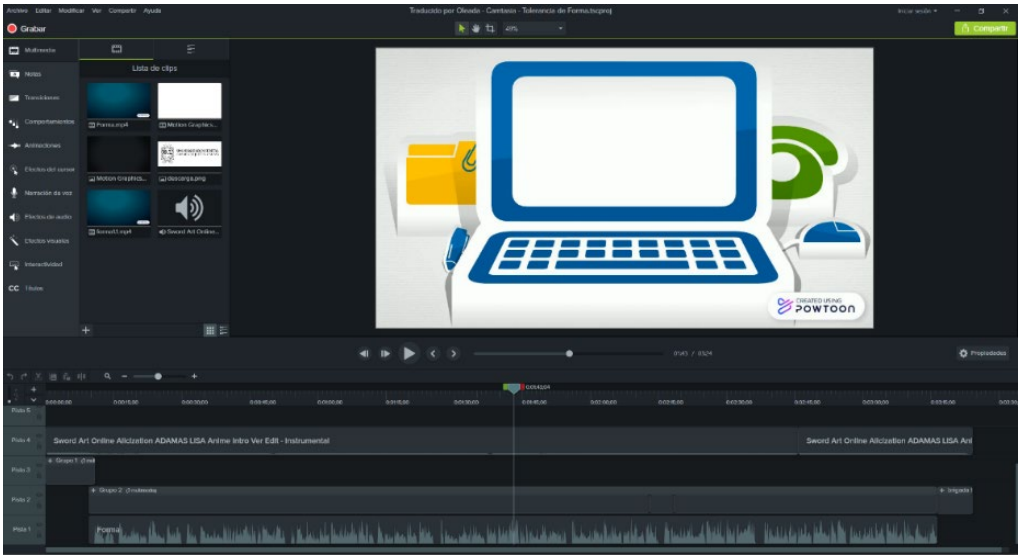

Figura 19. Edición de los videos teóricos. Elaboración propia.

Por otro lado, para los videos prácticos su edición es diferente primero se arregla la voz para que no se noten las partes en que la voz era muy alta y así mantener un mismo sonido de voz durante toda la grabación, siguiente a esto se suben a Camtasia studio las imágenes respectivas para ponerlas en la línea de video en donde se requieren mostrar con el fin de darle importancia a estas para la explicación de las normas ISO-GPS, también se edita la grabación de pantalla acercando la imagen para dar aclaración en los casos donde la voz se dirige a una herramienta del programa CAD o especificar las características relacionadas al dimensionamiento de las tolerancias sobre la pieza, al finalizar la edición se añade el inicio, el final y la música de fondo.

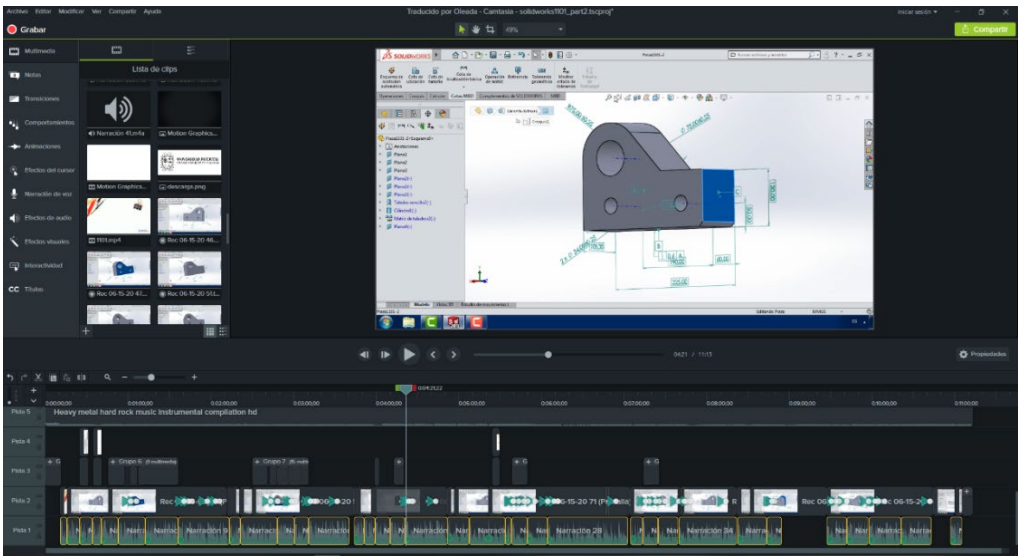

Figura 20. Edición de los videos prácticos. Elaboración propia.

5. VALIDACIÓN DEL MATERIAL DE APOYO

Como siguiente y última parte de este proyecto, luego de haber desarrollado el material de apoyo en su totalidad y haberlo subido a la plataforma llamada Dropbox, se procedió a realizar por medio de Google drive, un formulario de Google el cual, cuyo objetivo principal tendría validar todo el contenido del material de apoyo elaborado anteriormente.

El formulario principalmente cuenta con cuatro secciones, 17 preguntas y un comentario al finalizar el formulario, las cuales se explicarán una a una a continuación.

Sección 1:

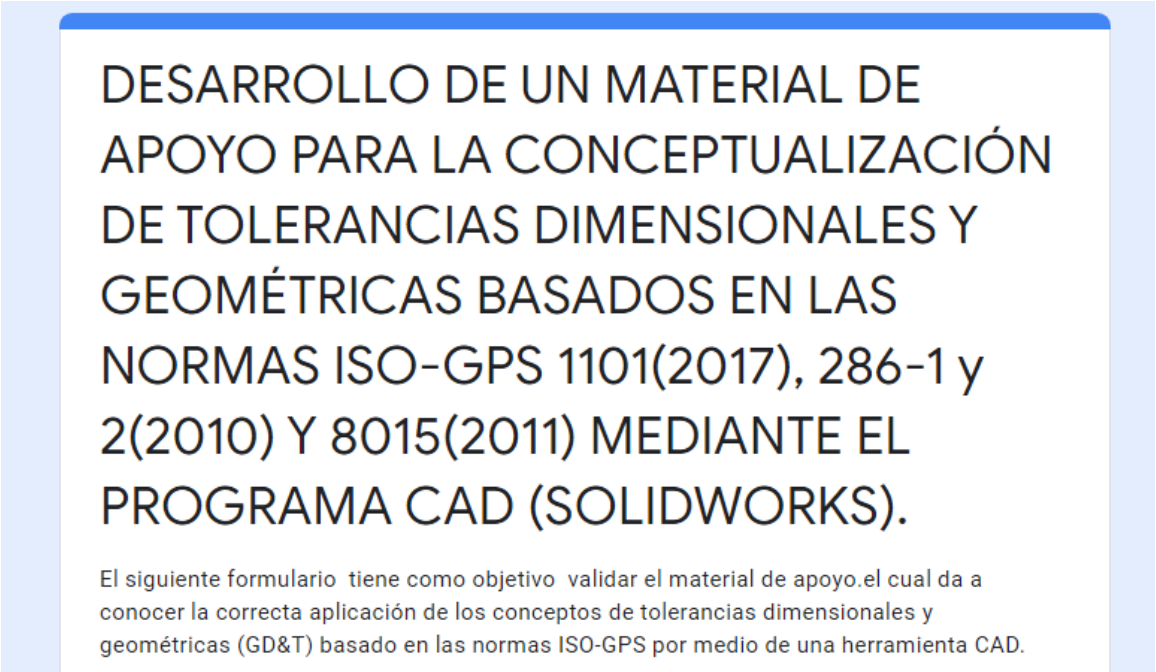

Figura 21. Elaboración Formulario, Sección 1 "Presentación del Formulario y preguntas de contextualización de la persona que va a evaluar''. Elaboración propia.

En la anterior figura se puede observar la primera sección del formulario la cual consta de cuatro preguntas con respuesta abierta, con el fin de saber los conocimientos que tiene el estudiante con respecto a las tolerancias geométricas y dimensionales. Y en cuales materias de su proceso de formación escucho o utilizo estos conceptos antes de ver el material de apoyo.

Las preguntas de esta sección son:

- Número de semestre que cursa actualmente.
- Durante su proceso de formación que tan frecuente ha utilizado y/o aplicado algún concepto sobre tolerancias geométricas y dimensionales para la representación de planos.
- En cuál asignatura o asignaturas ha utilizado y/o aplicado tolerancias geométricas y dimensionales.
- ¿Cuál o cuáles programas de diseño ha utilizado durante su proceso de formación?

Sección 2:

Figura 22. Elaboración Formulario, Sección 2, ‘’Preguntas Material Audiovisual’’. Elaboración propia.

Como segunda sección “Preguntas relacionadas con los videos” (Figura 22), se encuentran cuatro preguntas, todas relacionadas específicamente con los videos, algunas de estas preguntas son:

- ¿Género conflicto con el orden de la información presentada en los vídeos?
- Con respecto a los vídeos: ¿Presentó algún tipo de dificultad, en temas de calidad y sonido?
- ¿Fueron claros los ejemplos utilizados para explicar las normas ISO- GPS 8015(2011),286(2010) y 1101(2017) en cada uno de los vídeos?

- ¿Es clara la manera como se utilizó y manipulo el programa CAD SolidWorks en algunos vídeos?

Sección 3:

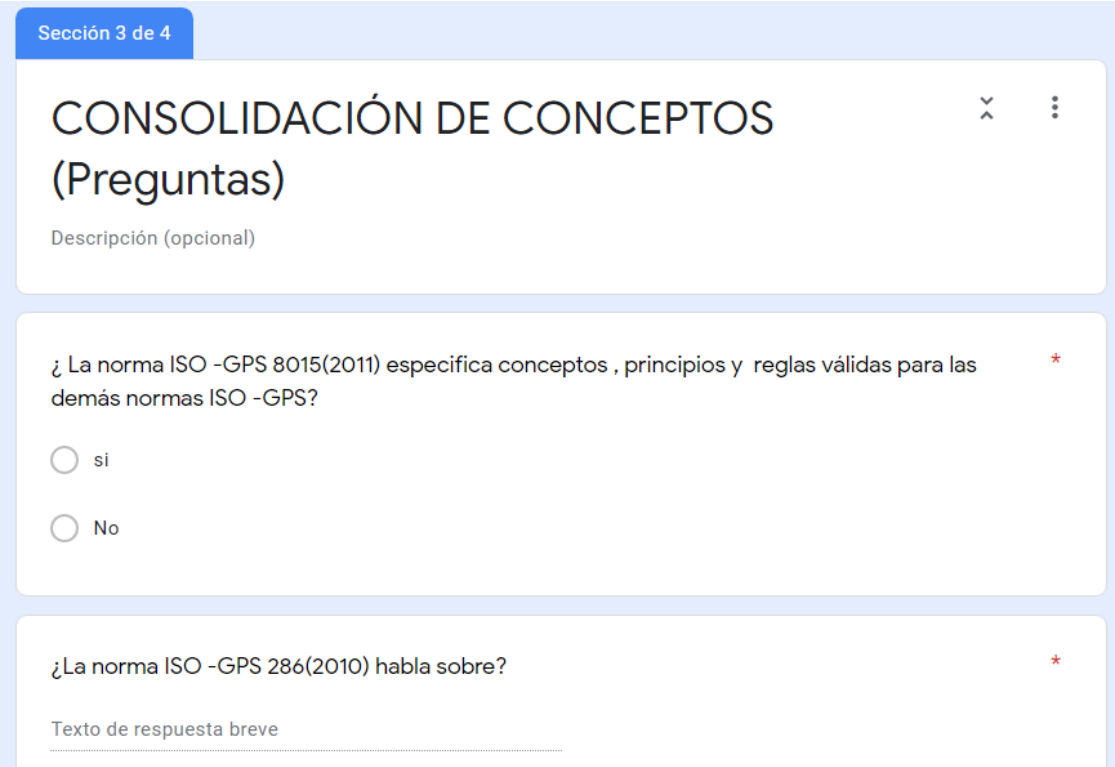

Figura 23. Elaboración Formulario, sección 3, ‘’Consolidación conceptos’’. Elaboración propia.

Como tercera sección “Consolidación de conceptos” (Figura 23), se encontrarán cinco preguntas con el fin de comprobar y evidenciar que el usuario después de haber observado el material en su totalidad, se haya llevado una clara información de las normas ISO – GPS 8015 (2011), 286 (2010) y 1101 (2017).

Las preguntas formuladas son:

- ¿La norma ISO -GPS 8015(2011) específica conceptos, principios y reglas válidas para las demás normas ISO -GPS?
- ¿La norma ISO -GPS 286(2010) habla sobre
- ¿La norma ISO- GPS 1101(2017) habla sobre?
- ¿El Datum puede ser un plano, una línea recta o un punto?
- ¿Cuántos grados de libertad tiene un cuerpo o una pieza?

Sección 4:

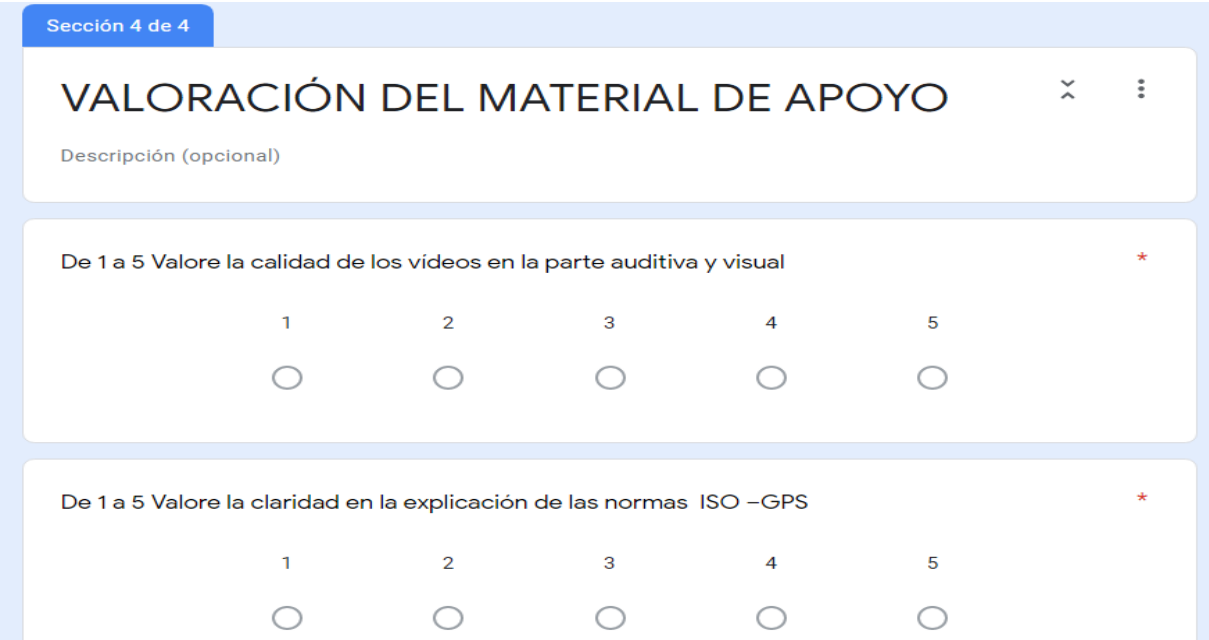

Figura 24. Elaboración Formulario, Sección 4 "Valoración del Material de Apoyo''. Elaboración propia.

Para esta fase no se realizaron preguntas, si no por el contrario se realizó una especie de valoración (calificación), para esta se toma una numeración de 1 a 5, siendo 1 (Inadecuado). 2 (Poco Adecuado), 3 (Regular), 4(Bueno) y 5 (Excelente), todo esto con el fin, de que los usuarios evalúen el contenido que se encuentra en la plataforma de Dropbox y de esta manera poder sacar algunas conclusiones de acuerdo, a las respuestas que se obtengan al finalizar el periodo evaluativo.

Las preguntas formuladas son:

- De 1 a 5 Valore la calidad de los videos en la parte auditiva y visual.
- De 1 a 5 Valore la claridad en la explicación de las normas ISO –GPS.
- De 1 a 5 Valore su experiencia con los vídeos.
- Sus opiniones son valiosas para el mejoramiento y desarrollo de nuestro proyecto, por eso no olvides dejarnos tu comentario.

Nota: Debido a que Dropbox es una plataforma que la mayoría no utiliza, esta se usó para este proyecto, pero los videos los pueden encontrar en Google drive en el siguiente link: https://drive.google.com/drive/folders/1LYhwprI7mWsw_ceUO6i0EIkfUqR_HOMA?usp=sharing

6. RESULTADOS

Una vez terminado el material de apoyo y evaluado a través del formulario de validación por medio de estudiantes y profesores se observa que hubo una gran cantidad de respuestas con base a esto se obtienen los siguientes resultados:

Sección 1:

Para esta sección, se formularon 4 preguntas, para conocer si el estudiante está relacionado con el tema de las tolerancias dimensionales y geométricas con el fin de comprender y analizar los resultados obtenidos de cada pregunta por separado.

Pregunta número 1.

- Número de semestre que cursa actualmente.

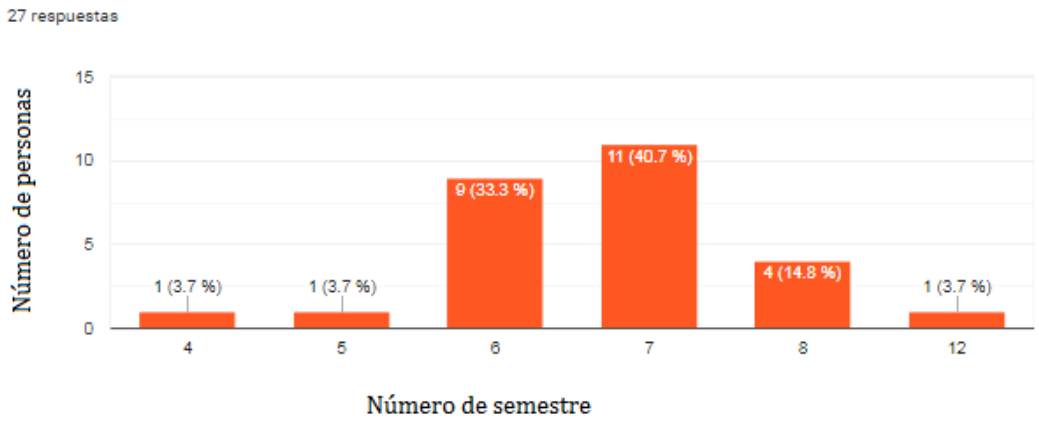

Figura 25. Respuestas Formulario, Sección 1 (Pregunta 1). Elaboración propia.

Pregunta número 2.

- Durante su proceso de formación que tan frecuente ha utilizado y/o aplicado algún concepto sobre tolerancias geométricas y dimensionales.

Figura 26. Respuesta Formulario, Sección 1 (Pregunta 2). Elaboración propia.

Pregunta número 3

- En cuál asignatura o asignaturas ha utilizado y/o aplicado tolerancias geométricas y dimensionales.

Figura 27. Respuestas Formulario, Sección 1 (Pregunta 3). Elaboración propia.

Pregunta número 4.

- ¿Cuál o cuáles programas de diseño ha utilizado durante su proceso de formación?

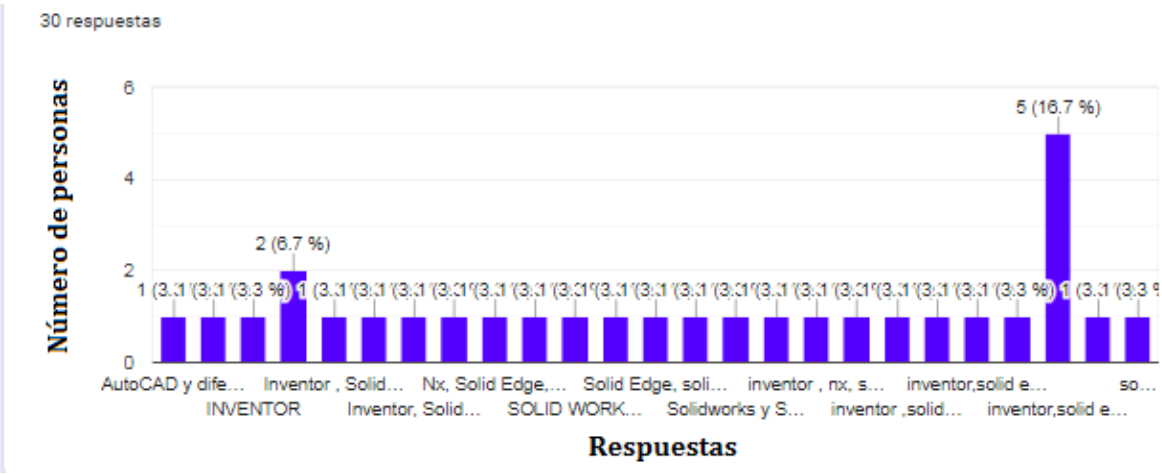

Figura 28. Respuestas Formulario, Sección 1 (Pregunta 4). Elaboración propia.

Sección 2:

Para esta sección, se formularon 4 preguntas, las cuales van a estar relacionadas específicamente con los videos.

Pregunta número 5

- ¿Género conflicto con el orden de la información presentada en los vídeos?

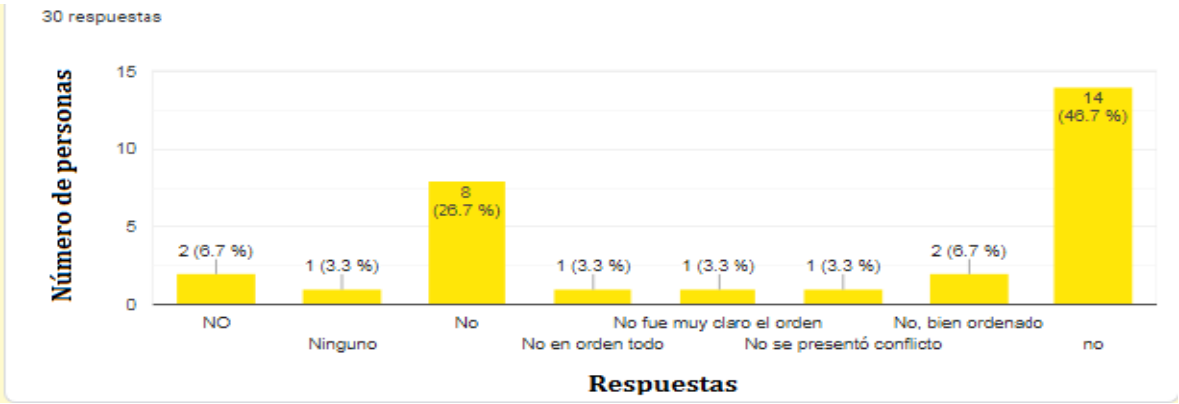

Figura 29. Respuestas Formulario, Sección 2 (Pregunta 5). Elaboración propia.

Pregunta número 6

- Con respecto a los vídeos: ¿Presentó algún tipo de dificultad, en temas de calidad y sonido?

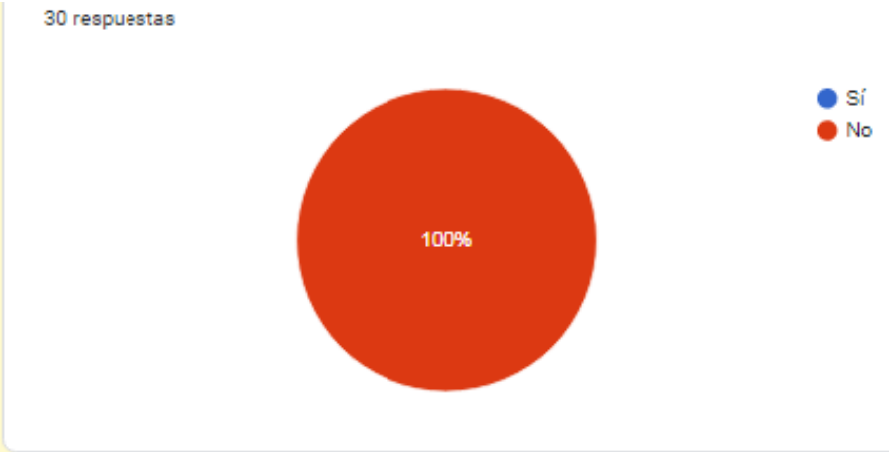

Figura 30. Respuestas Formulario, Sección 2 (Pregunta 6). Elaboración propia.

Pregunta número 7

- ¿Fueron claros los ejemplos utilizados para explicar las normas ISO- GPS 8015(2011),286(2010) y 1101(2017) en cada uno de los vídeos?

Figura 31. Respuestas Formulario, Sección 2 (Pregunta 7). Elaboración propia.

Pregunta número 8

- ¿Es clara la manera como se utilizó y manipulo el programa CAD SOLIDWORKS?

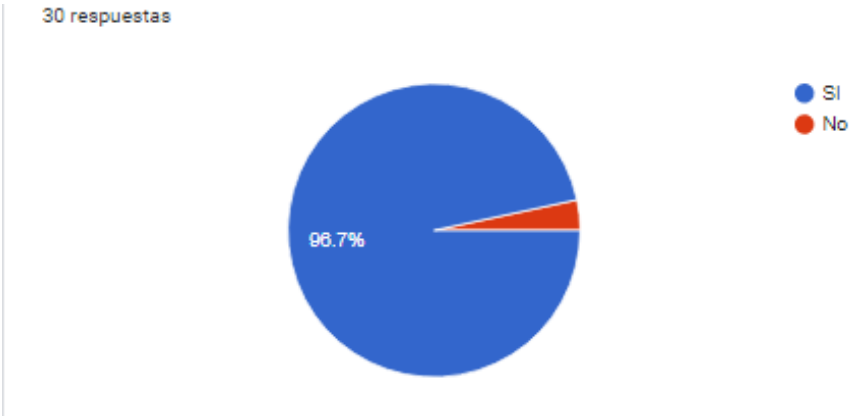

Figura 32. Respuestas Formulario, Sección 2 (Pregunta 8). Elaboración propia.

Sección 3:

Para esta sección, se formularon 5 preguntas, con el fin de comprobar y evidenciar que el usuario después de haber observado el material en su totalidad, se haya llevado una clara información de las normas ISO –GPS 8015(2011),286(2010) y 1101(2017).

Pregunta número 9

- ¿La norma ISO -GPS 8015(2011) específica conceptos, principios y reglas válidas para las demás normas ISO -GPS?

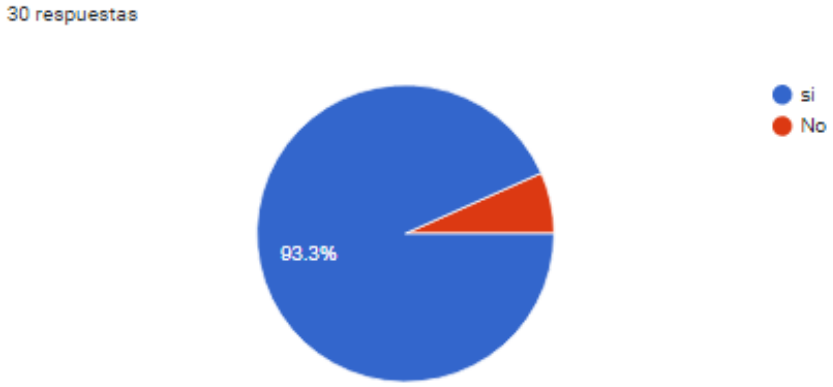

Figura 33. Respuestas Formulario, Sección 3 (Pregunta 9). Elaboración propia.

Pregunta número 10

- ¿La norma ISO -GPS 286(2010) habla sobre?

Figura 34. Respuestas Formulario, Sección 3 (Pregunta 10). Elaboración propia.

Pregunta número 11

- ¿La norma ISO- GPS 1101(2017) habla sobre?

Figura 35. Respuestas Formulario, Sección 3 (Pregunta 11). Elaboración propia.

Pregunta número 12

- ¿El Datum puede ser un plano, una línea recta o un punto?

Figura 36. Respuestas Formulario, Sección 3 (Pregunta 12). Elaboración propia.

Pregunta número 13

- ¿Cuántos grados de libertad tiene un cuerpo o una pieza?

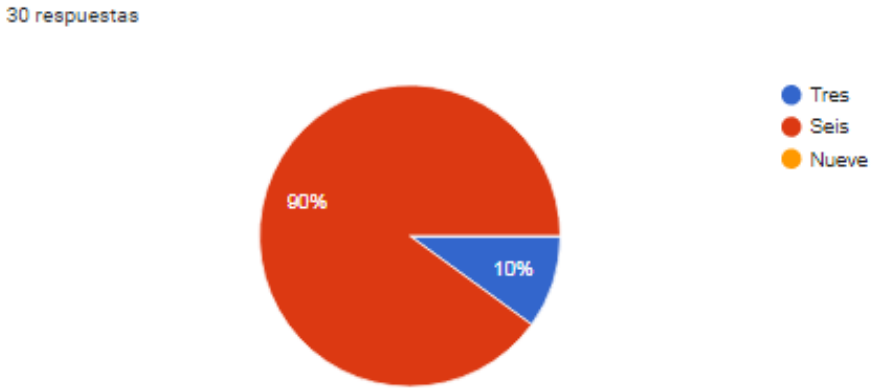

Figura 37. Respuestas Formulario, Sección 3 (Pregunta 13). Elaboración propia.

Sección 4:

Para esta sección, se formularon 4 preguntas y sus respuestas se realizarán como una especie de valoración (calificación), para esta se toma una numeración de 1 a 5, siendo uno (Inadecuado). 2 (Poco Adecuado), 3 (Regular), 4 (Bueno) y 5 (Excelente).

Pregunta número 14

- De 1 a 5 Valore la calidad de los vídeos en la parte auditiva y visual.

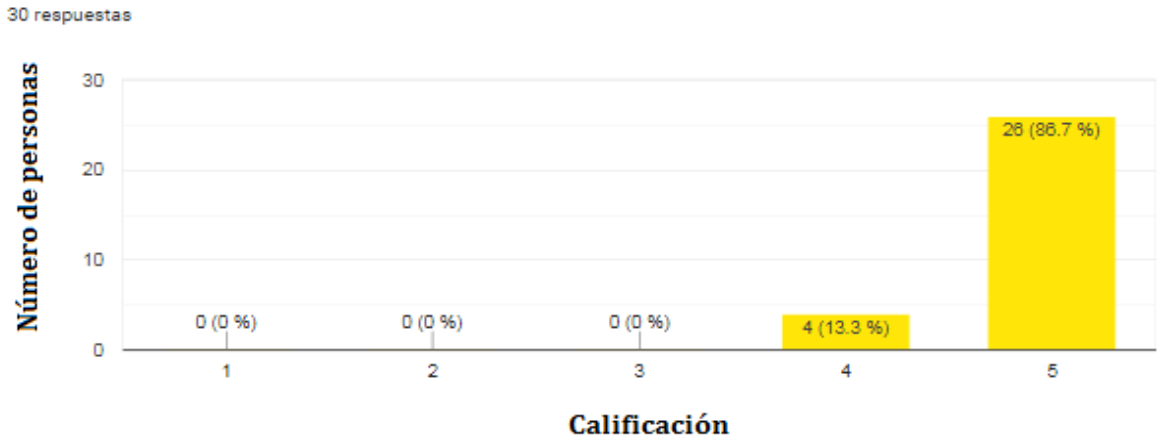

Figura 38. Respuestas Formulario, Sección 4 (Pregunta 14). Elaboración propia.

Pregunta número 15

- De 1 a 5 Valore la claridad en la explicación de las normas ISO –GPS.

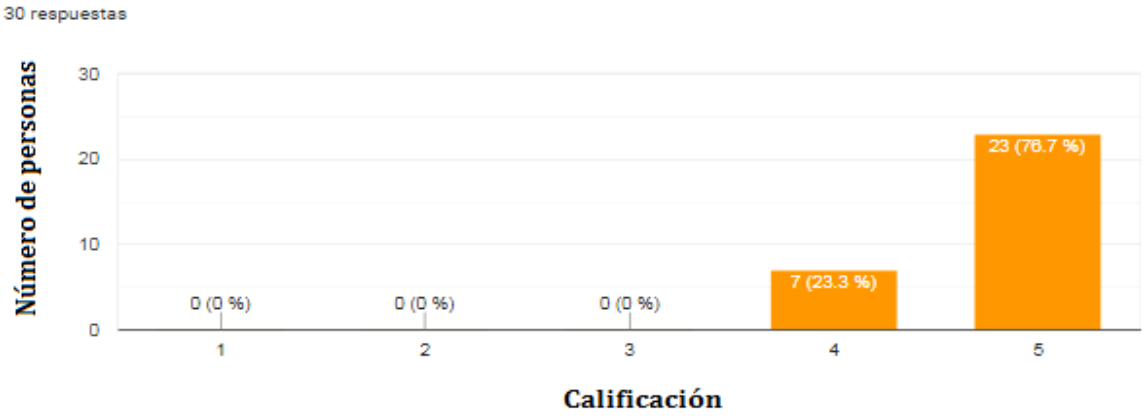

Figura 39. Respuestas Formulario, Sección 4 (Pregunta 15). Elaboración propia.

Pregunta número 16

- De 1 a 5 Valore su experiencia con los vídeos.

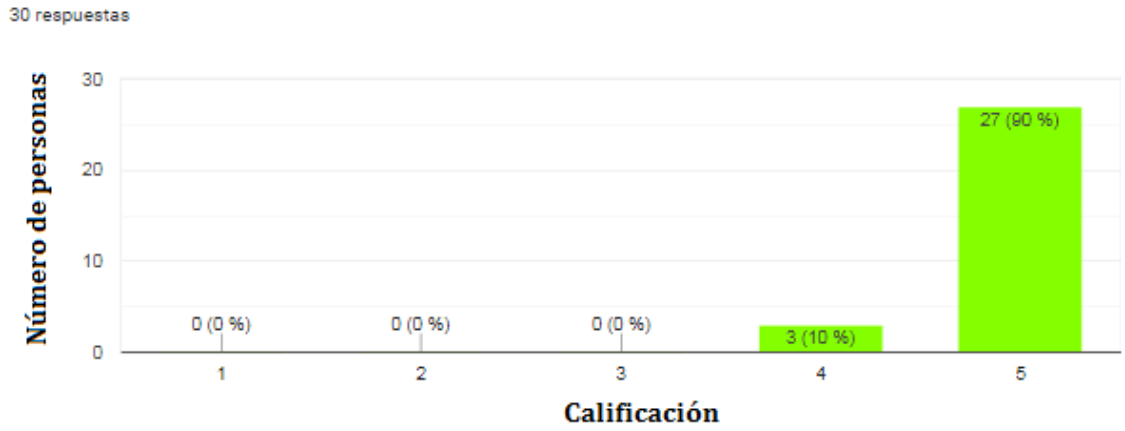

Figura 40. Respuestas Formulario, Sección 4 (Pregunta16). Elaboración propia.

Pregunta número 17

- Sus opiniones son valiosas para el mejoramiento y desarrollo de nuestro proyecto, por eso no olvides dejarnos tu comentario.

Los vídeos y los ejemplos estubieron acordes con lo el tema expuesto

muy buen contenido aprendí mucho

muy bn

Una plataforma de publicación, en la que sea haga publico; reconocido. Excelente trabajo, vídeos cortos, dinámicos y sencillos 🦎.

Muy buen proyecto para reforzar los conocimientos de acotado en el campo mecánico, sin embargo, solo aumentaría la dificultad de las piezas (planos) con los que se realiza la explicación de la norma ya que en la industria se encuentran piezas con mas complejidad geométrica; reitero que es un gran proyecto.

Muy buen trabajo, se evidencio un gran dominio del tema, y una adecuada explicacion en los videos.

muy buen contenido

Figura 41. Respuestas Formulario, Sección 4 (Pregunta 17). Elaboración propia.

7. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Una vez evaluado el material de apoyo se procede a realizar un análisis de los resultados obtenidos respecto al formulario diligenciado por estudiantes y profesores, se examinan las respuestas obtenidas con el fin de determinar el alcance y eficacia que tiene el material de apoyo elaborado en el presente proyecto.

SECCIÓN 1:

- Pregunta 1.

  Se observó en el primer gráfico que el 74% de las personas que realizaron la encuesta se encuentra entre el sexto y séptimo semestre.

- Pregunta 2.

  En la segunda pregunta, se observa en la gráfica que las personas que realizaron la encuesta en la mayoría respondieron que es muy poco o poco frecuente el uso o la aplicación de conceptos relacionados sobre tolerancias geométricas y dimensionales a comparación de los que sí han hecho uso de estos términos.

- Pregunta 3.

  En la tercera pregunta, se observa en la gráfica que la asignatura llamada dibujo de máquinas ha fomentado más el uso de tolerancias geométricas y dimensionales por las personas encuestadas en comparación de otras materias.

- Pregunta 4.

  Se puede observar en la gráfica que los programas más utilizados por las personas que realizaron la encuesta son Los programas llamados SOLIDEDGE y SOLIDWORKS, siguientes a estos son INVENTOR, NX, y por último AUTO CAD.

SECCIÓN 2:

Las preguntas de esta sección, tienen como objetivo valorar el orden y la claridad relacionada específicamente con los videos.

- Pregunta 5.

  En la quinta pregunta, se observa en la gráfica que todas las personas que realizaron la encuesta respondieron en base a la información presentada en los videos, no les genero ningún conflicto, lo cual nos da a entender que es claro el orden en cómo se presentaron los videos.

- Pregunta 6.

  En la sexta pregunta, se observa en la gráfica que el 100% de las personas que realizaron la encuesta respondieron que no se les presento ninguna dificultad en los aspectos de calidad y sonido, dando a entender que los videos se presentaron con una buena calidad y con un buen manejo en el sonido de la voz.

- Pregunta 7.

  En la séptima pregunta, se observa en la gráfica que si fueron claros los ejemplos utilizados para explicar las normas ISO- GPS 8015(2011), 286(2010) y 1101(2017), lo cual nos da a entender que el trabajo realizado en cada una de estas normas por medio de los videos fue claro sin ningún problema.

- Pregunta 8

  En la octava pregunta, se observa en la gráfica que para el 96.7% de las personas que realizaron la encuesta afirmaron que fue clara la manera en cómo se manipulo y utilizo el programa CAD SOLIDWORKS, esto da a entender que se puede comprender el uso de la herramienta DimXpert para la aplicación de las tolerancias, y un 3.3% respondió que no, por lo que es necesario revisar los videos y rectificar si el manejo de este programa es claro.

SECCIÓN 3:

Las preguntas de esta sección, tienen como objetivo comprobar y evidenciar que las personas después de haber observado el material en su totalidad, se haya llevado a cabo una clara información de las normas ISO–GPS. 8015(2011),286(2010) y 1101(2017).

- Pregunta 9

  En la novena pregunta, se observa en la gráfica que para el 93.3% de las personas que realizaron la encuesta respondieron que la norma ISO -GPS 8015(2011) contiene los conceptos, principios y reglas válidas para las demás normas ISO –GPS lo cual es correcto, y un 6.7% respondió que no, por lo que es necesario revisar el video si es clara la información presentada acerca de la norma ISO -GPS 8015(2011).

- Pregunta 10

  En la décima pregunta, se observa en la gráfica que las personas que realizaron la encuesta respondieron que la norma ISO -GPS 286(2010) habla sobre la tolerancia de dimensión o las tolerancias dimensiónales lo cual es correcto, por lo tanto, nos da a entender que la persona comprendió de forma acertada la información presentada.

- Pregunta 11

  En la pregunta número once, se observa en la gráfica que las personas que realizaron la encuesta entendieron de qué se trata la norma ISO -GPS 1101 (2017) respondiendo que si abarca sobre las tolerancias geométricas lo cual es correcto.

- Pregunta 12

  En la pregunta número doce, se observa en la gráfica que el 100% de las personas que realizaron la encuesta respondieron correctamente que el Datum puede ser un plano, una línea recta o un punto, dándonos a entender que es clara la información y que ellos lograron reforzar su conocimiento en base a los Datums.

- Pregunta 13

  En la pregunta número trece, se observa en la gráfica que para el 90% de las personas que realizaron la encuesta respondieron que un cuerpo o pieza tiene seis grados de libertad al comprender que una pieza se compone de seis movimientos tres translatorios y tres rotacionales, lo cual es correcto, y un 10’% respondió tres, por lo que es necesario revisar

el videos que habla sobre los Datums y mirar si es clara la información para que no se generen confusiones.

SECCIÓN 4:

Las preguntas de esta última sección están formuladas con el fin de dar una valoración (calificación) la cual determinara la aprobación o insatisfacción de las personas que realizaron la encuesta con respecto al material de apoyo tomándose una numeración de 1 a 5, siendo uno (Inadecuado). 2 (Poco Adecuado), 3 (Regular), 4(Bueno) y 5 (Excelente).

- Pregunta 14

  En la pregunta número catorce, se observa en la gráfica que para el 86.7% de las personas que realizaron la encuesta calificaron con un 5 siendo excelente y un 13.3 % con un 4 lo cual significa bueno, queriéndonos decir que los encuestados están conformes con la calidad de los videos en la parte auditiva y visual.

- Pregunta 15

  En la pregunta número quince, se observa en la gráfica que para el 76.7% de las personas que realizaron la encuesta calificaron con un 5 siendo excelente y un 23.3 % con un 4 lo cual significa bueno, dándonos a conocer que es clara la explicación de las normas ISO-GPS.

- Pregunta 16

  En la pregunta número dieciséis, se observa en la gráfica que para el 90% de las personas que realizaron la encuesta calificaron con un 5 siendo excelente y un 10 % con un 4 lo cual significa bueno, entendiendo que ha sido positiva la experiencia de los estudiantes y profesores respecto al contenido de este material de apoyo para la conceptualización de las normas ISO –GPS 8015(2011),286(2010) y 1101(2017).

- Pregunta 17

  Siendo la última pregunta del formulario, la cual no es obligatoria de responder y es de respuesta abierta. las personas que realizaron la encuesta pueden dejar sus opiniones y comentarios respecto al contenido del material de apoyo, el cual fue respondido por un 45% de las personas encuestadas, dando a conocer sus opiniones positivas y conformidad con respecto al material de apoyo presentado.

8. CONCLUSIONES

El desarrollo de este proyecto fue un reto desde su inicio hasta su final en el cual se cumplió con el objetivo principal al lograr convertir una serie de información escrita a un material didáctico que sea fácil de manejar y entender. Su proceso de elaboración fue extenso dado a que se dividió en varias etapas las cuales fueron: buscar, comprender y analizar los conceptos contenidos en las normas ISO-GPS para generar un resumen concreto para el guion de cada video, así mismo el manejo de los programas que se utilizaron para crear el material de apoyo y así visualizar el contenido de las tolerancias dimensionales y geométricas de forma distinta por medio de un material visual y auditivo, al mismo tiempo se presentaron dificultades como la poca información que se encuentra sobre las normas ya sea escrita o visual, el idioma dado a que se encuentra diferente al español y por último el tiempo dado a que se tardó más de lo esperado en base a su planeación, pero al final se obtuvieron resultados positivos y gratos en su elaboración en la cual se adquirió el fortalecimiento del conocimiento teórico – practico de las normas ISO – GPS 8015 (2011), 286-1 (2010), 286-2 (2010) y 1101 (2017) con el fin de contribuir a la comunidad universitaria con un material de apoyo en su formación como profesionales y como un aporte de ayuda para su futuro en el campo laboral.

El material didáctico por medio de los videos ilustrados con respecto a las normas ISO-GPS aumenta el interés de los estudiantes en reforzar su conocimiento en estos temas, debido a que se encuentra accesible el material elaborado en relación al idioma, a su explicación, claridad y su uso aplicativo de una manera teórica-práctica por medio de un software CAD, el cual facilita el diseño de piezas y planos; siendo este un material de apoyo para su formación como profesional, ahorrando tiempo en realizar las búsquedas necesarias para poder comprender en su totalidad la información relacionada a las tolerancias dimensionales y geométricas para ser aplicadas en el área de diseño y dibujo.

Después de haber analizado las respuestas con respecto a la encuesta realizada, se observa que los estudiantes asimilaron el contenido audiovisual de una manera positiva agradándoles el contenido y el desarrollo de cómo se diseñó o se estructuro la información de estas normas ISO-GPS, dado a que se encuentra escasa la información de manera audiovisual, o de forma no muy clara con respecto a estos temas, en consecuencia a esto, se evidencio que fue de ayuda para tener una mejor comprensión y manejo de las tolerancias dimensionales y geométricas sobre una pieza, y no solo eso, sino también el conocimiento de la herramienta DimXpert, para el acotado dimensional y geométrico por medio del programa CAD SOLIDWORKS.

REFERENCIAS:

Alonso, H. (2011) *Tolerancias dimensionales.* Universidad Carlos III de Madrid. Recuperado de: http://ocw.uc3m.es/ingenieria-mecanica/diseno-mecanico-1/material_clase/ocw_tol_dim

Alvarado, L. (2015). *Estudio del uso de estrategias de asignación de tolerancias en empresas manufactureras de la localidad de Kennedy.*

Cogorno, G. R. (2006). *Geometric Dimensioning and Tolerancing for Mechanical Design*. New York: McGraw-Hill.

Fundamentos de GD&T (s. f.). Obtenido de: https://www.keyence.com.mx/ss/products/measure-sys/gd-and-t/basic/datum.jsp

Gómez, J., Romero, J., y Suaza, W. (Noviembre 2002). *Dimensionado y tolerado geométrico en las normas técnicas colombianas*, DYNA, Universidad Nacional de Colombia. Vol. 69 pág. 35–44. Recuperado de http://redalyc.uaemex.mx

ISO (s. f.) *Historia de la ISO*. Recuperado de: https://www.iso.org/about-us.html

ISO 8015, (2011) *Geometrical product specifications (GPS) — fundamentals — concepts, principles and rules.* 2ra ed. Suiza. ISO.

ISO 286-1 (2010). *Geometrical product specifications (GPS) — ISO code system for tolerances on linear sizes Part 1: Basis of tolerances, deviations and fits* Suiza. ISO

ISO 286-2 (2010). *Geometrical product specifications (GPS) — ISO code system for tolerances on linear sizes Part 2: Tables of standard tolerance classes and limit deviations for holes and shafts.* Suiza. ISO

ISO 1101 (2017). *Geometrical product specifications (GPS) — Geometrical tolerancing — Tolerances of form, orientation, location and run-out.* 4ta ed. Suiza.: ISO.

Henzold G. (2006) *Geometrical Dimensioning and Tolerancing for Design, Manufacturing and Inspection.* 2da ed. Reino Unido: Butterworth-Heinemann

Jensen, C. (2006). *Dibujo y diseño en ingeniería*. México D.F.: Mc. Graw Hill.

Neumann, S. y Neumann, A. (2009). *A Practical Guide to Geometric Tolerancing per ASMEY14.5-2009*. Longboat key, USA: Society of Manufacturing Engineers.

Nielsen, Henrik (2012) *The ISO Geometrical Product Specifications Handbook*, Dinamarca ISO/Danish Standards.

Tolerancias geométricas (s. f.) Recuperado de: https://ocw.unican.es/pluginfile.php/228/course/section/139/tema_2.4.pdf

.