

**INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL
ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA
UNIDAD CULHUACAN**

TESINA

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE INGENIERO MECANICO DESARROLLAN:

HERNANDEZ CAMPOS ISMAEL.

HERRERA PONCE RAUL.

LANDA ALVAREZ ALEJANDRO.

RODRIGUEZ ULIN JAIME.

SANCHEZ BECERRA DANIEL ALEJANDRO.

NOMBRE DEL SEMINARIO: SISTEMAS DE CAD Y CAD-CAM APLICADOS EN EQUIPOS DE C.N.C.

NUMERO DE VIGENCIA: DES/ESIME-CUL-2009/55/01/11

NOMBRE DEL TEMA

“Ingeniería Inversa Aplicada a un Sway Bar Link.”

CAPITULADO:

- I Introducción.
- II Marco Teórico.
- III Aplicación de la ingeniería inversa al diseño de una conexión de barra estabilizadora (sway bar link).
- IV Conclusiones.

Fecha: México D.F. Septiembre 2012.

ING. CARLOS SILVA HERNANDEZ
COORDINADOR DEL SEMINARIO

ING. ISAIAS SANCHEZ CORTES
ASESOR

ING. JOSE MIGUEL GARCIA SANCHEZ
JEFE DE LA CARRERA DE I.M.

AGRADECIMIENTOS

A nuestras familias por su apoyo durante nuestra carrera, y durante toda la vida

A nuestros maestros y a nuestra escuela, por la educación recibida

Con cariño, aprecio y profundo respeto

Hernández Campos Ismael

Herrera Ponce Raúl

Landa Álvarez Alejandro

Rodríguez Ulín Jaime

Sánchez Becerra Daniel Alejandro



INDICE



CULHUACAN

I INTRODUCCION

1.1	Presentación del proyecto (Necesidades).....	1
1.2	Planteamiento del problema.....	1
1.3	Justificación.....	2
1.4	Objetivo general.....	2
1.4.1	Objetivos específicos.....	3
1.5	Alcances y limitaciones.....	3
1.6.	Hipótesis.....	4

II MARCO TEORICO

2.1	Definición de ingeniería inversa.....	5
2.1.1	Metodología de la ingeniería inversa.....	6
2.2	Metrología (toma de medidas y tolerancias).....	9
2.3	Análisis dimensional.....	21
2.3.1	Obtención de bosquejo.....	21
2.3.2	Obtención de modelos 3D.....	25
2.3.3	Ensamble 3D.....	28
2.3.4	Geometría de la pieza.....	30
2.3.5	Planos del producto final.....	33
2.4	Análisis de materiales.....	34
2.4.1	Metalografía.....	34
2.4.1.1	Objetivo principal de la metalografía.....	34
2.4.2	Espectrometría de masas.....	35
2.4.3	Dureza.....	38
2.4.4	Pruebas de tensión.....	43
2.4.5	Otros análisis.....	48
2.4.5.1	Análisis por espectroscopio.....	48

III



INDICE



CULHUACAN

III APLICACIÓN DE LA INGENIERIA INVERSA AL DISEÑO DE UNA CONEXIÓN DE BARRA ESTABILIZADORA

3.1	Definición de la conexión de la barra estabilizadora o sway bar link.....	50
3.1.1	Tipos de conexiones de barras estabilizadoras o sway bar links.....	52
3.1.2	Función de la conexión de la barra estabilizadora o sway bar link en el vehículo.....	56
3.2	Análisis de la pieza origen (conexión de la barra estabilizadora de Ford Fiesta/Ecosport modelos 2003-2008).....	57
3.3	Dimensionamiento de la pieza OEM.CAD.....	57
3.4	Estudio metalográfico.....	58
3.5	Otras pruebas.....	60
3.5.1	Prueba de separación de rodamiento metálico del anillo (stud pull out).....	60
3.5.2	Prueba de fuerza requerida para mover el rodamiento metálico (stud pull).....	61
3.5.3	Prueba de desplazamiento angular de la rotula(stud swing).....	64
3.6	Diseño de producto.....	66
3.6.1	Modificaciones de la pieza original sin afectar sus características críticas (mejoras).....	79
3.7	Manufactura – Programación de CNC.....	82
3.8	Consideraciones sobre la ley de la propiedad industrial.....	89



INDICE



CULHUACAN

IV CONCLUSIONES

90

ANEXO 1.....	i
ANEXO 2.....	xi
GLOSARIO.....	xiv
BIBLIOGRAFIA.....	xvi



CULHUACAN

I INTRODUCCION

1.1 Presentación del proyecto (Necesidades).

En la actualidad uno de los países mas desarrollados como lo es China utiliza la ingeniería inversa en todos y cada uno de sus productos con lo que se ha convertido en una gran potencia mundial. El análisis de un objeto ya existente puede generar una idea de cómo mejorar este, cambiando sus componentes y así mejorar su calidad y reducir el costo, a lo que impulsa una gran competencia dentro del mercado ayudando al desarrollo económico en un país.

Otro ejemplo reciente es el avance tecnológico de Japón: Copiar la tecnología de maquinas y productos extranjeros, fue la base para la posterior mejora de los mismos, fabricados y mejorados ahora por Japón.

Un país como México que la mayoría de sus productos son importados y tiene la necesidad de aplicar la ingeniería inversa, para el desarrollo y así ser capaz de exportar sus productos, respetando los derechos de patente de cada uno de estos (ley de la propiedad industrial). Es importante también considerar la ley de la propiedad industrial que aplica en nuestro país.

Es por todo lo anterior que el propósito de esta tesina es explorar el campo de la ingeniería inversa enfocada a una aplicación del campo automotriz.

1.2 Planteamiento del problema.

Dentro del campo automotriz, una de las aplicaciones redituables, con oportunidad de negocio, es el área de refacciones. Una de las refacciones automotrices mas importantes de la suspensión*, y comúnmente sujeta a fallas, es la conexión de la barra estabilizadora o sway bar link, del cual nos enfocaremos en el capítulo III.

*Ver glosario



CULHUACAN

Usaremos una conexión de la barra estabilizadora o sway bar link ya existente, fabricado por Ford (a través de un proveedor) para vehículos Fiesta y Ecosport 2003-2008, para que a partir de éste, obtengamos el diseño base que le dio origen, para su posterior optimización.

1.3 Justificación.

Debido al poco desarrollo de la ingeniería inversa en México, es necesario el surgimiento de una base escrita sobre la cual los futuros ingenieros Mecánicos y Automotrices puedan apoyarse para consulta en este campo. Esta tesina es para incursionar el desarrollo y aplicación de la ingeniería inversa. Una buena forma de empezar, es buscando una aplicación automotriz que no sea compleja pero a su vez sea eficaz en la extensión del tema. Esto nos permitirá enfocarnos más y adquirir experiencia, al mismo tiempo que evitaremos la dispersión que se podría generar al analizar dispositivos o elementos más complejos.

Por medio de este sistema se fomenta el desarrollo de nuevos mercados, incrementando la competitividad de piezas intercambiables, buscando siempre optimizar el producto ya existente.

1.4 Objetivo general.

Establecer una metodología de ingeniería inversa aplicada a una conexión de la barra estabilizadora (sway bar link).



CULHUACAN

1.4.1 Objetivos específicos.

- 1º Elaborar una tesina que sirva como base para futuros ingenieros que deseen consultar el campo de la ingeniería inversa.
- 2º Aplicar la ingeniería inversa para obtener el diseño origen de la conexión de la barra estabilizadora (sway bar link), de un auto Ford Fiesta o de una Ecosport modelos 2003-2008.
- 3º Obtención del dimensionamiento de la pieza original.
- 4º Elaborar los planos y modelo en (2D y 3D)* en sistema CAD-CAM "CATIA".
- 5º Generar prototipo mejorado en sistema CAD.
- 6º Simular la manufactura del producto en Catia*.
- 7º Obtener el programa de maquinado en CNC*.
- 8º Simular la manufactura en el software de centros de maquinado Fanuc.

1.5 Alcances y limitaciones.

Este trabajo comprende el marco teórico o marco de referencia para la ingeniería inversa, donde proponemos una metodología a seguir y cumplir con los objetivos. El alcance de esta tesina incluye la aplicación de esta metodología en el diseño de la conexión de la barra estabilizadora (sway bar link) fabricado por Ford (a través de un proveedor) para vehículos Fiesta y Ecosport 2003-2008, para que a partir de esta conexión de la barra estabilizadora (sway bar link), obtengamos el diseño base que le dio origen, para su posterior optimización, que actualmente ya existe en el mercado y así proponer posibles mejoras en el producto (en campo se encontró que el motivo principal de falla es el desgaste). Como limitaciones, hay que mencionar que este trabajo no incluye tratamientos térmicos ni análisis económico-financiero, esto debido a que nos queremos centrar en la metodología propuesta, en lugar de extendernos sobre costos involucrados.

*Ver glosario



CULHUACAN

1.6 Hipótesis.

A partir de la ingeniería inversa aplicada a la conexión de la barra estabilizadora (sway bar link) es posible obtener los objetivos planteados.



CULHUACAN

II MARCO TEÓRICO

2.1 Definición de ingeniería inversa.

La ingeniería inversa es el proceso de conocer los principios tecnológicos de un dispositivo, objeto o sistema, a través del análisis de su estructura, función y operación. Esta consiste en estudiar un producto terminado con el objetivo de llegar a su punto de inicio y con este poder crear un nuevo producto a través de modificaciones de procesos en las especificaciones del diseño anterior. Asimismo, esta metodología se puede utilizar para la creación de clones que cumplan con igual fin que el original. Haciendo el estudio de los procesos de construcción y de las herramientas usadas en la misma, para la creación del clon* o del producto nuevo.

La ingeniería inversa consiste de tomar algo (un dispositivo mecánico o electrónico, un software de computadora, etc.) para analizar su funcionamiento en detalle, generalmente para intentar crear un dispositivo o programa que haga la misma o similar tarea mejorando el dispositivo o programa original, es decir la idea de emplear la ingeniería inversa es llegar a conocer a fondo el producto y generar uno mejor. En el proceso de la ingeniería inversa debemos de tener en cuenta que existe la Ley de la Propiedad Industrial, la cual tiene artículos que debemos de considerar. El artículo que aplica para esta tesina, es el artículo 22, el cual especifica que las actividades de investigación y enseñanza no constituyen infracción o delito alguno en términos de la Ley de Propiedad Industrial. En el Anexo II se muestran los artículos de esta ley que afectan a la ingeniería inversa, e incluye el artículo 22 arriba mencionado.



CULHUACAN

2.1.1 Metodología* de la ingeniería inversa.

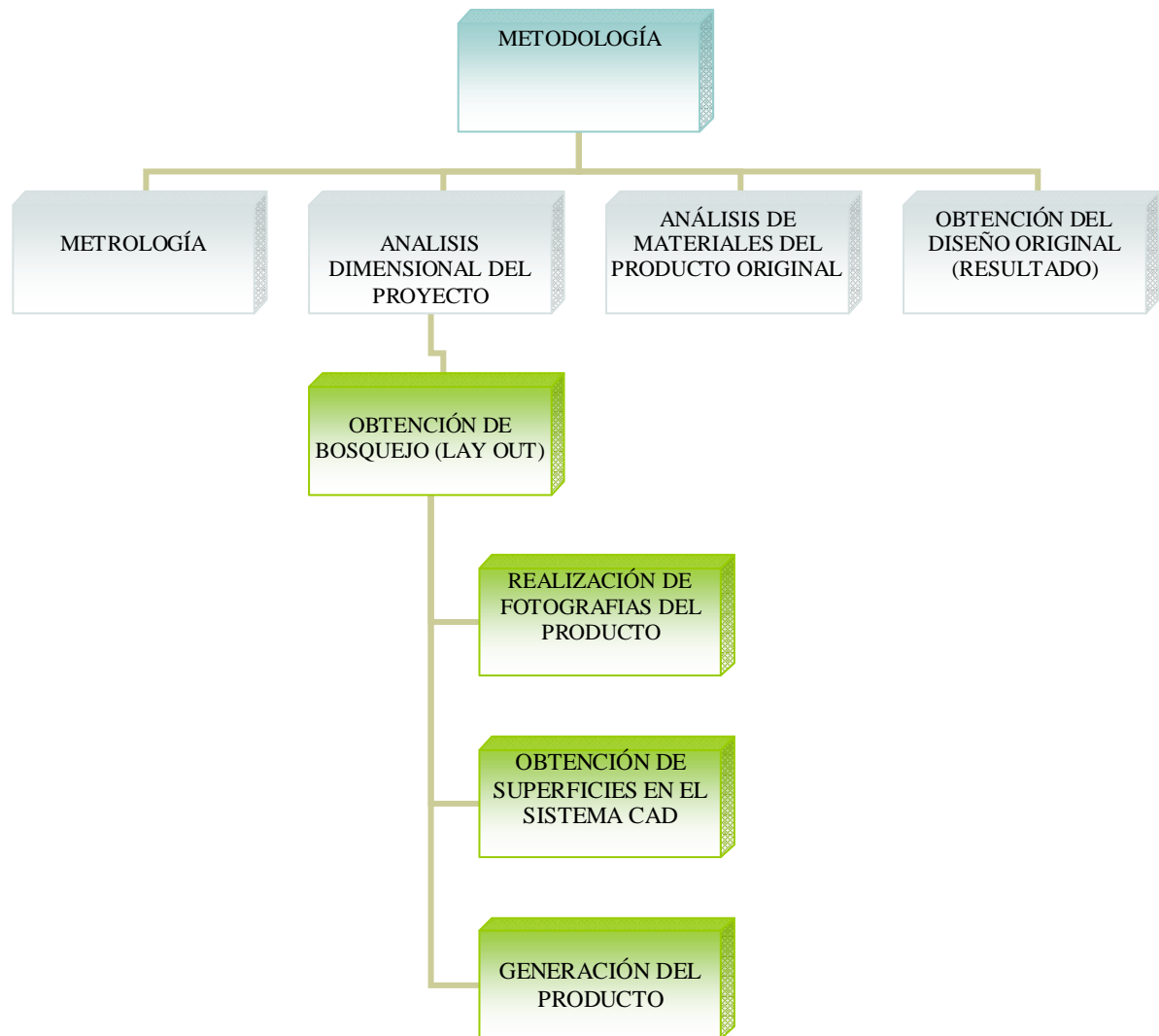
Actualmente los productos más comúnmente sometidos a una ingeniería inversa son los programas de computadora y los componentes electrónicos, aunque cualquier tipo de producto puede ser analizado por medio de la metodología de ingeniería inversa. Este método se le denomina ingeniería inversa porque avanza en dirección opuesta a las tareas y actividades habituales de ingeniería. Es un método de resolución, ya que al aplicarlo se profundiza en el estudio del funcionamiento de un producto hasta el punto en que se pueda llegar a entenderlo, modificarlo y mejorarlo. En la actualidad existen diversas tecnologías para realizar este proceso, aunque el objetivo primordial de estas es obtener datos del objeto sobre el que se quiere realizar la ingeniería inversa, y poderlos manipular y tratar hasta ser capaces de reproducir dicho objeto mediante la tecnología de fabricación más adecuada en cada caso.

*Ver glosario



CULHUACAN

Los pasos que posibilitan esta metodología son los siguientes:





CULHUACAN

INSTRUMENTOS UTILIZADOS PARA EL REGISTRO DE MEDIDAS EN PRODUCTO MUESTRA.



Instrumento	Imagen	Descripción
Bloque magnético en V		Utilizado para garantizar la planitud de conexión de barra estabilizadora, auxiliar en la medición de desplazamiento del rodamiento metálico.
Calibrador vernier o pie de rey.		Mediciones generales exteriores, interiores y de profundidad.
Comparador de carátula		Auxiliar en la medición de la fuerza requerida para separar la rotula del anillo metálico.
Medidor mecánico de fuerza		Medición de la fuerza requerida para mover la rotula metálica.
Nivel digital		Medición de ángulo de desplazamiento del rodamiento metálico.
Mesa de planitud		Utilizado para garantizar nivel cero en las mediciones.

Tabla 2.2.1 Instrumentos utilizados en la medición de producto base.



2.2 Metrología (toma de medidas y tolerancias).

La metrología es una de las partes fundamentales de la mecánica ya que trata a las medidas y a su expresión, y, gracias a ella, todas las piezas que integran un montaje determinado pueden ser intercambiadas en caso de deterioro. Se vale de medios imprescindibles, a saber:

- Los instrumentos de medida.
- Las tolerancias.

Unidades de medida

Al patrón utilizado para medir le llamamos también Unidad de medida.

Debe cumplir estas condiciones:

1º.- Ser inalterable, esto es, no ha de cambiar con el tiempo ni en función de quién realice la medida.

2º.- Ser universal, es decir utilizada por todos los países.

3º.- Ha de ser fácilmente reproducible.

Reuniendo las unidades patrón que los científicos han estimado más convenientes, se han creado los denominados Sistemas de Unidades.

Uno de ellos que utilizamos en nuestras aulas es el Sistema Internacional.

Sistema Internacional (S.I.)

Este nombre se adoptó en el año 1960 en la XI Conferencia General de Pesos y Medidas, celebrada en París buscando en él un sistema universal, unificado y coherente que toma como Magnitudes fundamentales: Longitud, Masa, Tiempo, Intensidad de corriente eléctrica, Temperatura termodinámica, Cantidad de sustancia, Intensidad luminosa.

Unidades básicas del SI y sus Símbolos

Longitud: metro	m
Tiempo: segundo	s
Masa: kilogramo	kg
Intensidad de corriente eléctrica: amperio o amper	A
Temperatura: kelvin	K
Cantidad de sustancia: mol	mol
Intensidad luminosa: candela	cd



CULHUACAN

INSTRUMENTOS UTILIZADOS PARA EL REGISTRO DE MEDIDAS EN PRODUCTO MUESTRA.

Entre los instrumentos de control de medidas utilizados se encuentran:

1. Galgas o escalas patrón (BLOQUE MAGNETICO EN V).

Bloques prismáticos de acero especial con dos caras opuestas perfectamente planas y paralelas que conforman la superficie de medida. El espesor del bloque es constante en cualquier punto de la superficie de medida, cuya dimensión nominal viene grabada en una de sus caras. Estas galgas se conocen también como bloques Johansson.

La elaboración y el tratamiento especial a que están sometidos los bloques aseguran una elevada precisión dimensional y características geométricas de planitud y paralelismo tales que sobreponiendo bloques de varios espesores, se puede realizar cualquier cota del orden de 0,001 mm.



Figura 2.2.1 Bloque magnético en V.



CULHUACAN

Las principales características de los bloques son:

- Alto grado de precisión dimensional, planitud y paralelismo de la superficie de medida, que debe de mantenerse dentro de una tolerancia muy estricta.
- El grado de finura de la superficie estricta (rugosidad $R_a \leq 0,0025$ mm).
- Elevada dureza superficial (60 a 65 HRC).
- Bajo coeficiente de dilatación térmico
- Inalterable, indeformable e inoxidable

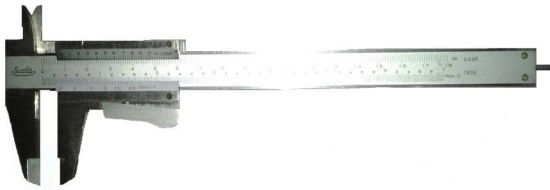
2. Calibre deslizable o pie de rey.

El pie de rey es uno de los instrumentos mas utilizados en la toma de medidas en la actualidad, ya que por medio de este se pueden controlar medidas de longitud externa, interna y de profundidad.

La precisión del pie de rey oscila de acuerdo a su calidad, aunque normalmente es de 1/10, 1/20, 1/50 de mm.

Los calibradores vernier o pie de rey se encuentran en diferentes tipos como lo son :

- Análogo
- Digital
- De reloj o caratula



a)



b)

Figura 2.2.2 Calibradores vernier o pie de rey; a) análogo; b) digital.

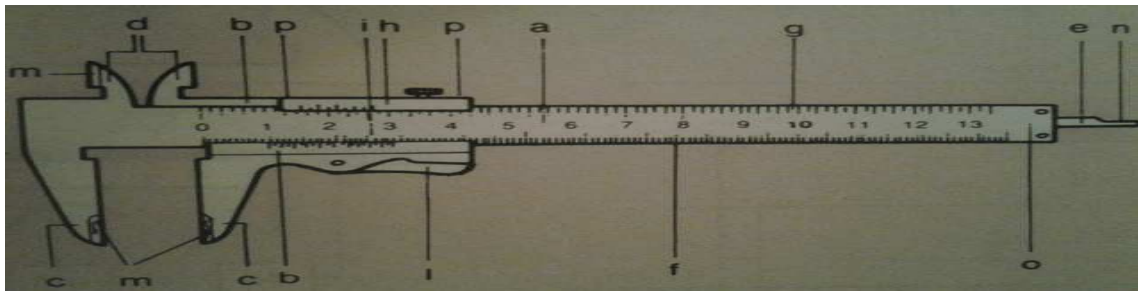


Figura 2.2.3 partes fundamentales del calibrador vernier o pie de rey.

Las partes fundamentales del pie de rey son:

- a) Cuerpo del calibre
- b) Corredera
- c) Puntas para la medida externa
- d) Puntas para la medida interna
- e) Varilla para medir profundidad
- f) Escala graduada en milímetros
- g) Escala graduada en pulgadas
- h) Graduación del nonio en pulgadas
- i) Graduación del nonio en milímetros
- j) Pulsador para el bloqueo del cursor. En algunos calibres es sustituido por un tornillo.
- k) Embocadura de las puntas para la medida de ranuras, roscas, etc.
- l) Embocadura de la varilla de profundidad para penetrar en agujeros pequeños.
- m) Tornillos para fijar la pletina que sirve de tope para el cursor.
- n) Tornillo para corregir eventuales errores de paralelismo en las puntas de medida.

En el reverso del pie de rey se encuentran impresas algunas tablas de utilidad práctica, como la medida del diámetro del agujero para roscar.

El material con el que se construyen el pie de rey es generalmente acero inoxidable, que posee gran resistencia a la de formabilidad y desgaste.

El nonio presenta la característica principal del pie de rey, ya que es el que efectúa medidas con aproximaciones inferiores al milímetro.



CULHUACAN

La graduación señalada en el cuerpo del calibre, entre las marcas, representa un milímetro, como si de una regla común se tratara.

La graduación marcada en el nonio del cursor posee 10 marcas que están subdivididas en partes iguales en una longitud de 9 mm, así pues la distancia entre dos marcas consecutivas del nonio es de $9/10$ de mm. Así cuando el nonio coincide con el cero de la escala del cuerpo, el pie de rey está cerrado. En esta posición la décima marca del nonio coincide con la novena marca de la escala fija. Ninguna otra marca del nonio comprendida entre el 0 y 10, coincide con la marca de la escala del cuerpo del calibre.

3. Comparador o micrómetro de carátula.

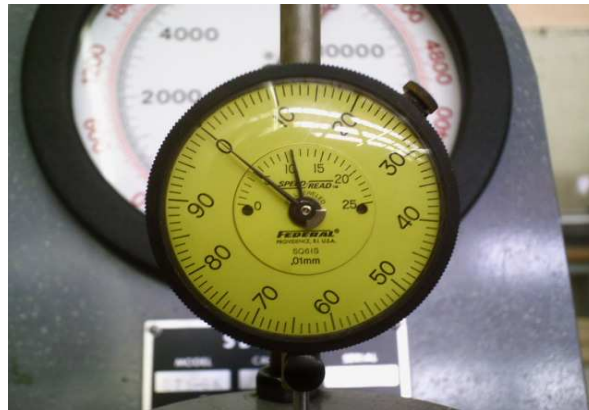


Figura 2.2.4 Comparador de carátula.

El comparador es un instrumento utilizado para el control del error de forma de una pieza y para la medida comparativa (por diferencia) entre la dimensión de una pieza sujeta a examen y la de una pieza patrón.

Al ser un instrumento de comparación, es necesario que durante su uso este sólidamente sujeto a una base de referencia. A tal efecto se utilizan soportes especiales.

El comparador lleva un palpador retráctil que va unido a un índice móvil, atravesando un mecanismo de amplificación.

La rotación del índice sobre el cuadrante es proporcional a la desviación vertical del palpador. El palpador primero mide el patrón y luego la pieza a examen. La desviación



CULHUACAN

del índice sobre el cuadrante indica en centésimas de milímetro la diferencia de cota entre la pieza y el patrón.

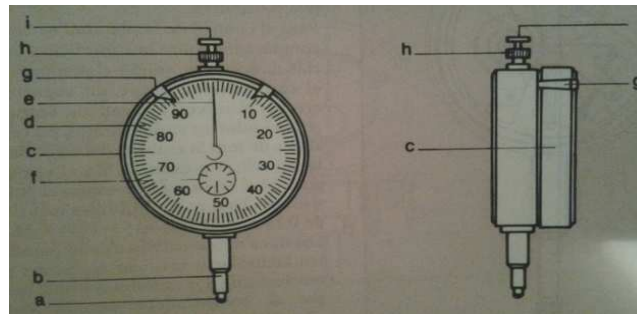


Figura 2.2.5 Partes fundamentales del comparador de carátula.

Partes fundamentales del comparador: la figura indica las partes con que se conforma el comparador.

- a) Palpador.- es el que se apoya sobre la superficie de la pieza a examen. Esta roscado sobre el eje móvil (b). la punta del palpador esta redondeada pero puede asumir formas diversas en función del tipo de superficie a controlar.
- b) Eje móvil.
- c) Carcasa que contiene el mecanismo amplificador. Generalmente son de aluminio o de acero inoxidable.
- d) Cuadrante centesimal.
- e) Indicador de las centésimas.
- f) Cuadrante de los milímetros. La aguja se mueve una división, por una vuelta completa de la aguja del cuadrante centesimal.
- g) Indicador móvil, que puede moverse a lo largo del cuadrante y que sirve para delimitar el campo de tolerancia prefijado.
- h) Rueda que unida al eje (b) sirve para levantar la punta del palpador.
- i) Tope para fijar el palpador para el transporte. El campo de medida y de apreciación del comparador es de 0,01 mm, aunque algunos más precisos son de 0,005 o de 0,002 mm o, como el comparador milesimal, de 0,001 mm.

En el centesimal, una vuelta completa de la aguja mayor corresponde a 1 mm de la división del cuadrante pequeño. Si el cuadrante grande lo dividimos en 100 partes, tendremos que una división será $1/100 = 0.01\text{mm}$.

Figura 2.2.3 Mecánica del Taller tomo Metrología II Torno y Fresadora; Organización Cultural LP S.A. de C.V. México 1988.



CULHUACAN

Mediante el uso de los instrumentos anteriores, se toman las dimensiones de la pieza que estamos midiendo, anotando las mismas, para su posterior uso en la digitalización de la pieza, tema que veremos mas adelante.

4. Medidor de fuerza mecánica



Figura 2.2.6 Medidor de fuerza mecánica.

Aplicación:

- Medición de la presión de contacto en el panel táctil o el teclado
- Equipado con una función pick hold que captura el pico de la fuerza.
- Cero funciones de ajuste para el peso de tara que permite los ajustes de peso de los accesorios.
- Carrera de 10mm.

Nota: Los medidores digitales son más adecuados para la medición en el cambio rápido de fuerza tal y como son las fuerzas de impacto.



CULHUACAN

Modelo	FB
Carrera	10 mm
Unidades de medición	Newton
Características de caratula	Libre y modo máximo (seleccionable).
Graduación	100 líneas.
Precisión	+/- 0.3 % de la unidad de medición
Rango de temperatura de operación	0 +/- 40° C
Peso	600 gr

Tabla 2.2.2 Características de medidor de fuerza mecánica.

5. Nivel Digital PROTRACTOR MITUTOYO SERIE PRO 360



Figura 2.2.7 Nivel Digital.

Descripción: Este nivel digital presenta valores de inclinación en una pantalla de fácil lectura de cristal líquido. Las mediciones se hacen por medio de un sensor de gravedad electrónico y procesado por un circuito electrónico con tecnología de bajo consumo.

Características

- Rango de medida 360° (90° x 4).
- Maquinado con cuerpo de aluminio.
- Lectura de espera.
- Calibración simple sin requerir accesorios especiales.



CULHUACAN

- La pantalla se mantiene en posición vertical para ver en todos los ángulos.

Especificaciones	
Modelo	Pro 360
Precisión	$\pm 0.1^\circ$ nivel $\pm 10^\circ$; Plomo $\pm 10^\circ$; $\pm 0.2^\circ$ error máximo
Vida de la batería	500 Hrs. Batería estándar de 9-Volt
Error en cruce de ejes	Mínima
salida	N/A
repetibilidad	$\pm 0.1^\circ$
Resolución	0.1°
Temperatura de almacenamiento	-20-65°C -4-149°F
peso	289g 10.2oz
Temperatura de operación	-5-50°C 23-122°F

Tabla 2.2.3 Características de nivel digital.



6. Mesas de Planitud.



Figura 2.2.8 Mesa de planitud de granito negro.

Productos para metrología de alta calidad producidos a partir de varios tipos de granito, dependiendo de las necesidades y requisitos de la medición a realizar. Pruebas realizadas en laboratorios especializados, han demostrado que los granitos negros de grano fino son más duros, densos y menos absorbentes que otros tipos de granitos. Por esta razón, los instrumentos de precisión hechos en granito, tal y como son las mesas de planitud, bancadas de máquinas herramienta, escuadras, reglas, etc. están fabricados en Granito Negro de la más alta calidad, homogeneidad y estabilidad. Sin embargo, existen aplicaciones que no requieren de la dureza y la resistencia a la abrasión que presenta el granito Negro. En la actualidad existen fabricantes que ofrecen, para estas aplicaciones, un granito nacional de alto contenido en cuarzo, pudiendo fabricarse en este material mesas de hasta 4 metros de longitud.

Contrariamente a lo que se cree, el color del granito no determina de ninguna manera la dureza del mismo. Esta dureza está basada en el contenido de cuarzo. Siendo el granito un material totalmente natural, el porcentaje de cuarzo, incluso en un mismo tipo de granito, es variable. El contenido de cuarzo varía por tanto, entre unos porcentajes máximos y mínimos que determinan su idoneidad para aplicaciones de alta precisión.



CULHUACAN

A continuación se muestran las principales características de este tipo de granito:

- Dureza uniforme
- Precisión bajo carga
- No magnético
- Absorbe las vibraciones
- Fácil de limpiar
- Bajo mantenimiento
- No abrasivo
- Resistente a la flexión
- Resistente al óxido, no corrosivo
- Puede ser nuevamente relapidado
- Color mate
- Baja porosidad
- Alta estabilidad térmica

Y como anteriormente se mencionaba la diferencia entre las dos clases de granito, las características físicas de estas dos variedades de granito, se presentan en la siguiente tabla:



CULHUACAN

Material	GRANITO NEGRO	GRANITO GRIS
Dureza (escala Mosh)	6 – 7	5 - 6
Peso específico aparente (gr/cm ³)	2,89	2,66
Coefficiente de absorción (%)	0,1	0,25
Resistencia mecánica a compresión (kg/cm ³)	815	1.381
Resistencia mecánica a flexión (kg/cm ²)	151	102
Resistencia al desgaste (mm)	2,7	1,6
Resistencia al impacto (cm)	50	50
Alteración por choque térmico	no altera	no altera
Clasificación geológica	Diorita	Granito adamellítico

Tabla 2.2.4 Tabla comparativa granito negro y gris.



CULHUACAN

2.3 Análisis dimensional.

2.3.1 Obtención de bosquejo*.

Una opción para análisis dimensional, es comenzar por modelar las dimensiones obtenidas que definen el perfil del producto, dibujando las mismas en CAD (Catia*), tal y como muestran las figuras siguientes:

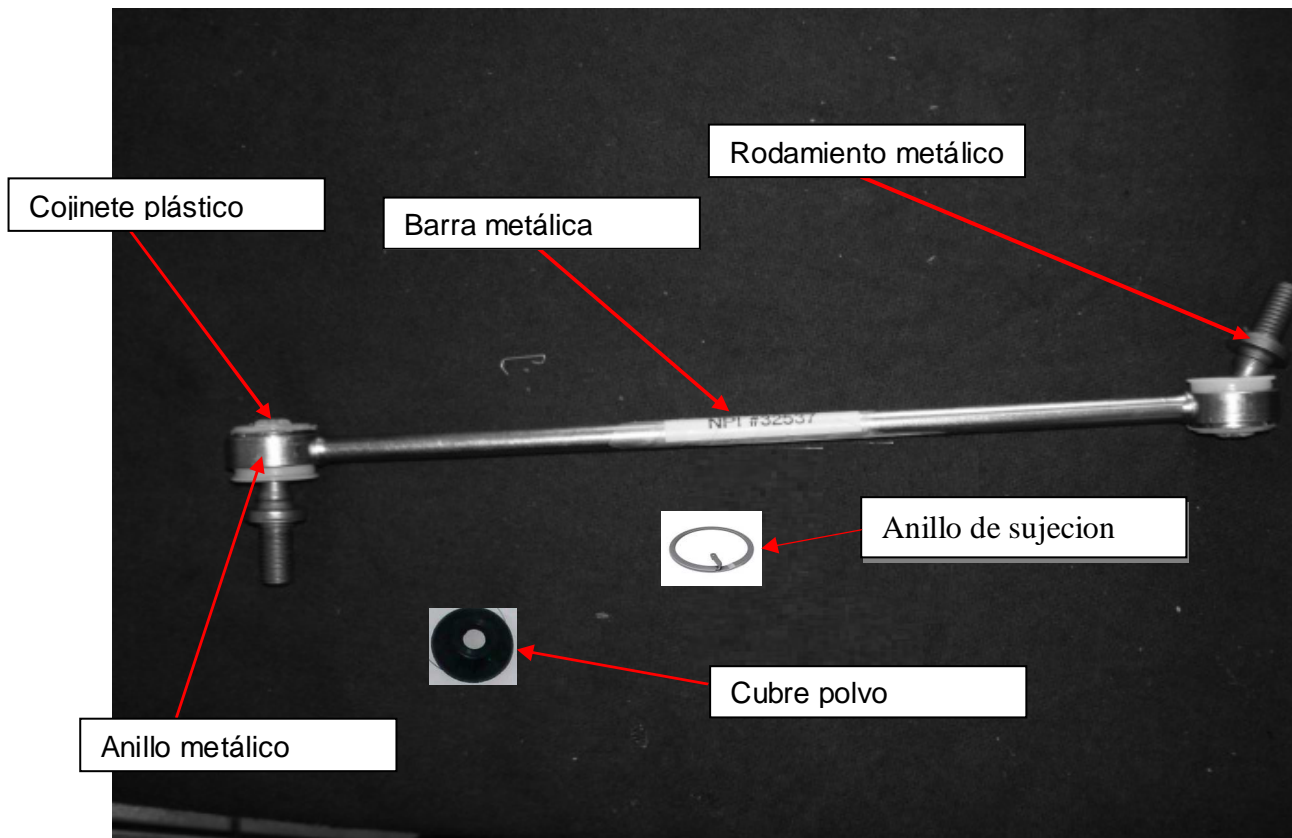


Figura 2.3.1.1 Producto original, con el nombre de las piezas que lo conforman

*Ver glosario



CULHUACAN

Componentes de la Conexión de la barra estabilizadora (sway bar link)				
pieza original				
parte:	Material:	Origen de la pieza:	Función:	Sujeta a desgaste:
Rodamiento de plástico	Delrin-500	Importado	Provee el ángulo de desplazamiento requerido en sus cuatro ejes.	desgaste, fractura
Rodamiento metálico	acero 1015	Importado	Movimiento en sus cuatro ejes	ninguno
Barra metálica	acero 1015	Importado	Extensión	se dobla al impacto
Anillo metálico	Importado	ninguno
Cubrepolvo	Importado	Componente que retiene la grasa dentro de la junta y al mismo tiempo evita que algún elemento contaminante se introduzca al interior de la junta	ruptura

Tabla 2.3.1.1 Indica los componentes y características de la conexión de la barra estabilizadora original.



CULHUACAN

Tabla comparativa de ventajas y desventajas

Características	Pieza original	Nuevo diseño	Ventajas	Desventajas	Comentarios
Desplazamiento angular	30°-30°	30°-30°	Buen funcionamiento		Mismo ángulo de desplazamiento para no tener problemas en el funcionamiento
Longitud	278.76 mm	278.76mm	Buen funcionamiento		Misma longitud para que conecte bien en el vehículo
Distancia del centro a la base del rodamiento metálico	23mm	22.86mm	Buen funcionamiento		Similar para que la distancia de desplazamiento angular sea la misma que la pieza original
distancia del centro de la barra metálica a la base del rodamiento metálico	21.13m	21.13mm	Buen funcionamiento		Similar para que la distancia de desplazamiento angular sea la misma que la pieza original
cuerda del rodamiento metálico	M10x1.5	M10x1.5	Ajuste correcto		La barra estabilizadora y la base donde se acopla la conexión de la barra estabilizadora
Diámetro del rodamiento metálico	0.624m	0.874mm	vida útil		Diámetro de la esfera tendrá mejor vida útil



CULHUACAN

Tabla de ventajas y desventajas, continuación.					
Diámetro de cuello del rodamiento metálico	7.5mm	9.7mm			
Longitud de la cuerda del rodamiento metálico	20mm	32mm		larga	Si la dimensión del vástago de la cuerda es mas grande a que revisar el vehículo si tiene espacio para instalar la conexión de la barra estabilizadora
Material del rodamiento metálico	50B40 acero	4140 acero	Mejores Propiedades		
Diámetro de anillo metálico	27mm	35mm		Espacio	verificar espacio en el vehículo
altura del anillo metálico	10.5m m	13.8mm	buena		
Material anillo metálico	1015 acero	1020 acero	soldabilidad		
Diámetro Barra Metálica	8mm	10mm	Resiste el impacto		diámetro mas grande para resistir el impacto
Material Barra Metálica	1015 acero	1020 acero	soldabilidad		
Tipo de cojinete	Encapsulado	Encapsulado	Buena		
Material cojinete	Plástico	Plástico	Buena		

Tabla 2.3.1.2 Indica ventajas y desventajas entre pieza original y nuevo diseño.



CULHUACAN

2.3.2 Obtención de modelos 3D.

Se procede a modelar cada componente del producto de una forma similar, a partir del perfil utilizando el comando de sketch (Boceto) para después usar el comando shaft (Revolución) y así obtener el modelo 3D como se muestra en las imágenes siguientes.

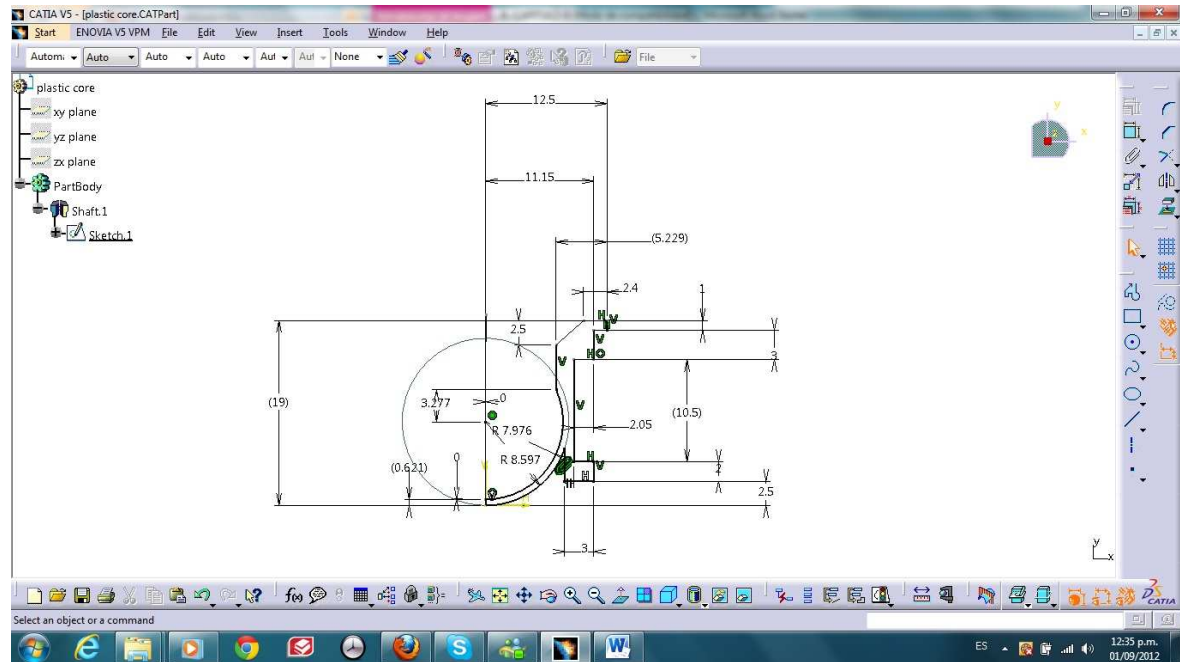


Figura 2.3.2.1 Obtención de boceto (sketch) de cojinete plástico.





CULHUACAN

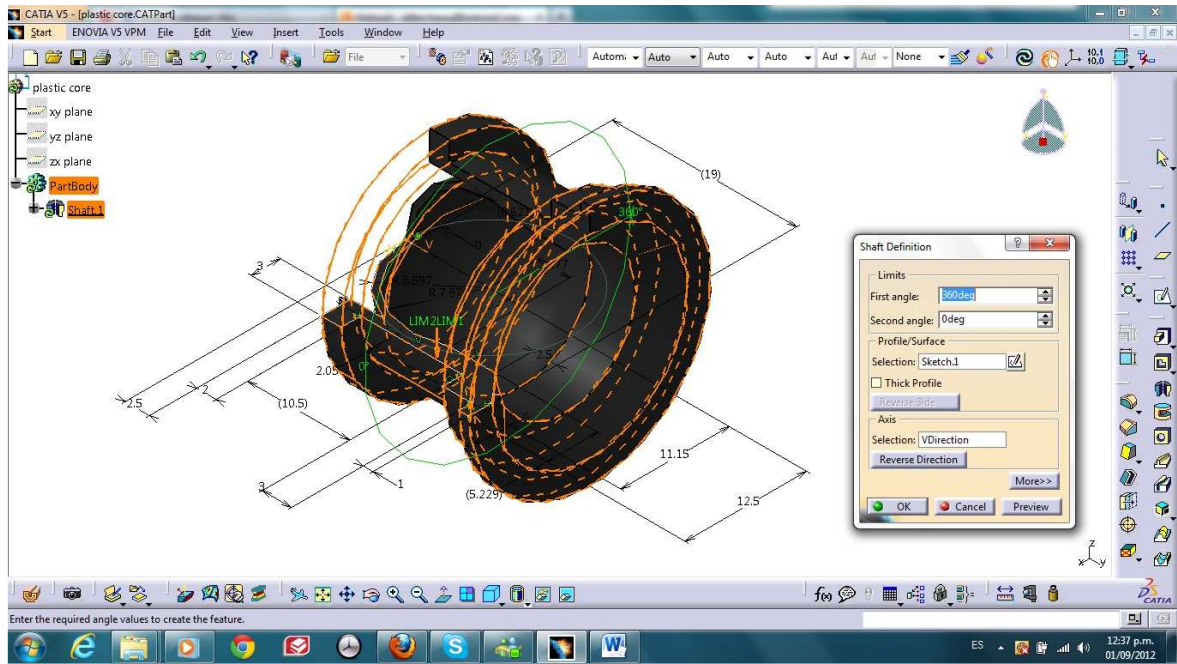
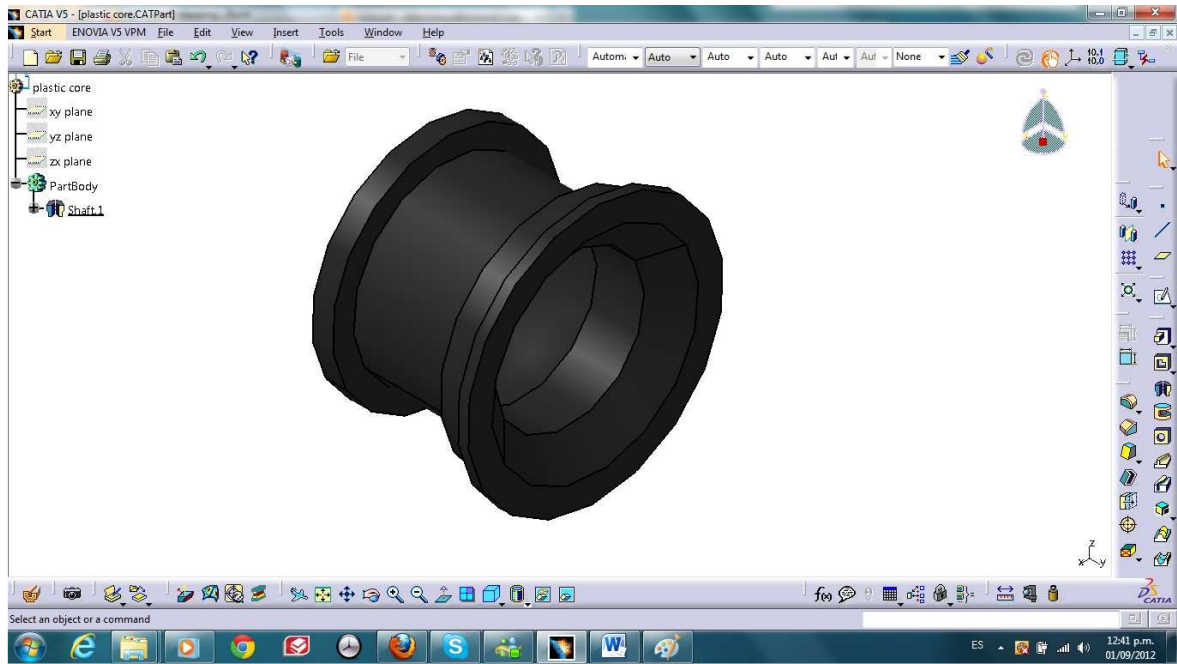


Figura 2.3.2 Revolución (shaft) de cojinete plástico.





CULHUACAN



Conjunto de figuras 2.3.2.3 Obtención de modelo de cojinete plástico.



CULHUACAN

2.3.3 Ensamble 3D.

Tras la obtención del modelado de los componentes, se procederá a realizar el ensamble basándose en restricciones, hasta obtener el ensamble con sus dimensiones que definen el producto original del producto.

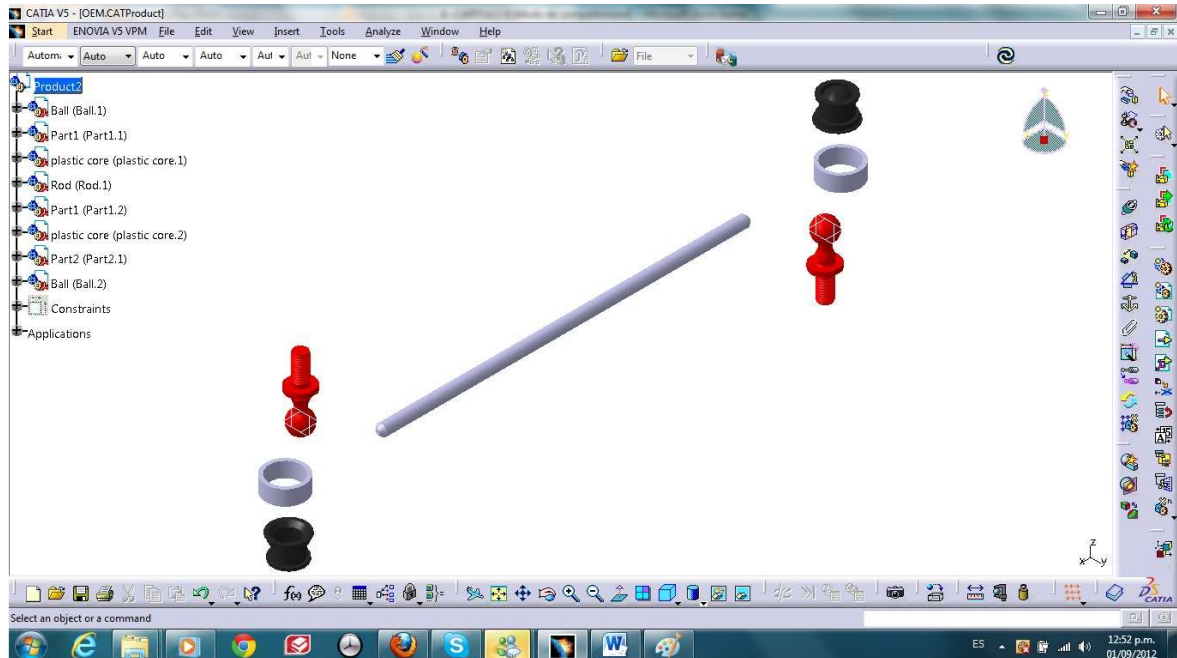


Figura 2.3.3.1 Obtención de ensamble del producto original.



CULHUACAN

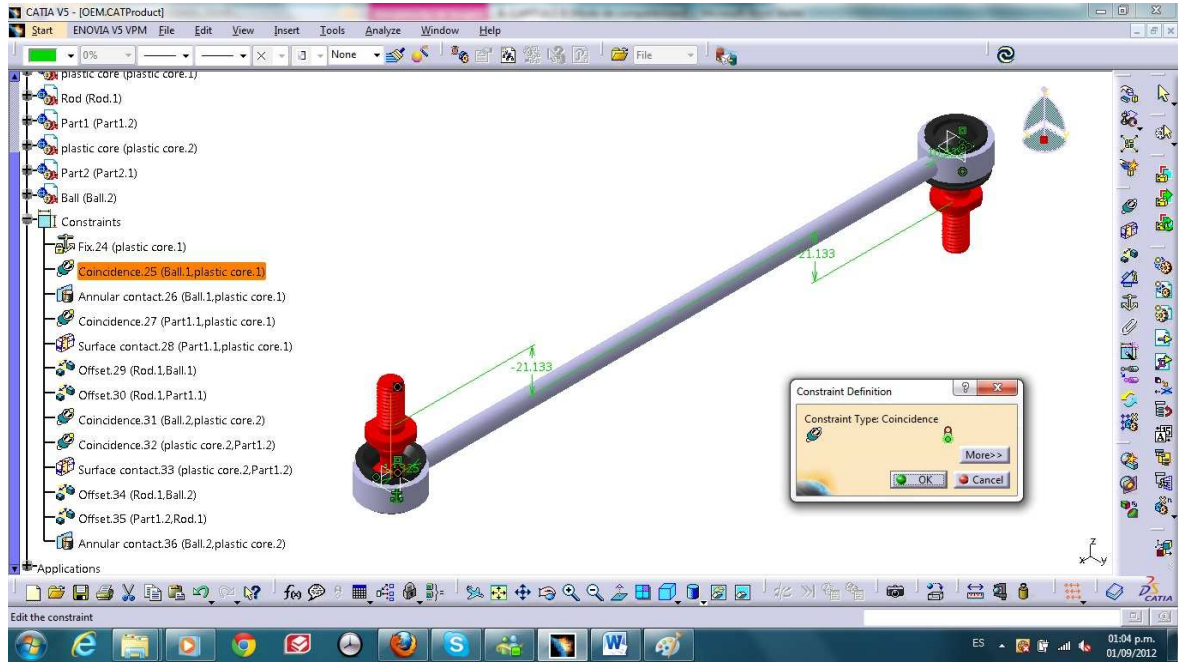


Figura 2.3.3.2 Ensamble del producto original generado con restricción (constraint).



CULHUACAN

2.3.4 Geometría de la pieza.

Para que los productos de consumo puedan ser comercializados han de ser dimensionados, con lo cual es necesario que tengan algunas medidas exactas con ayuda de restricciones. Por ello, en el sistema de CAD, se acotarán las cotas fundamentales, como la longitud y la ubicación del centro de la barra metálica a la base del rodamiento metálico (ver figura 2.3.5).

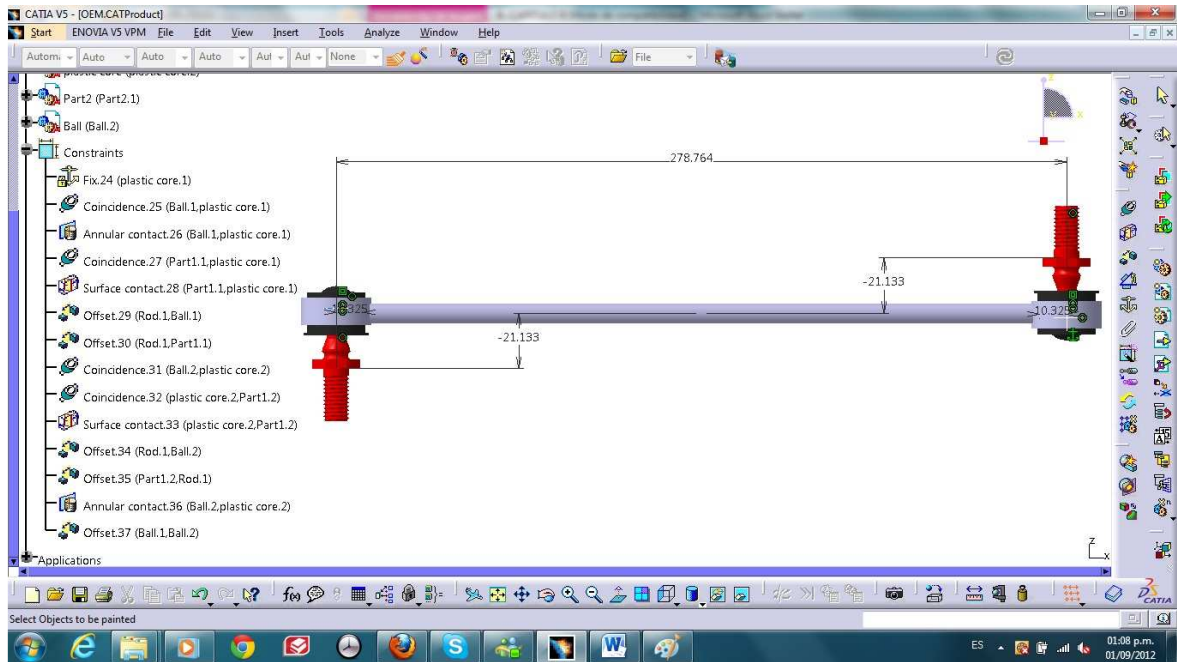


Figura 2.3.4.1 Ensamble con sus dimensiones más importantes



CULHUACAN

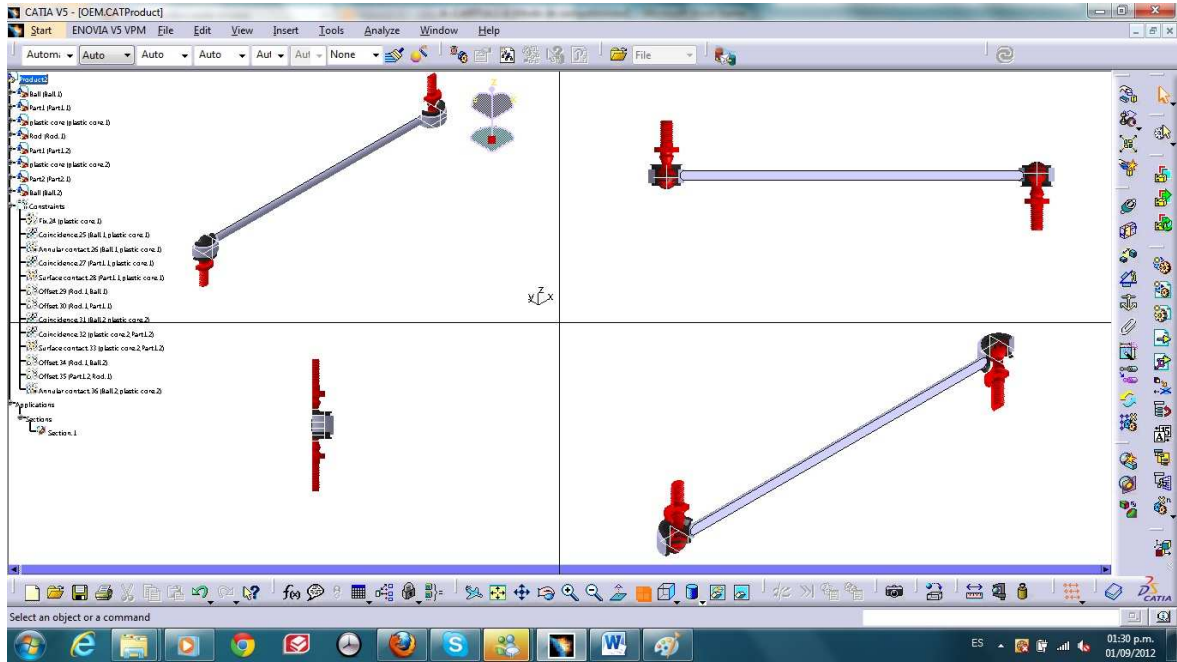


Figura 2.3.4.2 Sección del producto



CULHUACAN

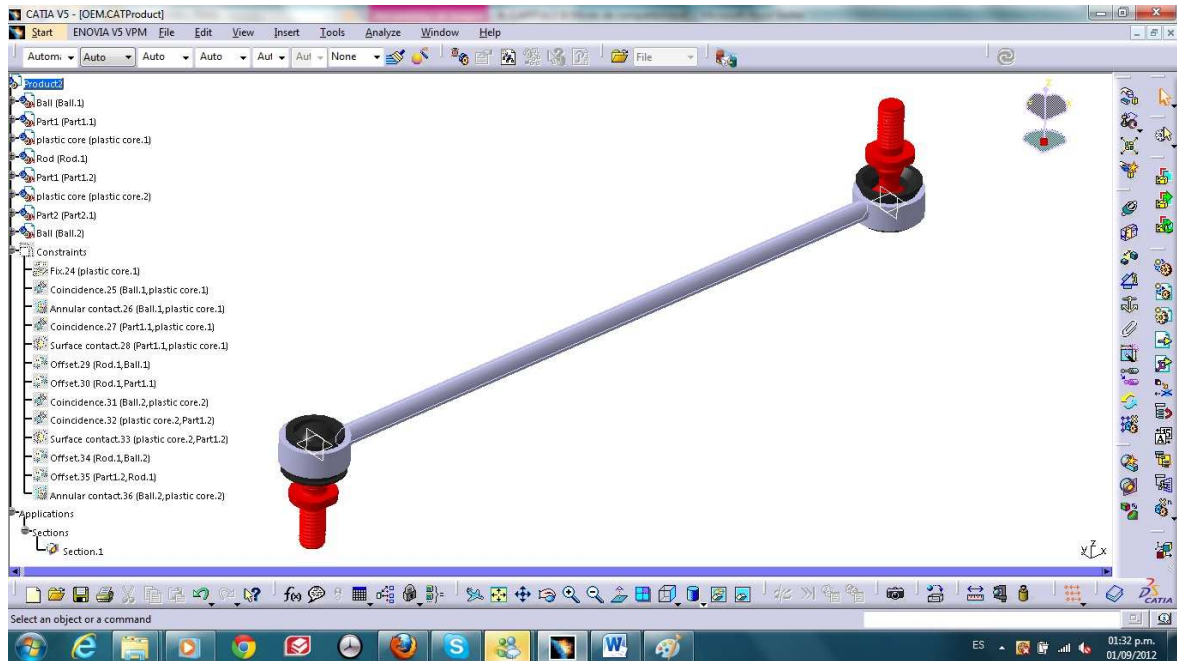


Figura 2.3.4.3 Ensamble final



CULHUACAN

2.3.5 Planos del producto final.

A partir del ensamble 3D, se puede utilizar el mismo para generar los planos que sirvan para su montaje o su dimensionamiento.

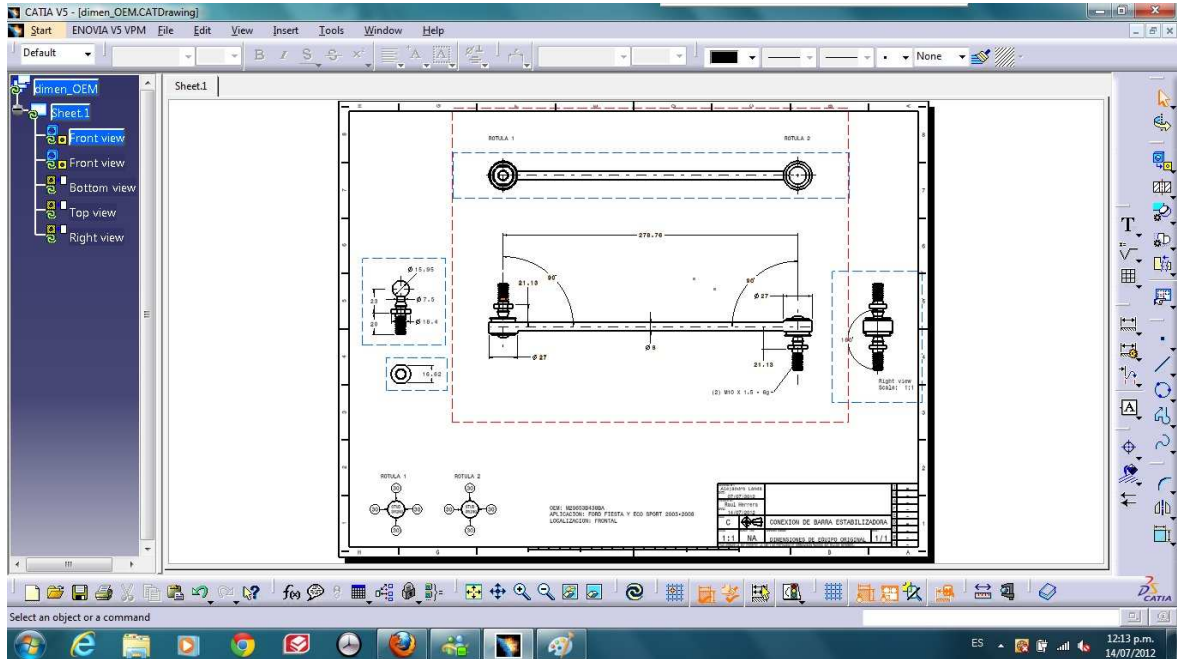


Figura 2.3.5.1 Planos del ensamble



2.4 Análisis de materiales.

2.4.1 Metalografía.

Es la ciencia que estudia las características estructurales o constitutivas de un metal o aleación relacionándolas con las propiedades físicas y mecánicas.

La metalografía estudia microscópicamente las características estructurales de un metal o una aleación. Al observar un metal o una aleación al microscopio, podemos determinar que tratamientos mecánicos y térmicos ha sufrido dicho metal y por lo tanto, determinar su posible comportamiento cuando sea sometido a fuerzas externas. La experiencia ha demostrado que el éxito en el estudio microscópico depende en mucho del cuidado que se tenga de preparar las muestras, de ahí su importancia.

Muestreo:

La selección de una muestra para el estudio microscópico puede ser muy importante. Si lo que se investigara es una falla, se debe escoger la muestra lo más próximo al área de la falla y compáresele con una tomada de la sección normal o sana.

2.4.1.1 Objetivo Principal de la Metalografía.

Es la realización de una inspección en un segmento del material buscando microestructura, inclusiones, tratamientos térmicos a los que haya sido sometido, microrechupes, con el fin de determinar si dicho material cumple con los requisitos para los cuales ha sido diseñado; además podemos ver la presencia de material fundido, forjado y laminado. Se conocerá la distribución de fases que componen la aleación y las inclusiones no metálicas, así como la presencia de segregaciones y otras irregularidades.



Figura. 2.4.1.1 Microestructura de materiales.



CULHUACAN

En las metalografías de arriba vemos como ejemplo distintas estructuras metálicas. El ejemplo arriba mostrado fue usado para investigar el material de un objeto extraño, y determinar en qué proceso de la línea de producción se generó.

Para ello se hicieron varias metalografías, de las distintas piezas metálicas fabricadas en la misma línea, y se comparó con la metalografía de la muestra.

2.4.2 Espectrometría de masas.

La Espectrometría de Masas es una poderosa técnica microanalítica usada para identificar compuestos desconocidos, para cuantificar compuestos conocidos, y para elucidar la estructura y propiedades químicas de moléculas. La detección de compuestos puede ser llevada a cabo con cantidades realmente pequeñas (algunos moles) de muestra y obtener información característica como el peso y algunas veces la estructura del espécimen.

La espectrometría de masas se fundamenta en la separación de partículas moleculares o atómicas por su diferente masa.

En todos los casos, alguna forma de energía es transferida a las moléculas a analizar para afectar la ionización. En la técnica clásica de impacto electrónico (electron ionization o EI), algunas de las moléculas ionizadas de la muestra “explotan” en una variedad de fragmentos ionizados, el patrón de fragmentación resultante así como los iones residuales constituyen el espectro de masas. En principio, el espectro de masas de cada compuesto es único y puede ser usado como su “huella química” para caracterizar el material.

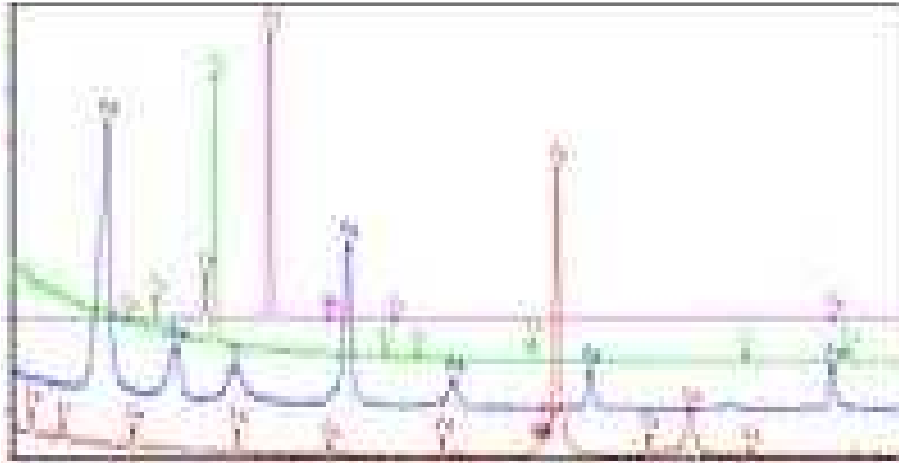
Actualmente, esta técnica continúa teniendo los mismos fundamentos que en su origen, aunque el espectrómetro de hoy en día poco tenga que ver con su predecesor.

El proceso de la espectrometría de masas comprende básicamente cuatro etapas:

- Ionización de la muestra.
- Aceleración de los iones por un campo eléctrico.
- Dispersión de los iones según su masa/carga.
- Detección de los iones y producción de la correspondiente señal eléctrica.



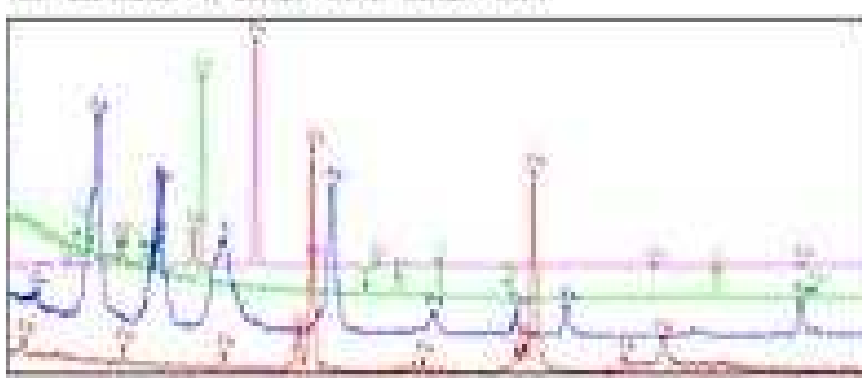
CIJI HUACAN



a) Grafica emitida por espectroscopio de material original.



CULHUACAN



b) Grafica emitida por espectroscopio de material extraño.

Figura 2.4.2.1 a) y b) Resultados de análisis por espectrometría de masas. En ellos se analizaron 2 materiales para determinar si uno de ellos era material extraño, o propio de algún proceso productivo interno.



CULHUACAN

2.4.3 Dureza (superficial y de núcleo)

Ensayo de dureza

En metalurgia la dureza se mide utilizando un durómetro para el ensayo de penetración. Dependiendo del tipo de punta empleada y del rango de cargas aplicadas, existen diferentes escalas, adecuadas para distintos rangos de dureza.

Definición:

"La mayor o menor resistencia que un cuerpo opone a ser rayado o penetrado por otro" o "la mayor o menor dureza de un cuerpo respecto a otro tomado como elemento de comparación".



Figura 2.4.3.1 Prueba de dureza Rockwell

Método De Dureza

Los ensayos estáticos de penetración de uso industrial actuales son las siguientes:

- Dureza Brinell
- Dureza Rockwell
- Rockwell Superficial
- Dureza Webster
- Dureza Vickers
- Dureza Shore

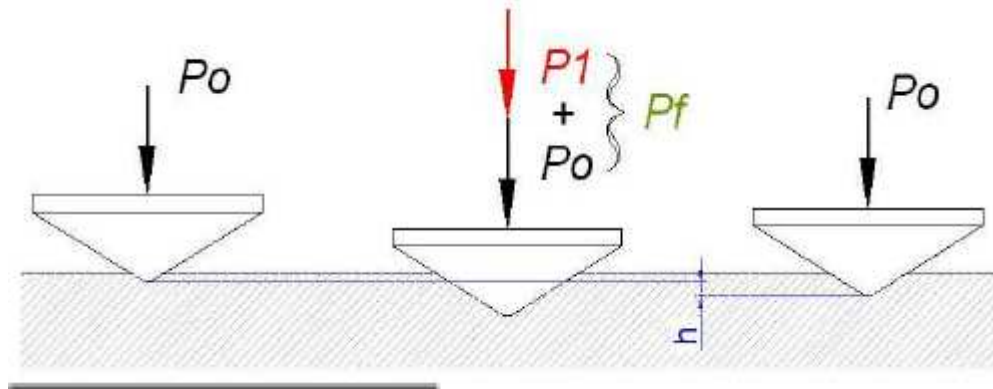


CULHUACAN

Definición de dureza:

Se entiende por dureza la propiedad de la capa superficial de un material de resistir la deformación elástica, plástica y destrucción, en presencia de esfuerzos de contacto locales inferidos por otro cuerpo, más duro, el cual no sufre deformaciones residuales, de determinada forma y dimensiones. El método Rockwell, en el cual la medición de la dureza es mucho más ágil y objetiva. El método de Rockwell aunque es un método de indentación no pretende de manera directa medir la dureza a través de la determinación directa de la magnitud de los esfuerzos de contacto, sino que la define como un número arbitrario, inversamente proporcional a la penetración del indentador.

El esquema de determinación de la dureza según Rockwell se muestra como sigue:



fi

Figura 2.4.3.2 Penetración de indentador En ensayo de dureza Rockwell (resistencia de materiales)

Acero 1020

El 1020 es uno de los aceros al carbono más comúnmente usados, y se encuentra en el límite inferior de la clasificación de los aceros de medio contenido de Carbono. Tiene un contenido nominal de carbono de 0.20% y aproximadamente 0.5% de manganeso. Tiene una buena combinación de resistencia y ductilidad y puede ser endurecido o carburizado. Acero de mayor fortaleza que el 1018 y menos fácil de conformar. Responde bien al trabajo en frío y al tratamiento térmico de cementación. La soldabilidad es adecuada. Por



CULHUACAN

su alta tenacidad y baja resistencia mecánica es adecuado para elementos de maquinaria.

Normas involucradas:

ASTM A1020/ A1020M

Propiedades mecánicas:

Dureza 111HB-Esfuerzo de fluencia 205MPa (29700 PSI) Esfuerzo máximo 380MPa (55100 PSI) Elongación 25%Reducción de área 50%Modulo de elasticidad 205Gpa (29700 KSI) Maquinabilidad 72% (AISI 1212=100%)

Propiedades físicas:

Densidad 7.87 g/cm³

Propiedades químicas:

0.18 ± 0.23 % C 0.30 ± 0.60 % C 0.04 % P max

Usos:

Se utiliza mucho en la condición de cementado donde la resistencia al desgaste y el tener un núcleo tenaz es importante. Se puede utilizar completamente endurecido mientras se trate de secciones muy delgadas. Se puede utilizar para ejes de secciones grandes y que no estén muy esforzados.

Otros usos incluyen engranes ligeramente esforzados con endurecimiento superficial, pines endurecidos superficialmente, piñones, cadenas, tornillos, componentes de maquinaria, prensas y levas.

Tratamientos Térmicos:

Se puede cementar para aumentarle la resistencia al desgaste y su dureza mientras que el núcleo se mantiene tenaz. Se puede recocer a 870 °C y su dureza puede alcanzar los 111 HB, mientras que con normalizado alcanza los 131 HB.

Aplicaciones

El acero 1020 es usado en aplicaciones estructurales tales como remaches con cabeza formada en frío. Es usado frecuentemente en condiciones de endurecimiento superficial.

Maquinabilidad

La Maquinabilidad es buena, un 65% comparada con el acero al carbono 1112 que es la referencia de 100% de Maquinabilidad.



CULHUACAN

Conformado

La conformabilidad es buena por todos los métodos convencionales; posee una buena ductilidad.

Soldadura

Satisfactoriamente soldable por todos los métodos estándares.

Forja

Se forja de 2300 a 1800 F.

Trabajo en caliente

Se trabaja en caliente en el rango de 900 a 1200 F.

Trabajo en frío

El acero 1020 es fácilmente trabajado en frío por métodos convencionales. Después de un extenso trabajo en frío puede ser necesario un recocido para aliviar tensiones.

Recocido

El recocido completo se hace de 1600 a 1800 F seguido por un lento enfriamiento en horno. Esto da una resistencia a la tensión de alrededor 65 Ksi. El recocido de alivio de tensiones puede ser hecho a 1000 F.

Revenido

Seguido a un tratamiento térmico de endurecimiento y al temple, se hace el revenido de 600 a 1000 F, dependiendo del nivel de resistencia requerido. Un revenido a 1000 F dará una resistencia a la tensión de 90 Ksi.



Ensayo dureza Rockwell



CULHUACAN

Numero de muestra	Valor de la medición
1	76.4
2	77.1
3	72.5
4	76.0
media	75.5

Tabla 2.4.3.1 Valores de medición tomados en 4 ensayos.

Se toma cuatro mediciones en diferentes puntos de la muestra, por las impurezas y deformidades que pueda tener el acero a nivel molecular y por observaciones de las normas ASTM.

Las mediciones se toman de la carátula del aparato (máquina del ensayo Rockwell Eseyaw PRB1321).

3. Se anotan los datos obtenidos en cada ensayo y se saca la media la cual será la medición final.

4. Esta se representara de la siguiente manera: 75.5 RW E , donde:

75.5= es la medición tomada.

RW= Dureza Rockwell

E = La escala según la carga y el diámetro de la bola en este caso la carga es de 100Kg y el diámetro de la bola es de 1/8 de pulgada.

Ensayo de metalurgia acero 1020



CULHUACAN

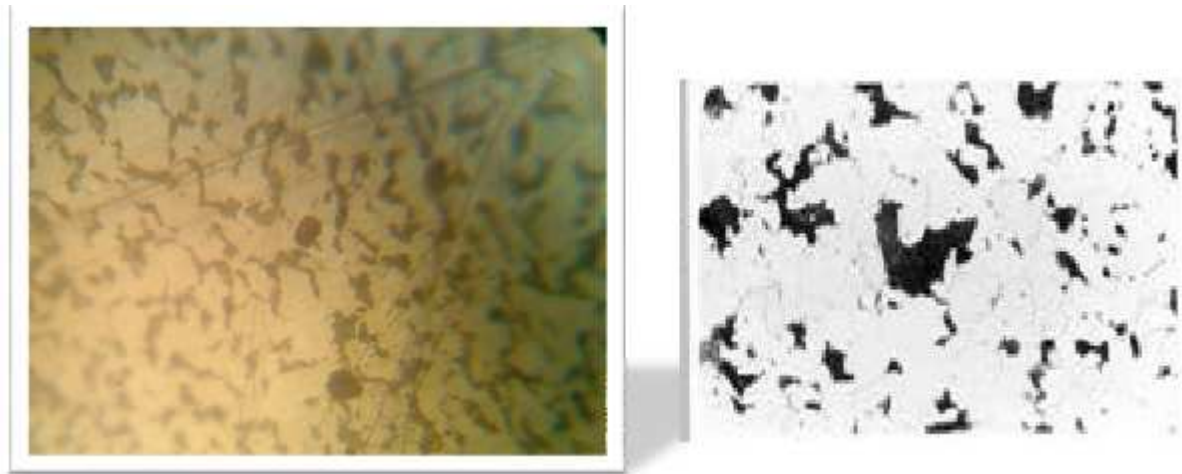


Figura 2.4.3.3 Diagonales del indentador piramidal de diamante en ensayo Rockwell.

TIPO DE MATERIAL	DATOS ESTABLECIDO POR LAS NORMAS ASTM	DATOS OBTENIDOS POR LOS ENSAYOS
ACERO AL CARBONO SAE 1020	ENSAYO DE DUREZA	
	Dureza 63.4 – 76.4 en RW	Dureza 75.5 en RW
	ENSAYO DE METALOGRAFÍA	
	<ul style="list-style-type: none"> -En dicha probeta según la norma se puede observar el oscurecimiento de perlita y el contraste entre colinas de perlita -Las líneas oscuras son las fronteras de perlita -Se observa la diferencia la ferrita de la martensita. - Indica un tratamiento normalizado 	<ul style="list-style-type: none"> -En el ensayo hecho en el ITCA en las imágenes se puede observar granos de ferrita (color claro) y perlita (color oscuro). Estas son las dos fases de equilibrio de este acero. -Indica un tratamiento suministrado normalizado

Tabla 2.4.3.2 Tipos de ensayos aplicados en el acero AISI-SAE 1020.

2.4.4 Pruebas de tensión.

La Resistencia de un material depende de su capacidad para soportar una carga sin deformación excesiva o falla. Cada material tiene su propia resistencia.



CULHUACAN

La prueba de tensión sirve para determinar la relación entre el esfuerzo normal y la deformación normal unitaria.

El diagrama de esfuerzo y deformación

A partir del ensayo de tensión, es posible calcular varios valores del esfuerzo y la correspondiente deformación unitaria en el material y luego graficar los resultados.

La curva que resulte se denomina **diagrama esfuerzo-deformación unitaria**.

Diagrama convencional esfuerzo-deformación unitario.

Usando los datos registrados, podemos determinar el esfuerzo nominal σ dividiendo la carga **P** aplicada entre el área A_0 de la sección transversal original del material.

$$\sigma = \frac{P}{A_0}$$

De la misma manera, la deformación nominal se determina directamente del calibrador o dividiendo el cambio en la longitud calibrada δ entre la longitud calibrada original del espécimen L_0 .

$$\epsilon = \frac{\delta}{L_0}$$

Si se grafican los valores correspondientes de σ y ϵ , con los esfuerzos y deformación en las coordenadas "y" y "x", respectivamente. La curva resultante es el diagrama convencional de esfuerzo-deformación unitaria.

Fluencia

Un aumento en el esfuerzo mas allá del límite elástico provocara que el material pase a la zona de fluencia, en donde el material se colapsará y se deformara permanente.

El esfuerzo que origina esta deformación se llama esfuerzo de fluencia o punto de fluencia σ y la deformación que ocurre en esta zona se denomina deformación plástica.



CULHUACAN

El punto superior de fluencia ocurre seguido de una disminución súbita en la capacidad de soportar carga hasta un punto inferior de fluencia. Cuando se ha alcanzado el punto de fluencia la muestra continuara alargándose sin incremento de la carga.

Formación del cuello o restricción

Cuando se llegue al esfuerzo ultimo, el área de la sección transversal. Esta disminución es causada por planos de deslizamiento que se forman dentro del material y las deformaciones producidas son causadas por esfuerzos cortantes. Como resultado se forma un cuello. Puesto que el area de la sección transversal tiende a disminuirse, el área mas pequeña puede soportar una carga siempre decreciente, por tanto de la curva del diagrama tiende a curvarse hacia abajo hasta que la probeta se rompe en el punto denominado esfuerzo de fractura σ_f .

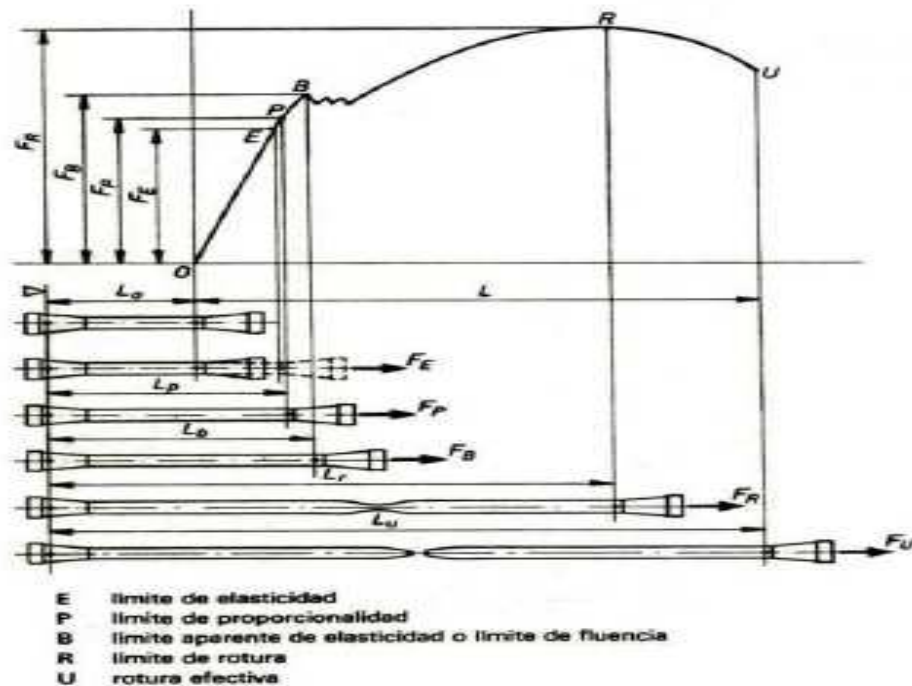


Fig.2.4.4.1 Diagrama esfuerzo-deformación en probeta de ensayo de tensión



CULHUACAN

Condiciones del ensayo

- a) Material: Acero 1020
- b) Temperatura: 20 C aprox
- c) Maquina de tracción: Alfred J. Amsler & Co- Carga de ensayo: 10 000 kg- Área Transversal: 63.62 mm
- d) Longitud de ensayo: 50 mm- Diámetro de ensayo: 9mm El diámetro y la longitud son datos estandarizados bajo la norma ASTM E8 para el acero

ANALISIS DE RESULTADOS

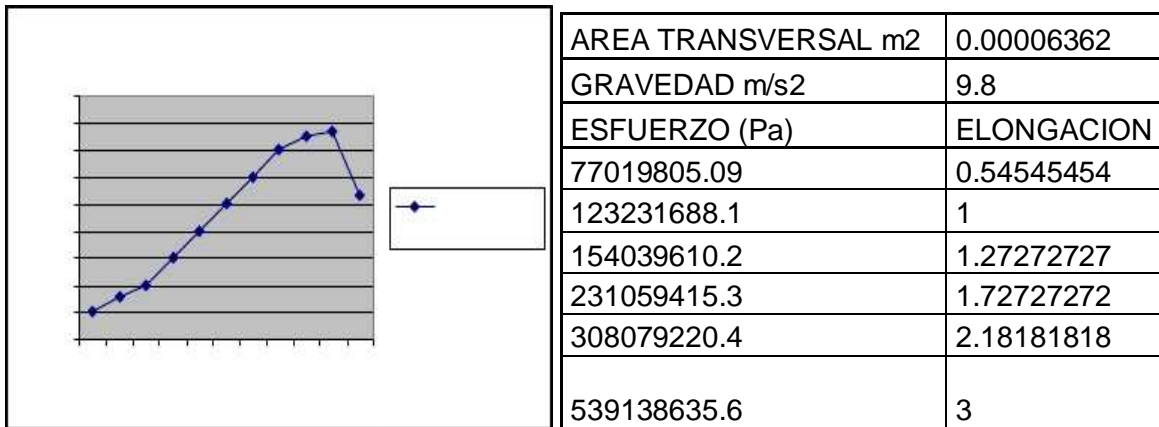
Carga Máxima: 19 kg
Carga de Rotura 2650 Kg
Resistencia a la tracción: 60.35 kg/ mm
Longitud Final: 58.5 mm
Alargamiento: 17

FUERZA kg	DEFORMACION mm
500	8.5
800	11
1000	12.5
1500	15
2000	17.5
2500	19.5
3000	21
3500	22
3750	27
3840	40
2650	85

Tabla 2.4.4.1 Resultados tras la aplicación de carga progresiva.



CULHUACAN



Grafica 2.4.4.1 Fuerza deformación durante el ensayo de tensión.

PESO kip	DEFORMACION	ESFUERZO	DEFORMACION
0	0	0	0
1.5	0.001	7.549	0.00025
4.6	0.002	23.15	0.00075
8	0.003	40.26	0.00125
11	0.004	55.36	0.00175
11.8	0.005	59.38	0.0025
11.8	0.008	59.386	0.004
12	0.02	60.39	0.01
16.6	0.04	83.54	0.02
20	0.1	100.6	0.05
21.15	0.28	108.2	0.14
19.5	0.4	98.13	0.2
18.5	0.46	93.15	0.23

Tabla 2.4.4.2 resultados tras la aplicación de la carga en Kip y Newton.



2.4.5 Otros análisis.

2.4.5.1 Análisis por espectroscopio.

Spark-OES – La espectroscopia óptica de emisión de chispa, es una técnica usada para el análisis directo de muestras de sólidos metálicos (conductivos).

La muestra se prepara dejando 1 a 2 centímetros cuadrados, con acabado lapeado. La muestra se coloca en el instrumento, y se inunda el espacio que contiene la muestra con argón.

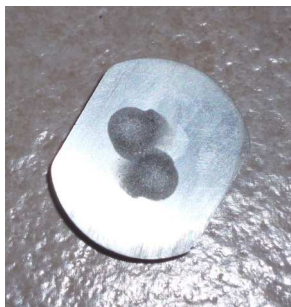


Figura 2.4.5.1.1 Muestra preparada de acero 1015.

Una serie rápida de chispas son generadas desde la muestra (que actúa como ánodo), hacia el cátodo de la máquina y cruzando a través del argón.

Las corriente ioniza el argón creando plasma conductivo. Los iones excitados de la muestra generan luz en cierta longitud de onda característica para cada elemento. Las distintas longitudes de onda de estas emisiones son detectadas, medidas y comparadas contra intensidades de elementos conocidos, para obtener resultados cuantitativos

La duración total de las chispas, son solo de unos pocos milisegundos. Todos los elementos metálicos, y el carbón, azufre y fósforo son detectados mediante este método. La mayoría pueden ser detectados simultáneamente. La detección mínima esta en el rango de partes por millón.



CULHUACAN



a)



b)

Figuras 2.4.5.1.2 a) Espectroscopio con muestra metálica colocada; (b) Espectroscopio con la muestra anterior a la prueba.



CULHUACAN

III APLICACION DE LA INGENIERIA INVERSA AL DISEÑO DE UNA CONEXIÓN DE BARRA ESTABILIZADORA

3.1 Definición de la conexión de la barra estabilizadora o sway bar link.

La suspensión de un vehículo esta hecha de diferentes componentes, los cuales trabajan juntos para asegurar que el vehículo se maneje con seguridad y aísla a los usuarios de las irregularidades del terreno, como topes y baches. En los componentes de la suspensión se encuentra la barra estabilizadora, las conexiones de la barra estabilizadora o sway bar links, amortiguadores, resortes y horquillas, entre otros (Ver fig. A). Las conexiones de la barra estabilizadora son una parte importante del conjunto de barra estabilizadora del vehículo. La conexión de la barra estabilizadora o sway bar link no puede ser adecuadamente descrito sin saber lo que es una barra estabilizadora.

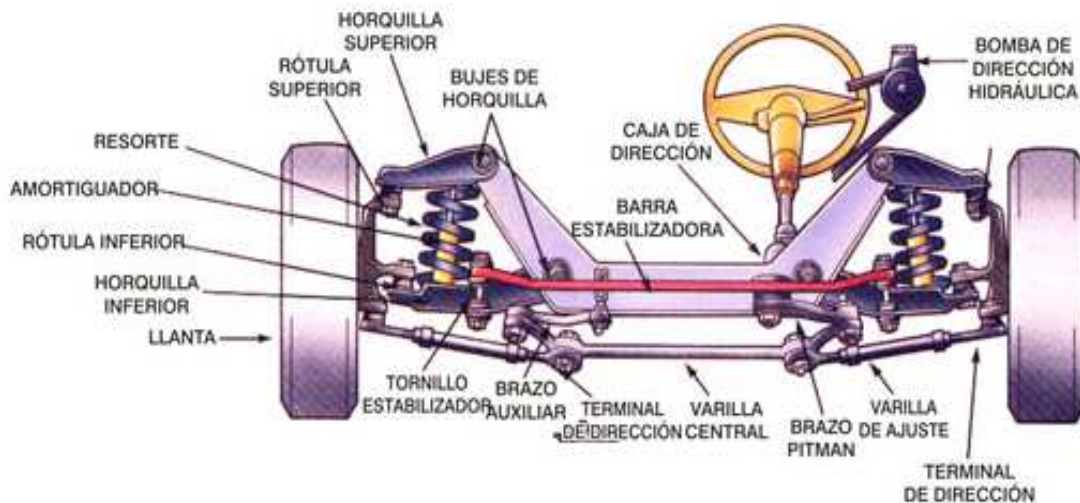


Figura 3.1.1 Vista general de la suspensión automotriz, y la ubicación de la conexión de la barra estabilizadora o sway bar link.



CULHUACAN

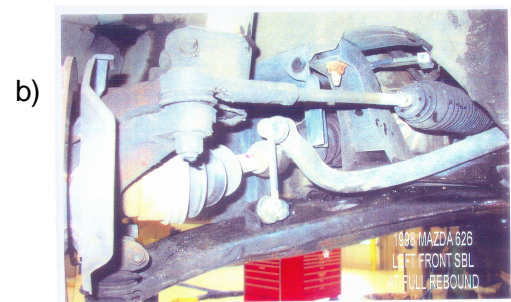
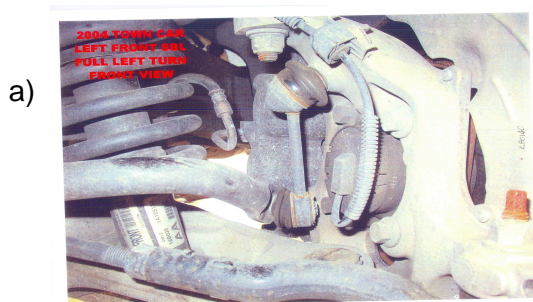
Función de la barra estabilizadora

Una barra estabilizadora es una pieza rígida de acero tubular que conecta los dos lados opuestos de la suspensión delantera o trasera, también conocido como una barra anti-roll, es una parte fundamental de un automóvil o camión de suspensión que reduce el balanceo de la carrocería en las curvas. Cuando se maneja un vehículo en una curva con cierta velocidad, el peso del vehículo se balancea en dirección a la curva lo que provoca un levantamiento del lado opuesto, la barra estabilizadora actúa como palanca y fuerza a la rueda hacia el suelo, lo que reduce e balanceo de la carrocería.

Descripción de la conexión de la barra estabilizadora o sway bar link

La barra estabilizadora se sujeta al coche con dos conexiones de la barra estabilizadora o sway bar links uno en cada lado del vehículo. Las conexiones de la barra estabilizadora están fijadas a la barra estabilizadora y a la suspensión en el otro extremo (Ver fig. B). Las conexiones de la barra estabilizadora o sway bar links son generalmente de 4 a 6 pulgadas de largo, aunque esto puede variar, y se encuentran a 90 grados de la barra estabilizadora (ver tipos de conexiones de barra estabilizadora, en la pagina siguiente).

Las conexiones de la barra estabilizadora mejoran el manejo del vehículo y absorben el impacto, limita el balanceo del vehículo.



Figuras 3.1.2 a y b) Ubicación real de la conexión de barra estabilizadora (sway bar link) en la suspensión vehicular.



CULHUACAN

3.1.1 Tipos de conexiones de barras estabilizadoras o sway bar links.

Con el predominio de los baches y topes, la suspensión necesita resistir golpes, por lo que las conexiones de barra estabilizadora o sway bar links son hechos de hierro fundido, acero y aleaciones. Existen diferentes tipos de conexiones de barra estabilizadora o sway bar links (ver figuras 3.3 en adelante)

La mayoría tienen al menos una articulación de rótula para conectar con componentes de la suspensión adyacentes.



Figuras 3.1.1.1 a) Conexiones de barra estabilizadora; b) Conexión de barra roscada con gomas.



Figura 3.1.1.2 Conexión de barra recta con 2 rotulas; b) Conexión de barra roscada con rotula



CULHUACAN



Figura 3.1.1.3 a) Conexión de barra recta con buje y rotula; b) Conexión con dos bujes

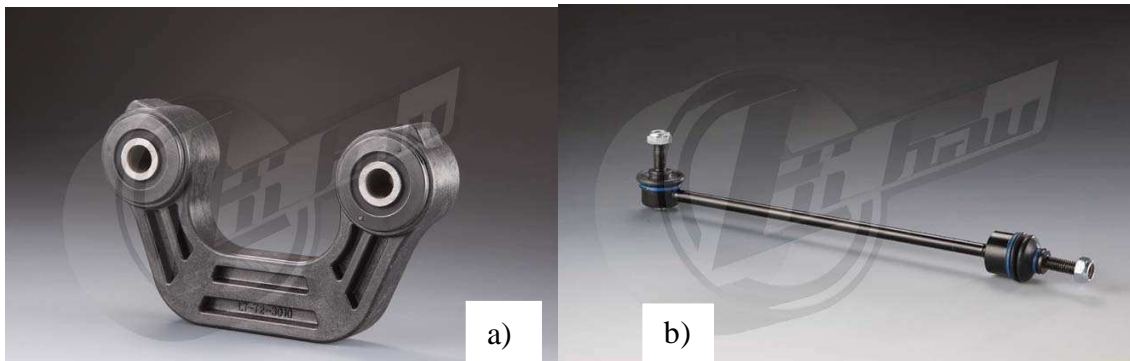


Figura 3.1.1.4 a) Conexión con dos bujes y barra de plástico; b) conexión con rotulas y ángulo entre ellas



Figura 3.1.1.5 a) Conexión de aluminio y dos bujes; b) Conexión con Placa y gomas



Figura 3.1.1.6 a) Conexión con rotula especial; b) Conexión de plástico y bujes.

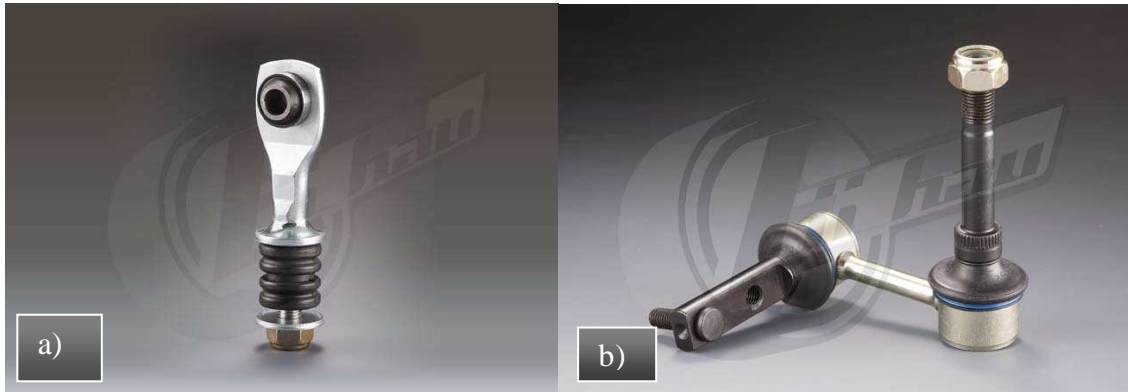


Figura 3.1.1.7 a) Conexión con gomas y buje; b) Conexión con rotulas especiales



Figura 3.1.1.15 Conexiones con Bujes



CULHUACAN

3.1.2 Función de la conexión de la barra estabilizadora o sway bar link en el vehículo.

La función de la conexión de la barra estabilizadora o sway bar link en el vehículo es transmitir las fuerzas y movimientos de la suspensión de la cual esta unida, y llevarlos hacia la barra de torsión. Por medio de la conexión de la barra estabilizadora o sway bar link que cumple la función de enlaces a la barra estabilizadora y son varillas verticales que se conectan al final de cada lado de la barra estabilizadora y se montan en el extremo de la barra estabilizadora a cada lado del chasis. El cual limita el recorrido de suspensión en cada una de nuestras ruedas delanteras con el fin de mantener el vehículo estable sobre todo en la conducción a grandes velocidades

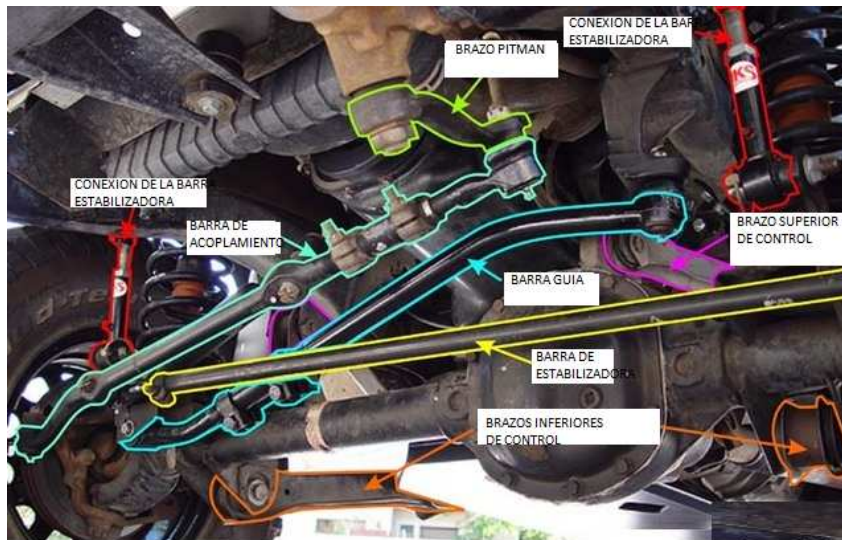


Figura 3.1.2.1 Muestra la ubicación de la conexión de la barra estabilizadora o sway bar link con respecto a los demás componentes de la suspensión automotriz.



CULHUACAN

3.2 Análisis de la pieza origen (conexión de barra estabilizadora de Ford Fiesta/Ecosport 2003 -2008).

Basados en preguntas hechas en campo sobre la pieza original, encontramos que la falla mas común que se presenta en este producto es el desgaste de las piezas plásticas que conforman a esta autoparte. Aparte de lo arriba mencionado, en las siguientes paginas se desglosan las distintas facetas analizadas de la pieza origen.

3.3 Dimensionamiento de la pieza OEM. CAD.

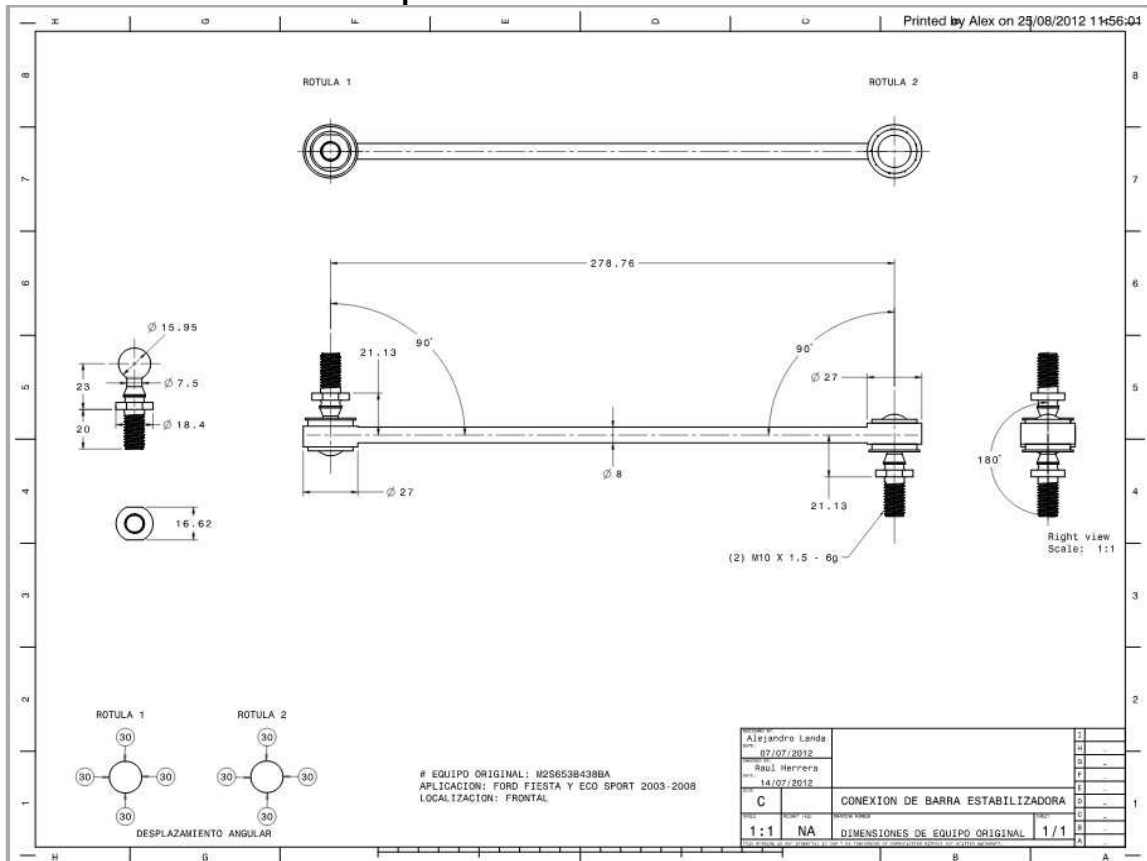


Figura 3.3.1 Se muestra el plano de la pieza original



CULHUACAN

3.4 Estudio metalográfico.

N° SAE o AISI	Resistencia a la tracción Rm		Límite de fluencia Re		Alargamiento en 50 mm %	Dureza Brinell
	Kgf / mm ²	Mpa	Kgf/mm ²	Mpa		
1010	40,0	392,3	30,2	292,2	39	109
1015	42,9	420,7	32,0	313,8	39	126
1020	45,8	449,1	33,8	331,5	36	143
1025	50,1	491,3	34,5	338,3	34	161
1030	56,3	552,1	35,2	345,2	32	179
1035	59,8	586,4	38,7	377,5	29	190
1040	63,4	621,7	42,2	413,8	25	201
1045	68,7	673,7	42,2	413,8	23	215
1050	73,9	724,7	42,2	413,8	20	229
1055	78,5	769,8	45,8	449,1	19	235
1060	83,1	814,9	49,3	483,5	17	241
1065	87,0	853,2	51,9	509,0	16	254
1070	90,9	891,4	54,6	535,4	15	267
1075	94,7	928,7	57,3	560,9	13	280
1080	98,6	966,9	59,8	586,4	12	293

Tabla 3.4.1 Propiedades Mecánicas de los aceros al carbón AISI-SAE.



CULHUACAN

ACEROS AL CARBÓN

SAE Número	C	Mn	P Max	S Max	AISI Número
.....	0.06 max	0.35 max	0.040	0.050	C1005
1006	0.08 max	0.25-0.40	0.040	0.050	C1006
1008	0.10 max	0.25-0.50	0.040	0.050	C1008
1010	0.08-0.13	0.30-0.60	0.040	0.050	C1010
.....	0.10-0.15	0.30-0.60	0.040	0.050	C1012
.....	0.11-0.16	0.50-0.80	0.040	0.050	C1013
1015	0.13-0.18	0.30-0.60	0.040	0.050	C1015
1016	0.13-0.18	0.60-0.90	0.040	0.050	C1016
1017	0.15-0.20	0.30-0.60	0.040	0.050	C1017
1018	0.15-0.20	0.60-0.90	0.040	0.050	C1018
1019	0.15-0.20	0.70-1.00	0.040	0.050	C1019
1020	0.18-0.23	0.30-0.60	0.040	0.050	C1020
....	0.18-0.23	0.60-0.90	0.040	0.050	C1021
1022	0.18-0.23	0.70-1.00	0.040	0.050	C1022
....	0.20-0.25	0.30-0.60	0.040	0.050	C1023
1024	0.19-0.25	1.35-1.65	0.040	0.050	C1024
1025	0.22-0.28	0.30-0.60	0.040	0.050	C1025
.....	0.22-0.28	0.60-0.90	0.040	0.050	C1026
1027	0.22-0.29	1.20-1.50	0.040	0.050	C1027

Tabla 3.4.2 Porcentajes de aleantes en los aceros al carbón AISI-SAE.



CULHUACAN

3.5 Otras pruebas.

3.5.1 Prueba de stud pull out (separación del rodamiento metálico del anillo).

Consiste en medir la fuerza requerida para separar la rótula de su carcaza, a tensión. Usualmente con una velocidad de 5mm/min (Ver en el anexo Norma SAE J491). En el caso de la pieza OEM analizada, tenemos como resultado el valor de 64 libras fuerza



Figuras 3.5.1.1 a) Maquina de prueba para stud pull out; b) Colocación de la conexión de la barra estabilizadora.



Figuras 3.5.1.3 a); b) Se muestra la destrucción del conjunto al separar la rótula de su carcaza; c) Carátula donde se obtiene la medición, resultado de la prueba.



CULHUACAN

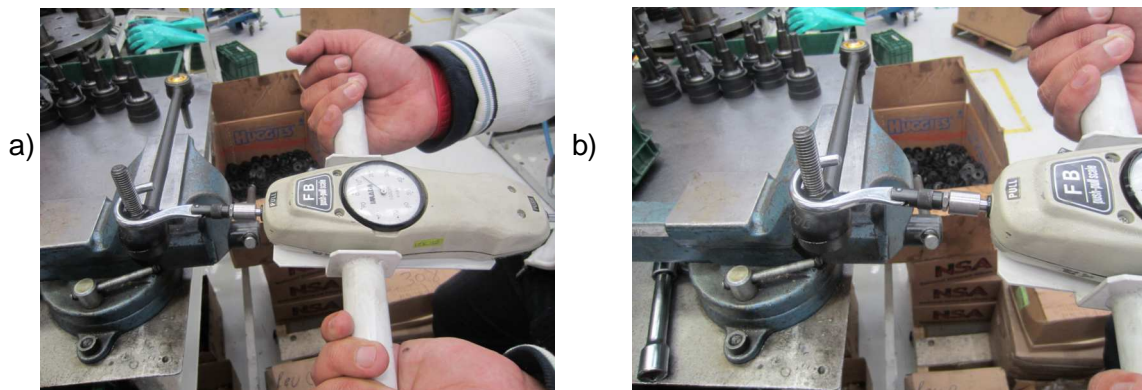
Ahora mostramos los resultados obtenidos con esta prueba.

Carga	Ciclos aplicados	Nombre de la prueba	Numero de parte	Descripcion	Resultado
Progresiva Lb	1	Stud pull out (separación de rotula del anillo)	M2S653B438BA	Conexion de barra estabilizadora OEM	Fallo a 5.3 KN

Tabla 3.5.1.1 Resultados obtenidos con la prueba stud pull out.

3.5.2 Prueba de stud pull (fuerza requerida para mover el rodamiento metálico).

Esta prueba consiste en medir la fuerza para mover la rotula del anillo. La rotula se pone a un ángulo de 90° con respecto al anillo, y esta a su vez se fija a una prensa.



Figuras 3.5.2.1 a); y b) En este caso se realizan cinco pruebas por ambos anillos.



CULHUACAN



a)



b)

Las figuras 3.5.2.2 a) Instrumento de medición; b) Sujeción de la pieza respectivamente



CULHUACAN

ROTULA No. 1					
Numero de rotula	Ciclos aplicados	Nombre de la prueba	Numero de parte	Descripcion	Resultado
1	1	Stud pull	M2S653B438BA	Conexión OEM	Fallo a 22N
1	2	Stud pull	M2S653B438BA	Conexión OEM	Fallo a 17.8 N
1	3	Stud pull	M2S653B438BA	Conexión OEM	Fallo a 31.14N
1	4	Stud pull	M2S653B438BA	Conexión OEM	Fallo a 44.5 N
1	5	Stud pull	M2S653B438BA	Conexión OEM	Fallo a 35.6 N

Tabla 3.5.2.1 Prueba de fuerza requerida para mover el rodamiento metálico en un lado.

ROTULA No. 2					
Numero de rotula	Ciclos aplicados	Nombre de la prueba	Numero de parte	Descripcion	Resultado
2	1	Stud pull	M2S653B438BA	Conexión OEM	Fallo a 44.5 N
2	2	Stud pull	M2S653B438BA	Conexión OEM	Fallo a 26.7 N
2	3	Stud pull	M2S653B438BA	Conexión OEM	Fallo a 35.6 N
2	4	Stud pull	M2S653B438BA	Conexión OEM	Fallo a 44.5 N
2	5	Stud pull	M2S653B438BA	Conexión OEM	Fallo a 35.6 N

Tabla 3.5.2.2 Prueba de fuerza requerida para mover el rodamiento metálico en segundo lado.



CULHUACAN

3.5.3 Prueba de stud swing (desplazamiento angular de la rotula).

Esta prueba consiste en determinar si el cuello de la rotula y el rodamiento plástico provee el ángulo de desplazamiento requerido en sus cuatro ejes.

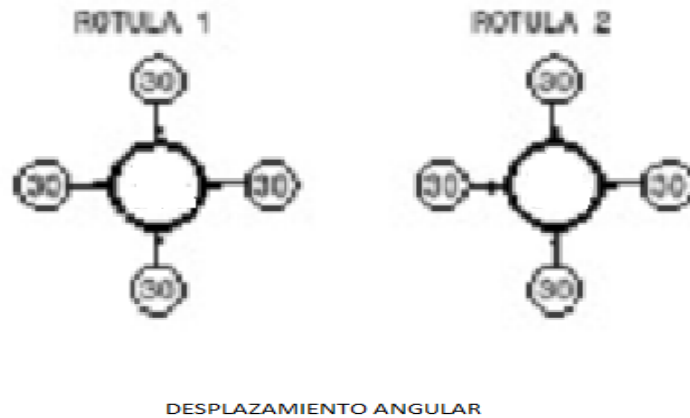


Figura 3.5.3.1 Muestra los ejes de prueba de desplazamiento de la rotula.

Procedimiento: Mida y grabe el ángulo del desplazamiento. Haga 2 mediciones a 90 grados una de la otra (Una coincidiendo con el eje principal de la carcaza, y otra coincidiendo con el eje secundario).

El protractor se recarga sobre el bloque patrón (en el cual se encuentra el cuerpo de la varilla), y se mide el ángulo de inclinación vertical de la rotula.

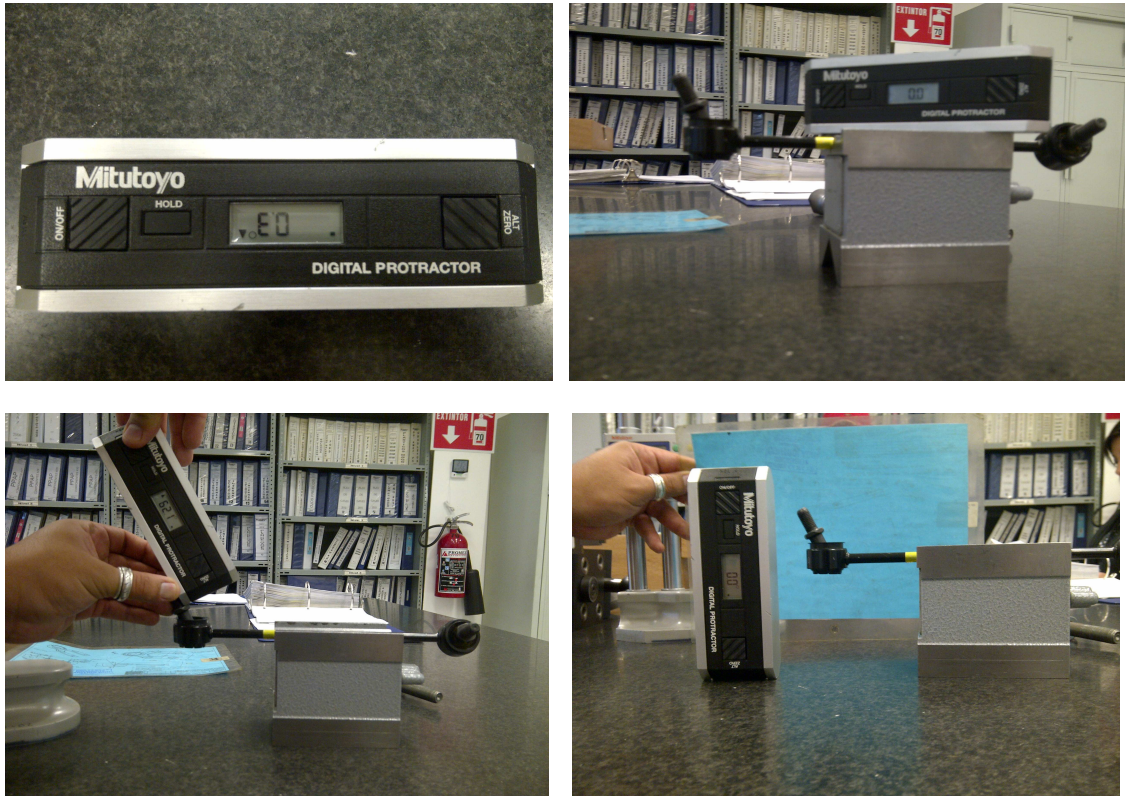


Figura 3.5.3.2 Muestra la medición del ángulo de desplazamiento de la rotula, junto con la comprobación de la angularidad de la mesa de granito y bloque metálico.



CULHUACAN

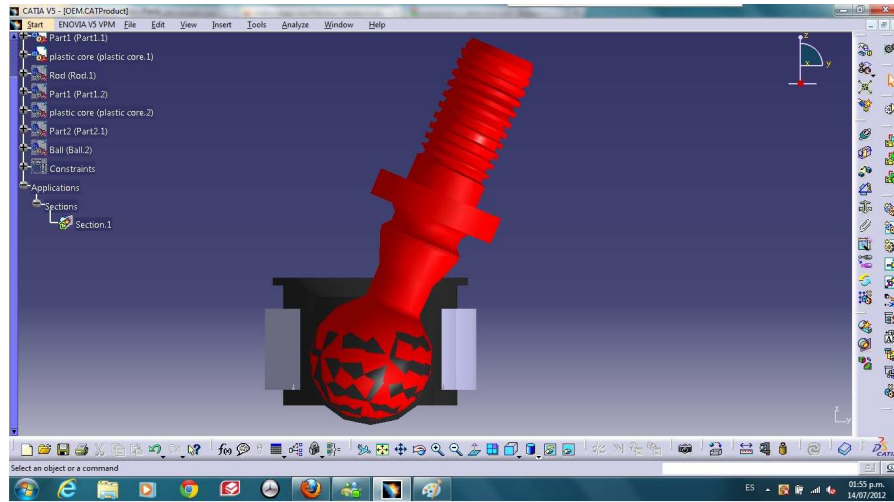


Figura 3.5.3.3 Se muestra el corte del rodamiento. Nótese que se encuentra al límite máximo de desplazamiento angular, posición en la cual debe realizarse la medición.

3.6 Diseño de producto.

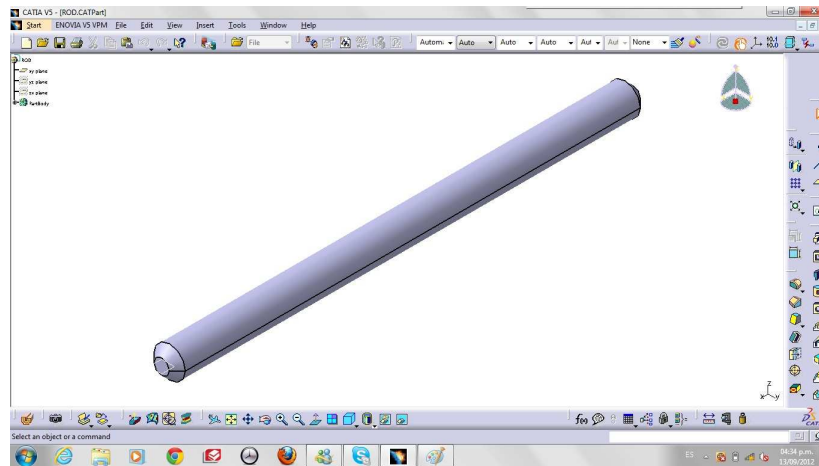


Figura 3.6.1 Barra metálica.



CULHUACAN

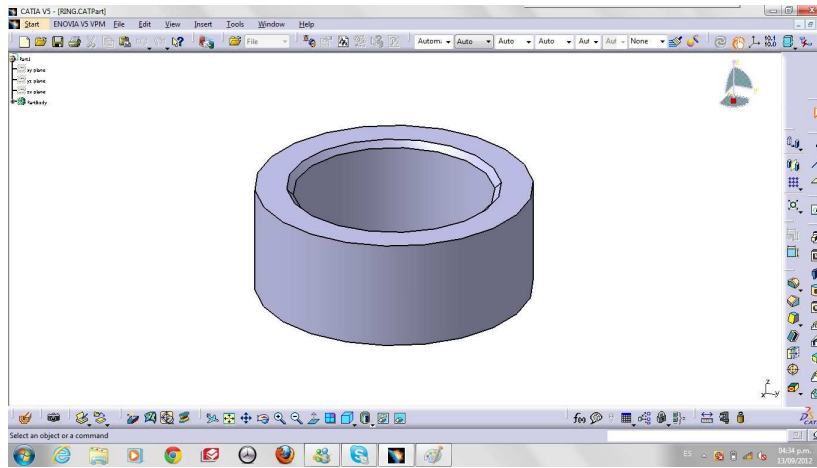


Figura 3.6.2 Anillo metálico.

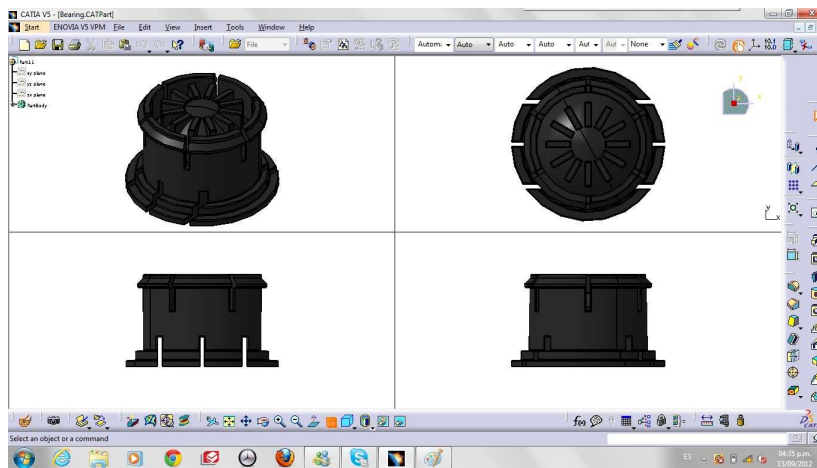


Figura. 3.6.3 Cojinete de plástico.



CULHUACAN

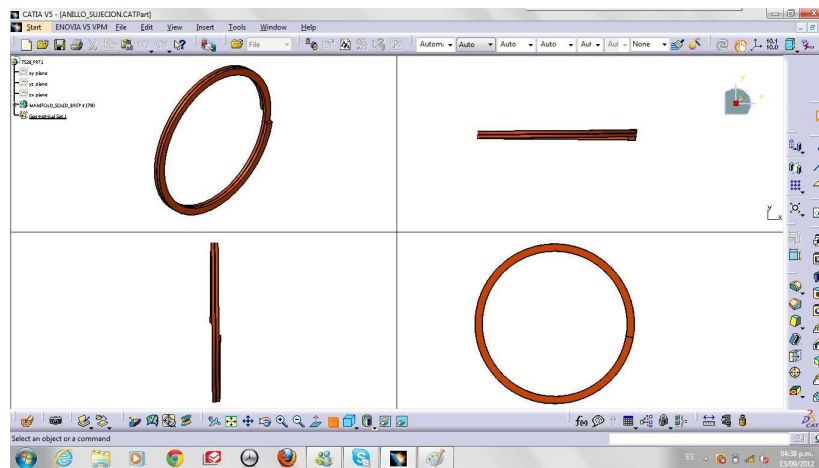


Figura 3.6.4 Anillo de sujeción.

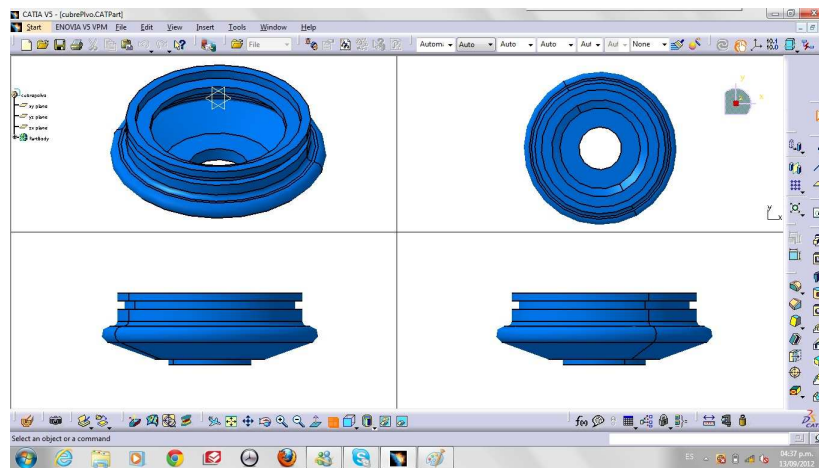


Figura 3.6.5 Cubrepolvo.



CULHUACAN

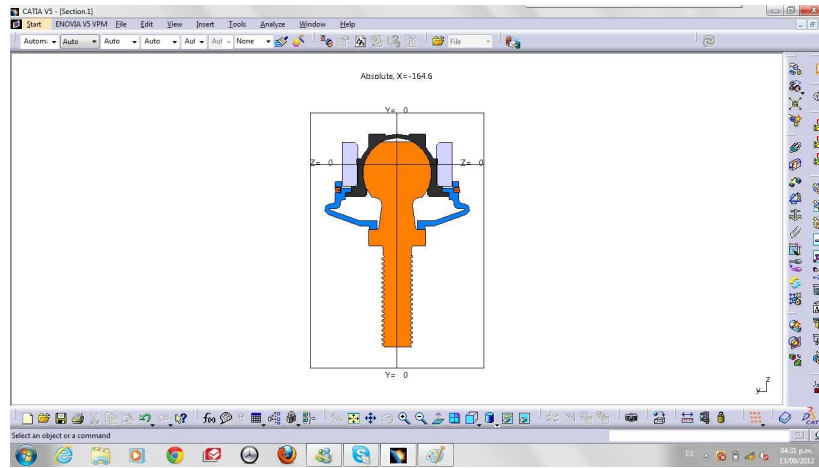


Figura 3.6.6 Sección del ensamble.

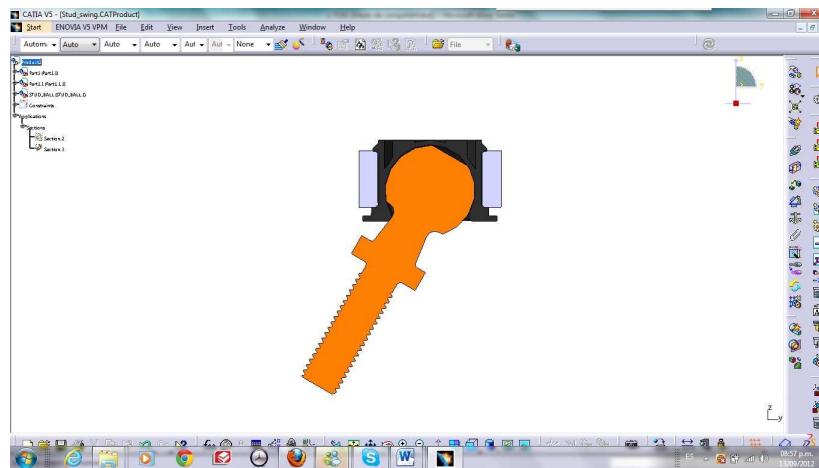


Figura 3.6.7 Desplazamiento angular.



CULHUACAN

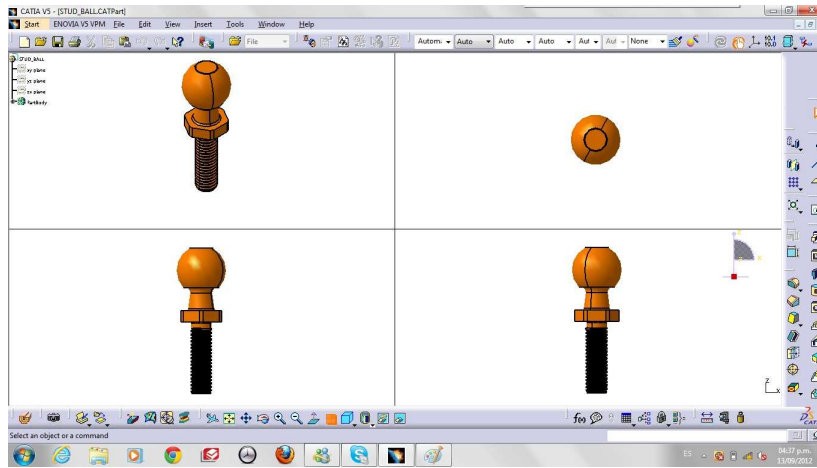


Figura 3.6.8 Rodamiento metálico.

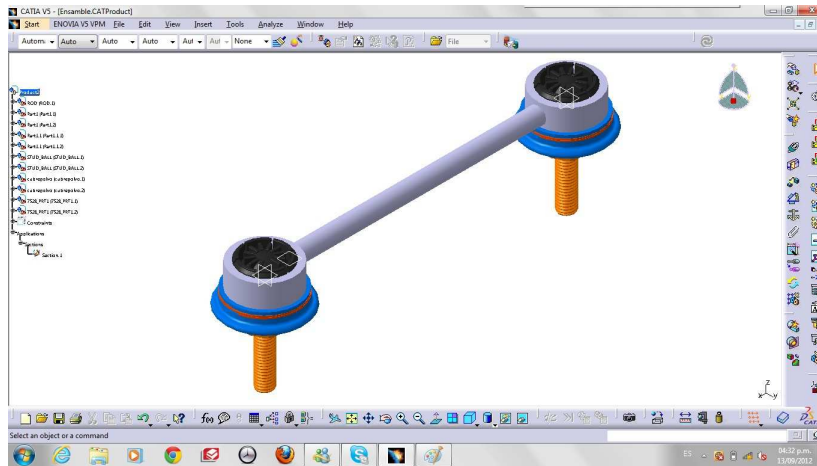


Figura 3.6.9 Ensamble.



CULHUACAN

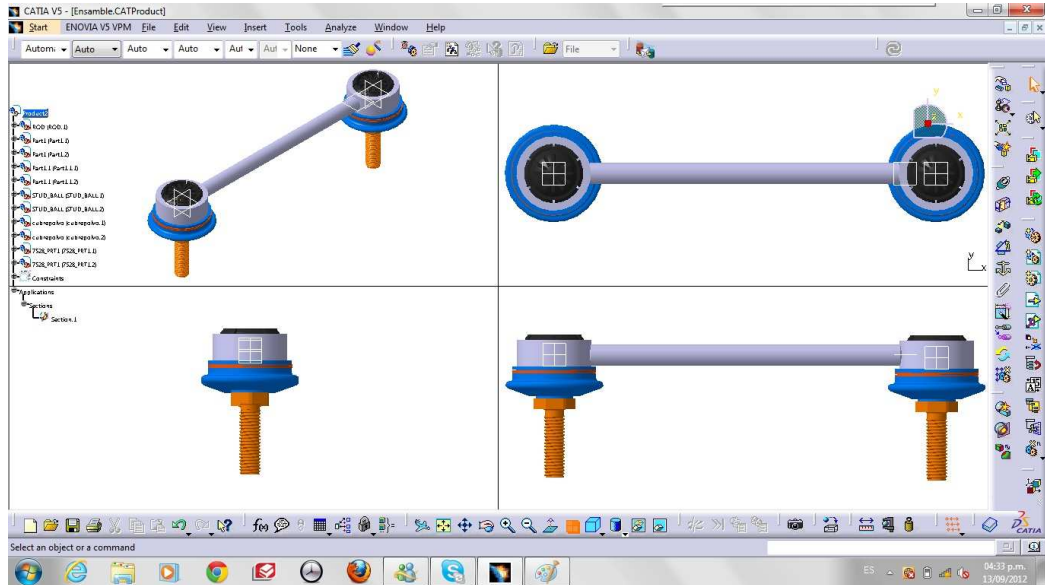


Figura 3.6.10 Vistas de ensamble.



CULHUACAN

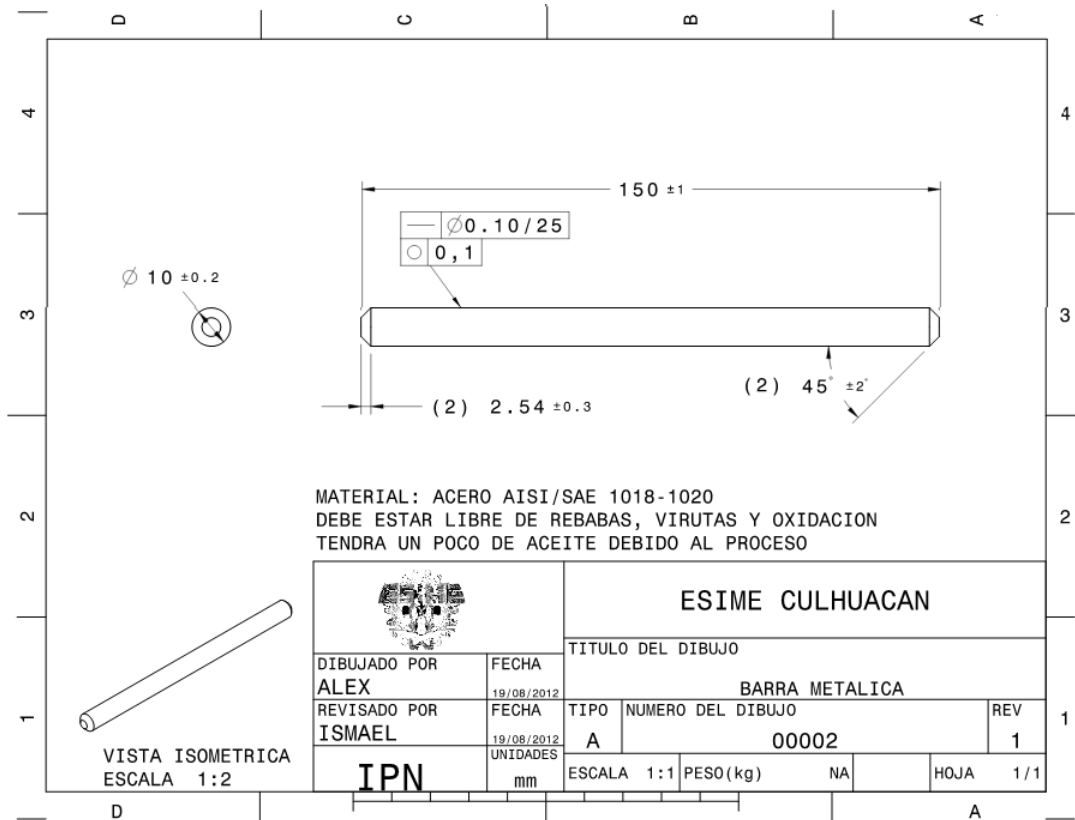


Figura 3.6.11 Barra metálica.



CULHUACAN

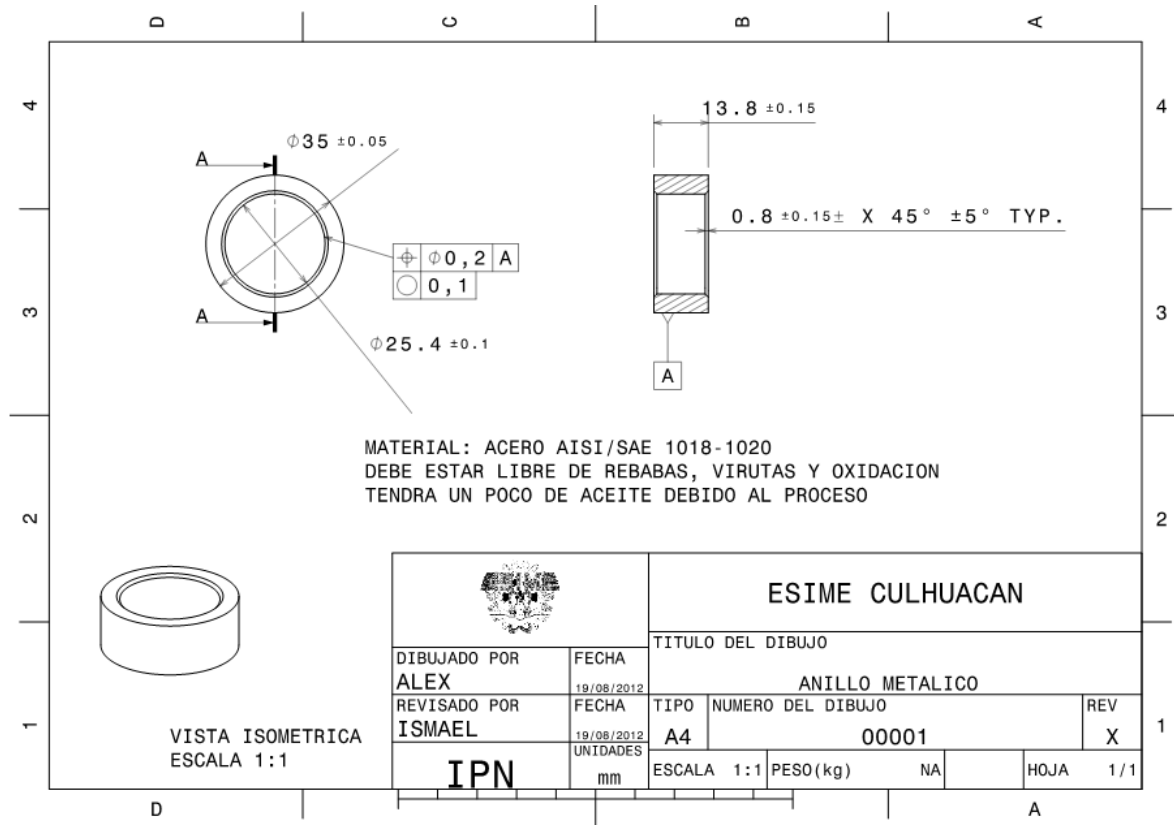


Figura 3.6.12 Anillo metálico



CULHUACAN

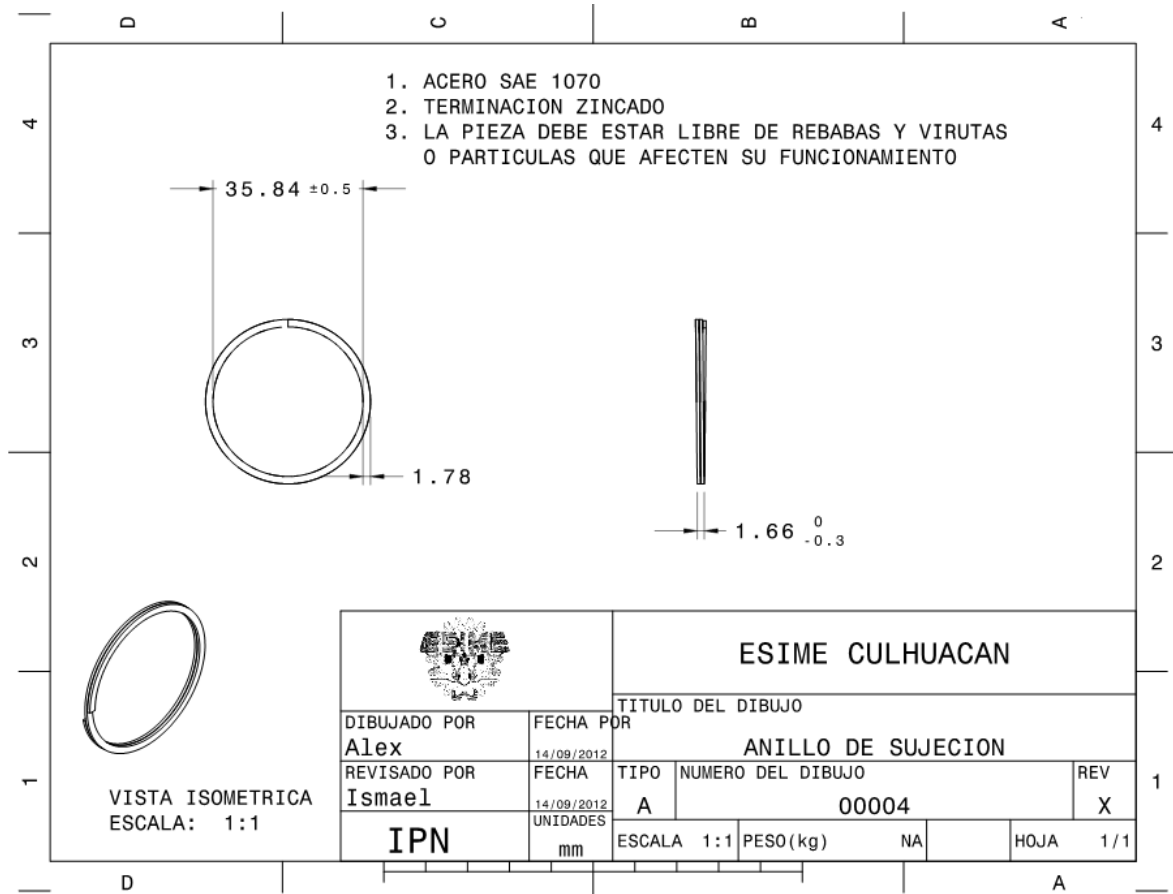


Figura 3.6.13 Anillo de sujeción.



CULHUACAN

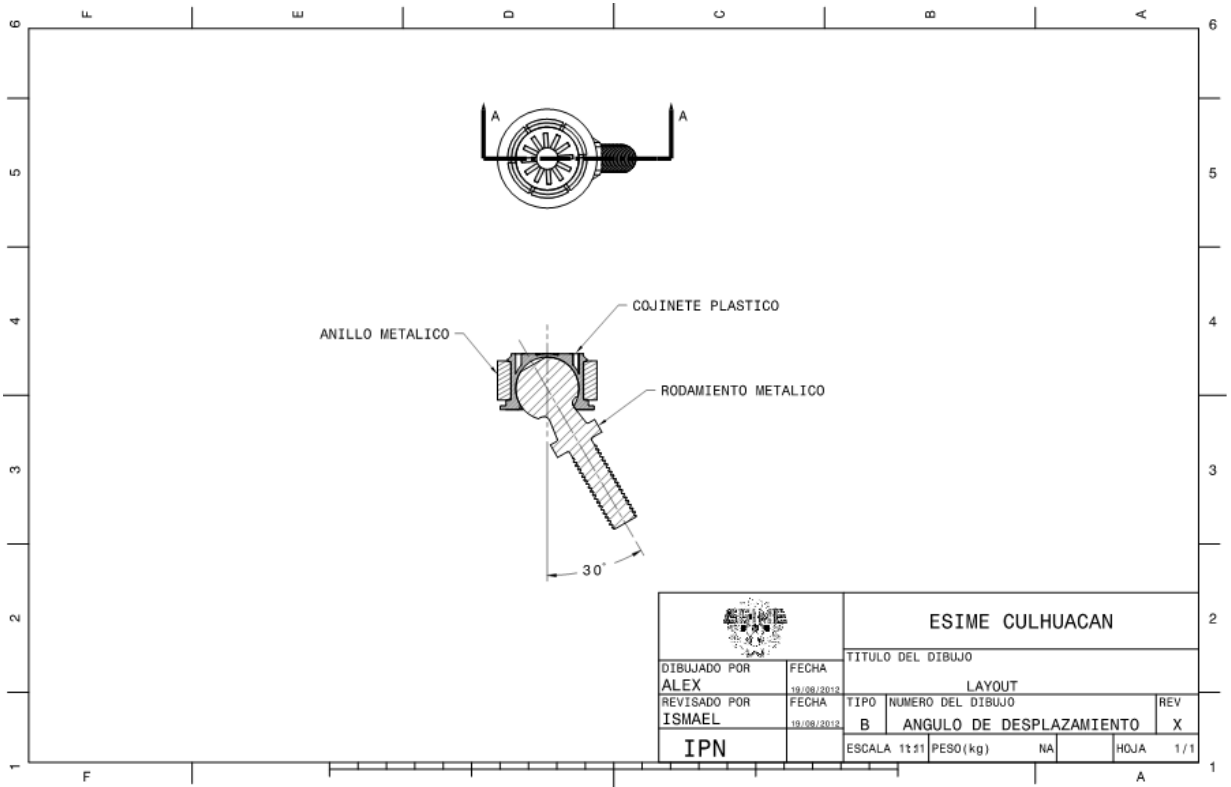


Figura 3.6.14 Plano que muestra el ángulo de desplazamiento del rodamiento metálico.



CULHUACAN

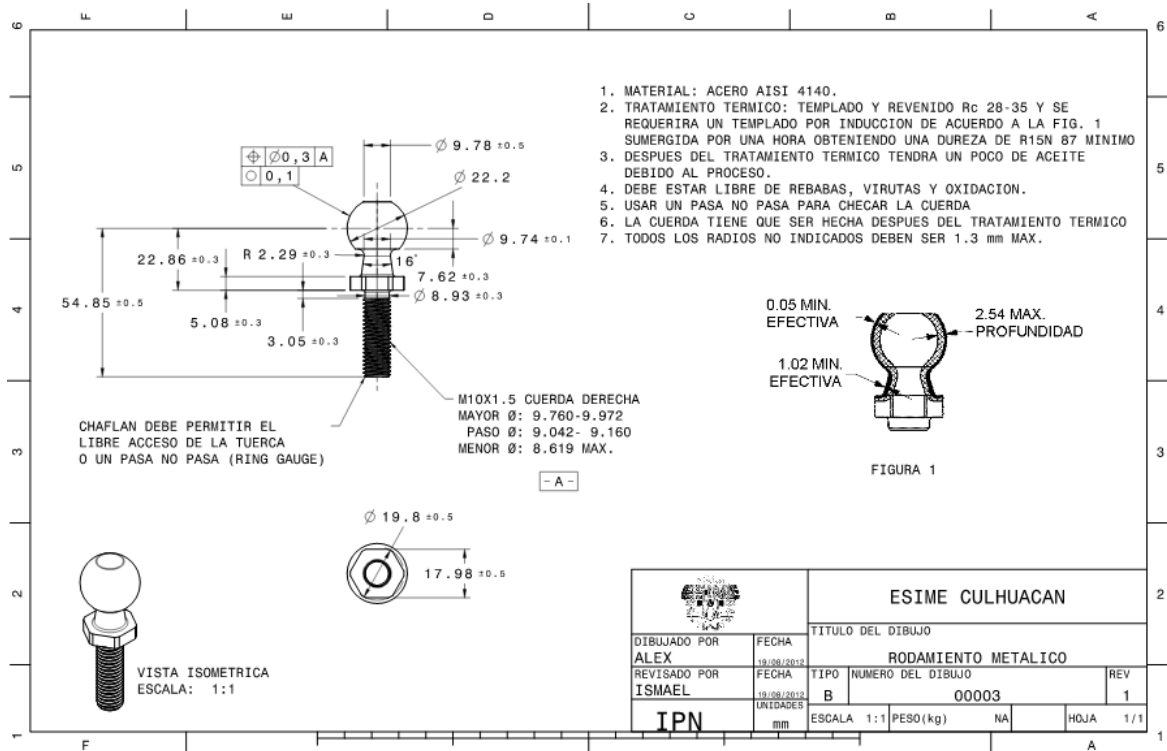


Figura 3.6.15 Plano del rodamiento metálico.



CULHUACAN

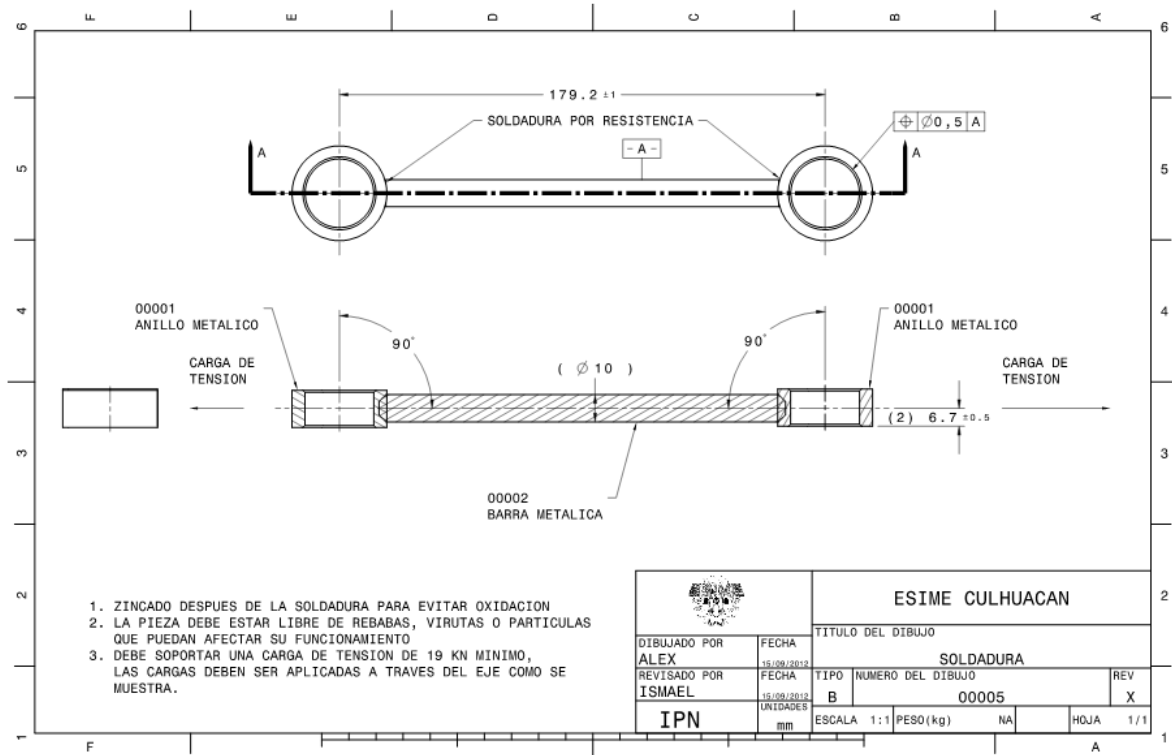


Figura 3.6.16 Plano de especificaciones de soldadura.



CULHUACAN

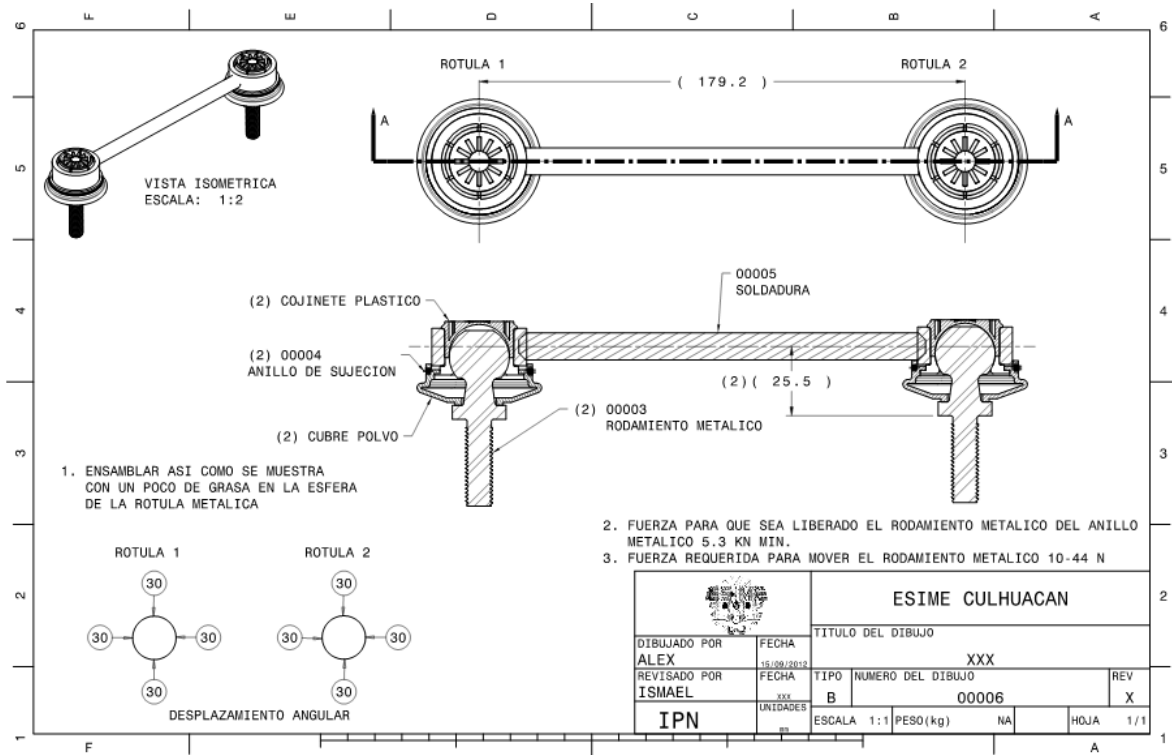


Figura 3.6.17 Plano con corte transversal del ensamble, isométrico y desplazamiento de rodamiento metálico.



CULHUACAN

3.6.1 Modificaciones de la pieza original sin afectar sus características críticas (Mejoras).

Con el objetivo de mejorar la pieza original, debemos preguntarnos ¿Que se necesita mejorar de la misma?. Con este objetivo en mente, debemos analizar las fallas en campo, para determinar cuáles fallas se presentan, y cuáles de ellas son las más comunes. La prioridad en este caso queda dada por el número de fallas en campo, del mismo tipo o genero. Nuestro equipo de trabajo se puso a la tarea de investigar en campo la falla principal de la conexión de la barra estabilizadora o sway bar link, para lo cual contactamos a talleres mecánicos especializados en suspensiones.

Como resultado de lo anterior, llegamos a la conclusión que la falla más común que se presenta en la conexión de la barra estabilizadora o sway bar link es “juego excesivo entre la esfera de la rotula y su alojamiento, corriendo el riesgo de separación”.

Para disminuir el riesgo de falla por esta condición, a través de lluvia de ideas proponemos las siguientes mejoras para la pieza original:

- a) Esfera con diámetro exterior mayor, teniendo mayor superficie de contacto con su alojamiento (y por lo tanto las fuerzas aplicadas se distribuirán mejor en un área más grande).
- b) Lo anterior implica un alojamiento plástico más grande, en el cual quepa el mayor diámetro de la esfera.
- c) Lo anterior también implica un anillo con diámetro mayor al de la pieza OEM, en el cual quepa el alojamiento plástico de mayor diámetro.
- d) Otra forma de disminuir el desgaste, es cambiando los materiales, especialmente del alojamiento plástico.



CULHUACAN

Mejoras de la conexión de la barra estabilizadora (sway bar link)				
pieza original		pieza propuesta		
parte:	problema:	parte:	mejoramiento:	Ley de la Propiedad Industrial
Cojinete plástico	Desgaste, fractura	Cojinete plástico	Alojamiento para el rodamiento metálico más grande. Mayor rigidez, cambio de material	Cumple con el Artículo 22
Rodamiento metálico	Ninguno	Rodamiento metálico	Diámetro exterior mayor	Cumple con el Artículo 22
Barra metálica	Se dobla al impacto	Barra metálica	Cambio de material acero 1020	Cumple con el Artículo 22
Anillo metálico	Ninguno	Anillo metálico	Diámetro mayor, cambio a acero 1020	Cumple con el Artículo 22
Cubre polvo	ruptura	Cubre polvo	Ninguno. Solo cambia su diámetro mayor	Cumple con el Artículo 22

Tabla 3.6.1.1 Mejoras de la conexión de barra estabilizadora.

Como propuestas, se evalúan los siguientes materiales sobresalientes para el rodamiento plástico, mediante sus características de dureza y esfuerzo de tensión:

Nombre comercial	Dureza	Esfuerzo de tensión
MS-Celcon M90	HRM 80 (Rockwell)	5000 PSI a 160 grados F
Delrin 500	HRM 92 (Rockwell)	14000 PSI a 158 grados F

Tabla 3.6.1.2 Comparación de materiales plásticos para rodamiento plástico.



CULHUACAN

De la tabla arriba mencionada, se sugiere el uso del material Delrin 500 para el alojamiento plástico. Dado que la dureza y esfuerzo de tensión superan al material usado por el fabricante original, sabemos que no tendremos problemas en cuanto a cambiarlo, siempre y cuando se mantengan las dimensiones originales de la pieza.

Sin embargo, como lo mencionamos anteriormente, se desea una esfera con diámetro mayor, la dimensión mayor, vendrá entonces limitada por la disponibilidad comercial, y por las posibles interferencias de movimiento o contacto físico de las distintas partes de la suspensión, contra la conexión de la barra estabilizadora o sway bar link al efectuar el máximo recorrido de la misma. Basado en la disponibilidad comercial, se sugiere una esfera de 0.874 pulgadas de diámetro, con lo cual el diámetro exterior del conjunto de esfera, alojamiento plástico y anillo metálico queda de 1.375 pulgadas, medida que no representa ningún peligro en el máximo recorrido de la suspensión. Se muestran los planos de la conexión de la barra estabilizadora o sway bar link con las medidas propuestas.



CULHUACAN

3.7 Manufactura – Programación de CNC.

PROGRAMA EN LENGUAJE FANUC PARA MAQUINAR LA BARRA ESTABILIZADORA

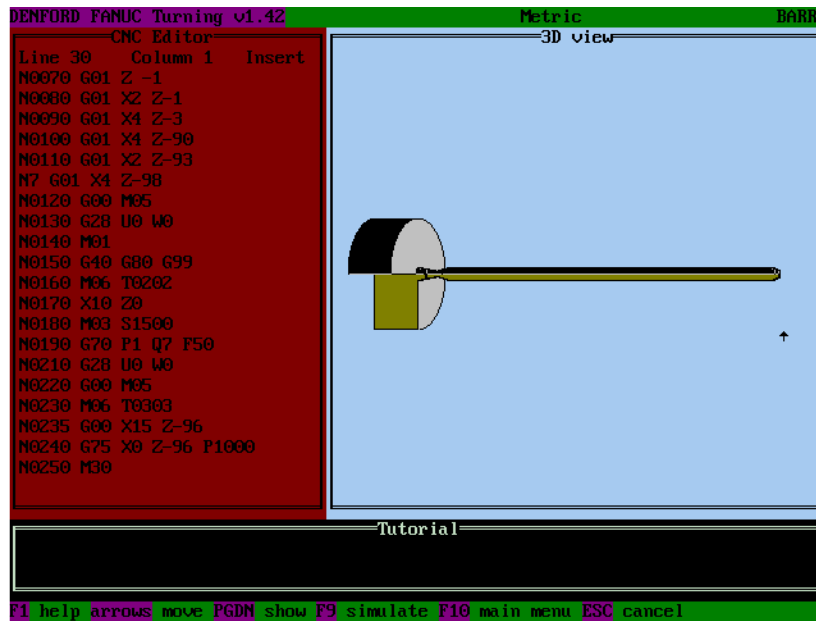


Fig. 3.32 Muestra la simulación del maquinado de la barra

[BILLET X10 Z270	N0050 G97 M03 S1000
[NOSTEP	N0060 G71 P1 Q7 U0.1 W0.1 F100
O0015	N1 G01 X0
N0010 G21	N0070 G01 Z -1
N0020 G40 G80 G99	N0080 G01 X2 Z-1
N0030 M06 T0101	N0090 G01 X4 Z-3
N0040 G00 X10 Z0	N0100 G01 X4 Z-253
N0110 G01 X2 Z-255	N0190 G70 P1 Q7 F50



CULHUACAN

N7 G01 X4 Z-255
N0120 G00 M05
N0130 G28 U0 W0
N0140 M01
N0150 G40 G80 G99
N0160 M06 T0202
N0170 X10 Z0
N0180 M03 S1500

N0210 G28 U0 W0
N0220 G00 M05
N0230 M06 T0303

PROGRAMA EN LENGUAJE FANUC PARA MAQUINAR EL ARILLO METALICO

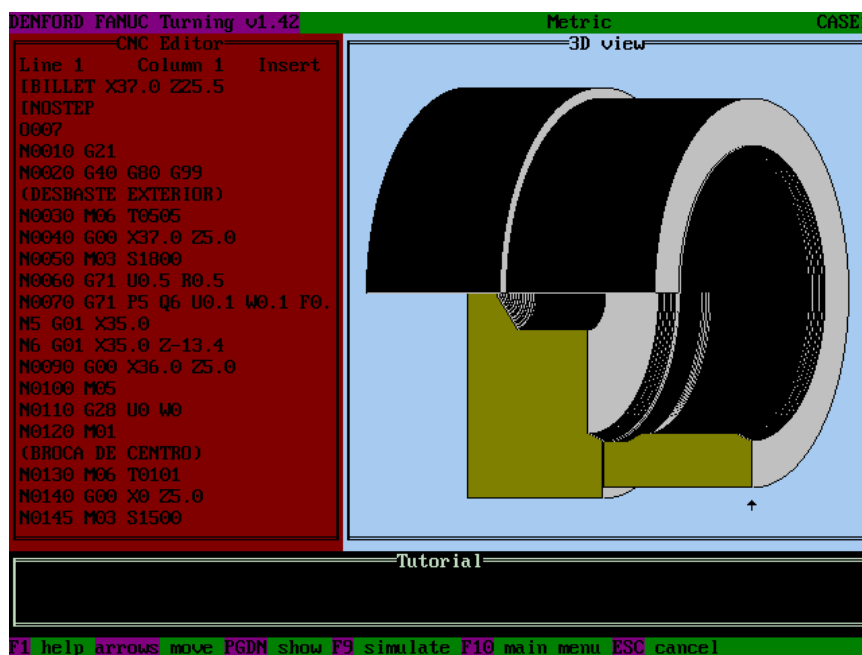


Fig. 3.33 Muestra la simulación de el maquinado del arillo metálico



CULHUACAN

[BILLET X37.0 Z25.5
[NOSTEP
O007
N0010 G21
N0020 G40 G80 G99
(DESBASTE EXTERIOR)
N0030 M06 T0505
N0040 G00 X37.0 Z5.0
N0050 M03 S1800
N0060 G71 U0.5 R0.5
N0070 G71 P5 Q6 U0.1 W0.1 F0.2
N5 G01 X35.0
N6 G01 X35.0 Z-13.4
N0090 G00 X36.0 Z5.0
N0100 M05
N0110 G28 U0 W0
N0120 M01
(BROCA DE CENTRO)
N0130 M06 T0101
N0140 G00 X0 Z5.0
N0145 M03 S1500
N0150 G01 X0 Z-4.0
N0160 G00 X0 Z5.0
N0170 M05
N0180 G28 U0 W0
N0190 M01
N0200 G40 G80 G99
(BROCA 12MM)
N0210 M06 T0202
N0220 G00 X0 Z5.0
N0230 M03 S800

N0240 G01 X0 Z-23
N0250 G00 X0 Z5.0
N0260 M05
N0270 G28 U0 W0
N0280 M01
(DESBASTE INTERIOR)
N0290 G40 G80 G99
N0300 M06 T0303
N0310 G00 X12.0 Z5.0
N0320 M03 S1800
N0330 G71 U1.0 R0.5
N0340 G71 P7 Q8 U0.1 W0.1 F0.2
N7 G01 X26.67
N0345 G01 X26.67 Z0.0
N0350 G01 X25.4 Z-1.27
N0355 G01 X25.4 Z-12.04
N0360 G01 X26.67 Z-13.31
N8 G01 X25.4 Z-14.58
N0370 G00 X24.0 Z5.0
N0380 M05
N0390 G28 U0 W0
N0400 M01
(ACABADO INTERIOR)
N0410 G40 G80 G99
N0420 M06 T0404
N0430 G00 X24.0 Z5.0
N0440 M03 S2000
N0450 G70 P7 Q8 F0.1
N0460 G00 X24.0 Z5.0
N0470 M05
N0480 G28 U0 W0
N0490 M01



CULHUACAN

(TRONZADO)

N0500 G40 G80 G99

N0510 M06 T0606

N0520 G00 X36.0 Z5.0

N0530 M03 S1500

N0540 G00 X36.0 Z-13.31

N0550 G01 X25.0 Z-13.31

N0560 G00 X36.0 Z-13.31

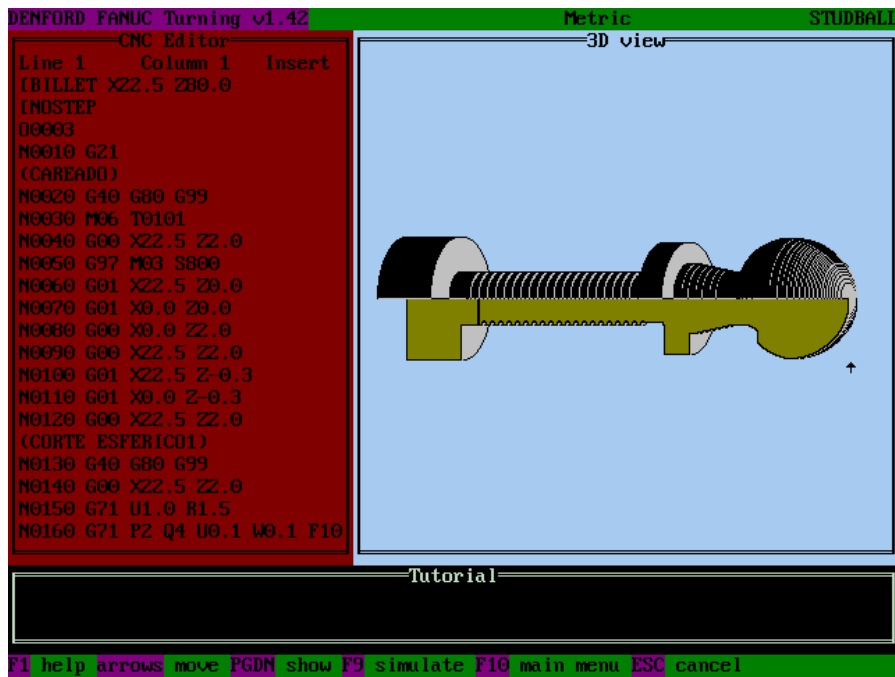
N0570 G00 X36.0 Z50

N0580 M05

N0590 G28 U0 W0

N0600 M30

PROGRAMA EN LENGUAJE FANUC PARA MAQUINAR EL RODAMIENTO METALICO





CULHUACAN

Fig. 3.34 Muestra la simulación del maquinado del rodamiento metálico

[BILLET X22.5 Z80.0

[NOSTEP

O0003

N0010 G21

(CAREADO)

N0020 G40 G80 G99

N0030 M06 T0101

N0040 G00 X22.5 Z2.0

N0050 G97 M03 S800

N0060 G01 X22.5 Z0.0

N0070 G01 X0.0 Z0.0

N0080 G00 X0.0 Z2.0

N0090 G00 X22.5 Z2.0

N0100 G01 X22.5 Z-0.3

N0110 G01 X0.0 Z-0.3

N0120 G00 X22.5 Z2.0

(CORTE ESFERICO1)

N0130 G40 G80 G99

N0140 G00 X22.5 Z2.0

N0150 G71 U1.0 R1.5

N0160 G71 P2 Q4 U0.1 W0.1 F100.0

N2 G01 X0.0

N0170 G01 Z0.0

N4 G03 X22.2 Z-11.1 I0 K-11.1

(CORTE ESFERICO2)

N0180 G40 G80 G99

N0185 M06 T0303

N0190 G00 X22.5 Z-11.1

N0200 G01 X22.2 Z-11.1

N0210 G01 X22.2 Z-70.0

N0220 G00 X22.5 Z-70.0

N0230 G00 X22.5 Z-15.214

N0240 G01 X21.5 Z-15.214

N0250 G01 X21.5 Z-66.0

N0260 G00 X22.0 Z-16.42

N0270 G01 X20.57 Z-16.42

N0280 G01 X20.57 Z-70.0

N0290 G00 X21.0 Z-66.0

N0300 G00 X21.0 Z-17.34

N0310 G01 X19.5 Z-17.34

N0320 G01 X19.5 Z-28.88

N0330 G00 X20.5 Z-28.88

N0340 G00 X20.5 Z-18.1

N0350 G01 X18.5 Z-18.1

N0360 G01 X18.5 Z-28.88

N0370 G00 X19.0 Z-28.88

N0380 G00 X19.0 Z-18.74

N0390 G01 X18.0 Z-18.74

N0400 G01 X18.0 Z-28.88

N0410 G00 X18.5 Z-28.88

N0420 G00 X18.5 Z-18.74

N0430 G01 X17.5 Z-18.74

N0440 G01 X17.5 Z-28.88

N0450 G00 X18.0 Z-28.88

N0460 G00 X18.0 Z-18.72

N0470 G01 X16.642 Z-18.72

N0480 G01 X16.642 Z-28.88

N0490 G00 X22.5 Z-28.88

N0500 G00 X22.5 Z-11.1

N0510 G03 X16.142 Z-18.72 R11.1

N0520 G00 X22.5 Z-18.72

(GARGANTA 1)

N0530 G28 U0 W0

N0535 M06 T0303



CULHUACAN

N0540 G00 X22.5 Z-18.72
N0545 G00 X16.142 Z-18.72
N0550 G01 X15.0 Z-18.72
N0555 G01 X15.0 Z-28
N0560 G01 X14.0 Z-28
N0565 G01 X14.0 Z-18.72
N0570 G01 X13.0 Z-18.72
N0575 G01 X13.0 Z-28
N0580 G01 X12.86 Z-28
N0585 G01 X12.86 Z-18.72
N0590 G02 X10.23 Z-21.303 R2.286
N0595 G01 X10.23 Z-21.303
N0600 G01 X12.866 Z-28
N0605 G00 X22.5 Z-28
N0606 G28 U0 W0
N0607 M06 T0202
N0608 G00 X22.5 Z-28.88
N0609 G01 X12.86 Z-28.88
N0610 G01 X12.86 Z-28.0
N0611 G00 X22.5 Z-28.88
(GARGANTA 2)
N0615 G28 U0 W0
N0620 M06 T0202
N0630 G00 X22.5 Z-33.96
N0640 G01 X20.0 Z-33.96
N0650 G01 X20.0 Z-70.0
N0640 G00 X20.5 Z-70.0
N0650 G00 X20.5 Z-33.96
N0660 G01 X19.0 Z-33.96
N0670 G01 X19.0 Z-70.0
N0680 G00 X20.0 Z-70.0
N0690 G00 X20.0 Z-33.96
N0700 G01 X18.0 Z-33.96
N0710 G01 X18.0 Z-70.0

N0720 G00 X18.5 Z-70.0
N0730 G00 X18.5 Z-33.96
N0740 G01 X17.0 Z-33.96
N0750 G01 X17.0 Z-70.0
N0760 G00 X17.5 Z-70.0
N0770 G00 X17.5 Z-33.96
N0780 G01 X16.0 Z-33.96
N0790 G01 X16.0 Z-70.0
N0800 G00 X16.5 Z-70.0
N0810 G00 X16.5 Z-33.96
N0820 G01 X15.0 Z-33.96
N0830 G01 X15.0 Z-70.0
N0840 G00 X15.5 Z-70.0
N0850 G00 X15.5 Z-33.96
N0860 G01 X14.0 Z-33.96
N0870 G01 X14.0 Z-70.0
N0880 G00 X14.5 Z-70.0
N0890 G00 X14.5 Z-33.96
N0900 G01 X13.0 Z-33.96
N0910 G01 X13.0 Z-70.0
N0920 G00 X13.5 Z-70.0
N0930 G00 X13.5 Z-33.96
N0940 G01 X12.0 Z-33.96
N0950 G01 X12.0 Z-70.0
N1000 G00 X12.5 Z-70.0
N1010 G00 X12.5 Z-33.96
N1020 G01 X11.0 Z-33.96
N1030 G01 X11.0 Z-70.0
N1040 G00 X11.5 Z-70.0
N1050 G00 X11.5 Z-33.6
N1060 G01 X10.0 Z-33.6
N1070 G01 X10.0 Z-70.0
N1080 G00 X10.5 Z-70.0
N1090 G00 X10.5 Z-33.96



CULHUACAN

N1100 G01 X8.93 Z-33.96
N1110 G01 X8.93 Z-37.01
N1120 G01 X9.85 Z-37.01
N1130 G01 X9.85 Z-70.0
N1140 G00 X22.5 Z-70.0
(ROSCADO)
N1150 G28 U0 W0
N1160 M06 T0404
N1170 G00 X22.5 Z-37.01
N1180 G00 X10.0 Z-37.01
N1190 G76 P051060 Q150 R0.3
N1200 G76 X8.34 Z-66.0 R0 P461 Q150 F1.5

N1210 G00 X22.5 Z-37.01
N1220 G28 U0 W0
N1230 M06 T0202
N1240 G00 X22.5 Z-67.0
N1250 G00 X10.0 Z-67.0
N1260 G01 X0.0 Z-67.0
N1270 G00 X22.5 Z-67.0
N1280 G28 U0 W0
N1290 M05
N1300 M30



CULHUACAN

3.8 Consideraciones sobre la ley de la propiedad industrial.

Debido al hecho de que la Ley de la Propiedad Industrial que aplica en nuestro país es extensa (78 páginas a tamaño carta), en el anexo II se incluyen solo los artículos que deben tomarse en cuenta al desarrollar productos mediante ingeniería inversa.

Los artículos escritos en el anexo II, se pueden resumir como sigue:

Las actividades de investigación científica o tecnológica experimentales donde se use un producto o proceso patentado no constituyen ninguna infracción administrativa o delito (Art. 22).

La vigencia de las patentes es de 20 años, y esta sujeta al pago de la tarifa correspondiente. Fuera de este periodo de tiempo, o a falta de pago de vigencia (con periodo de gracia de 6 meses, las patentes caducan y los derechos que amparan caen en el dominio público.

Fuera de lo arriba mencionado, la ley de la propiedad industrial contempla sanciones administrativas y multas. Para detalles, favor de referirse al Anexo II de esta tesina.



CULHUACAN

IV Conclusiones.

La ingeniería inversa aplicada como se plantea al inicio es una herramienta muy eficaz en la búsqueda y alcance de una mejora en un producto o simplemente para competir con el producto ya existente en el mercado. Este método es muy preciso, sencillo y a su vez delicado, ya que la mejor manera de llevarlo a cabo es con distintos análisis al producto para cerciorarse de sus componentes y así poder encontrar alguna falla o simplemente tener una idea concreta de cómo hacerlo más llamativo al público.

En el recorrido de la investigación observamos la aplicación que puede tener la ingeniería inversa, en nuestro caso específico cumplimos con los alcances propuestos, al analizar una conexión de una barra estabilizadora (sway bar link), ya existente comprendimos el material del que esta constituido y el porqué, con esta base partimos a proponer uno nuevo modificado, con cualidades similares y mejoras en las condiciones físicas y propiedades mecánicas, dando un prototipo más atractivo utilizando un material más comercial y a la vez manteniendo características similares y algunas de ellas facilitan su manufactura aportando así, una producción más fácil.

Nuestra experiencia sirve como una guía base para nuestros lectores quienes estén interesados en conocer al respecto del tema, esta tesina no servirá como un manual para futuras generaciones pero es el comienzo de una nueva técnica en nuestra sociedad, considerando que una buena idea inspira a otra, concluimos que nuestro aporte a la institución es el comienzo de un nuevo desarrollo en nuestro país.



ANEXO I

NORMA SAE J491 Rotulas y sus ensambles

Especificaciones generales

Objetivo: Esta norma se realizo con el objetivo de proporcionar criterios de diseño y sugerir proporciones dimensionales con el fin de intercambiabilidad.

RODAMIENTO METALICO

Selección del tamaño del rodamiento metálico:

Para seleccionar el tamaño adecuado, se deben considerar la carga funcional, las fuerzas de compresión y de tensión. Para ello puede ser hecho el cálculo estimando el perno como un miembro cantilever soportado en la unión, y cargado radialmente en el rodamiento metálico por una fuerza o fuerzas cuyas magnitudes y direcciones han sido previamente determinadas. El tipo de carga, perno, material deslizante, tratamiento térmico influenciaron el tamaño de la unidad seleccionada.

Los requerimientos de diseño que no puedan ser satisfechos a través de las dimensiones mostradas en las tablas, pueden ser satisfechos a través de la adecuación o desviación de los parámetros, siempre y cuando se satisfaga el estrés funcional.

DIAMETRO NOMINAL DE LA BOLA	TOMA DE HILO		TOMA DE LONGITUD B	TOMA DE LONGITUD C	JUNTA DE ROTULA					BRAZO ADJUNTO				JUNTA DE LA TUERCA	
	TAMAÑO A	LONGITUD B			DIAMETRO DEL VASTAGO D	LONGITUD CONICA E	UBICACIÓN DEL DIAMETRO DEL CALIBRE F	DIAMETRO DEL CALIBRE G	TAMAÑO DEL HILO H	DIAMETRO DEL CALIBRE J	TIRO INTERIOR DE LA HOLGURA K	ESPOSOR L	DIAMETRO PRINCIPAL M	APRIETE DEL TORQUE T	
5/8	1/2 - 20	1.74	2.62	0.469	0.41	1.06	0.418	3/8 - 24	0.402	0.128	0.5	1.25	15-30		
3/4	9/16 - 18	1.94	2.94	0.547	0.45	1.2	0.49	7/16 - 20	0.473	0.136	0.56	1.38	30 - 45		
7/8	11/16 - 18	2.06	3.12	0.625	0.52	1.36	0.56	1/2 - 20	0.543	0.136	0.62	1.5	35 - 55		
1	11/16 - 18	2.21	3.38	0.703	0.72	1.62	0.613	9/16 - 18	0.59	0.184	0.88	1.75	55-80		
1 1/8	7/8 - 18	2.75	3.88	0.781	0.84	1.88	0.675	5/8 - 18	0.652	0.184	1	1.88	80 - 110		
1 1/4	1 - 16	3.19	4.25	0.875	0.94	2.03	0.758	5/8 - 18	0.731	0.216	1.12	12	80 - 110		
1 1/2	1 1/8 - 12	3.75	4.25	1.031	1.12	2.44	0.89	3/4 - 16	0.863	0.216	1.31	2.25	100 - 140		
1 3/4	1 1/4 - 12	-	4.88	1.25	1.28	2.81	1.074	7/8 - 14	1.043	0.248	1.5	2.75	120 - 170		
2	-	-	5.75	1.35	1.5	3.22	1.166	1 - 12	1.131	0.28	1.75	3	140 - 220		
2 1/4	-	-	-	1.51	1.78	3.72	1.285	1 1/8 - 12	1.25	0.28	2	3.25	180 - 270		
2 1/2	-	-	-	1.7	2.06	4.34	1.441	1 1/4 - 12	1.406	0.28	2.25	3.5	230 - 320		

DIAMETRO NOMINAL DE LA BOLA	TOMA DE HILO		TOMA DE LONGITUD B	TOMA DE LONGITUD C	JUNTA DE ROTULA					BRAZO ADJUNTO				JUNTA DE LA TUERCA	
	TAMAÑO A	LONGITUD B			DIAMETRO DEL VASTAGO D	LONGITUD CONICA E	UBICACIÓN DEL DIAMETRO DEL CALIBRE F	DIAMETRO DEL CALIBRE G	TAMAÑO DEL HILO H	DIAMETRO DEL CALIBRE J	TIRO INTERIOR DE LA HOLGURA K	ESPOSOR L	DIAMETRO PRINCIPAL M	APRIETE DEL TORQUE T	
16	M12 X 1.25	45	65	12	10.4	26	10.62	M10 X 1.25	10.21	3.3	13	32	24 - 40		
20	M14 X 1.5	50	75	14	11.4	30	12.45	M12 X 1.25	12.01	3.5	14	35	40 - 60		
22	M16 X 1.5	50	80	16	13.2	34	14.22	M12 X 1.25	13.79	3.5	16	38	40 - 60		
25	M16 X 1.5	55	85	18	18.3	41	15.57	M14 X 1.5	14.99	4.7	22	44	75 - 110		
28	M24 X 1.5	70	100	20	21.3	48	17.15	M16 X 1.5	16.56	4.7	25	48	110 - 150		
32	M24 X 1.5	80	110	22	23.9	50	19.25	M16 X 1.5	18.57	5.5	28	50	110 - 150		
38	M30 X 1.5	95	125	26	28.5	62	22.61	M20 X 1.5	21.92	5.5	33	58	140 - 190		
44	M30 X 1.5	-	150	32	32.5	72	27.28	M24 X 1.5	26.49	6.3	38	70	180 - 230		
50	-	-	-	34	38.1	82	29.62	M24 X 1.5	28.73	7.1	44	76	160 - 230		
58	-	-	-	38	45.2	95	32.64	M30 X 1.5	31.75	7.1	50	82	240 - 370		
64	-	-	-	44	52.3	110	36.6	M30 X 1.5	35.71	7.1	57	88	240 - 370		

Tablas A1.1 y A1.2 medidas comerciales de las rotulas. A1.1 expresada en pulgadas; A1.2 expresada en mm. 2000 SAE Handbook Volume 1, Society of Automotive Engineers Inc.



CULHUACAN

Materiales:

Aceros al carbón, y aceros aleados son ampliamente usados para la fabricación de rodamientos metálicos. Los requerimientos principales son: Dureza para proporcionar una superficie resistente al desgaste, buena maquinabilidad, y adecuada resistencia del núcleo para evitar fracturas bajo cargas de impacto. Un acero templado es normalmente preferido. Algunos de los materiales más populares son los aceros SAE 1019, 1541, 4615, 8115, 8620 y 8640. Es común dar un acabado protector de zinc con el subsecuente tratamiento cromado, para resistir prueba salina ASTM B117

Proceso:

Depende del tamaño, volumen y equipo de producción disponible. Para autos de pasajeros, se usa normalmente el formado en frío. Para camiones o aplicaciones pesadas, de bajo volumen, son usualmente maquinadas. Sin embargo el forjado en caliente también se ha llegado a usar. Después de formado, sigue el endurecido total o parcial. Es deseable controlar el acabado de la superficie.

Usualmente se ajustan hacia otras piezas a través de una tuerca, sin embargo también puede usarse una unión permanente, como el remachado, soldado, etc.

ANILLO METALICO

Tamaño: Depende del tamaño de la esfera o rodamiento metálico seleccionado. Sin embargo también se deben considerar los esfuerzos de tensión y compresión así como las cargas funcionales.

Material:

Normalmente se hacen de acero SAE 1030, 1040 y 1541

Proceso:

Normalmente se hacen piezas que atornillan a sus componentes, para formar un solo conjunto, ya sea con cuerdas externas y/o internas



CULHUACAN

Métodos de prueba SAE J193

Esta norma describe los métodos de prueba de los ensambles de rotulas usadas en aplicaciones automotrices, encaminados a probar sus características funcionales.

Los procedimientos de prueba son en general similares para todos los ensambles de rotulas, ya que todas están sujetas a fuerzas axiales, laterales y longitudinales. Las diferencias se basan en la dirección y magnitud de la carga, dependiendo de la aplicación.

Los métodos de prueba cubren las siguientes características:

- a) Impacto
- b) Falla por carga aplicada a 90 grados del perno del rodamiento metálico.
- c) Esfuerzo por tensión
- d) Torque de rotación
- e) Movimiento axial
- f) Esfuerzo de separación del ensamble de la rotula
- g) Fatiga y prueba de calentamiento
- h) Esfuerzo de pull-out (separación de rodamiento metálico y su anillo) y de push-out (compresión)
- i) Desplazamiento angular

Las cargas usadas en los métodos de prueba, deben ser lo mas cercanas a la realidad, tanto en magnitud, como en dirección.

Para determinar preliminarmente la magnitud y dirección, un modelo completo de la suspensión y dirección del vehículo deberá ser utilizado. Preferentemente con el uso de una computadora. Puede ser hecho una análisis en papel, para resolver las cargas de componentes asumiendo las máximas fuerzas G, al contacto con la llanta/piso. Lo deseable es usar un vehículo con suspensión similar y/o diseño de dirección similar, y usar un programa de cargas para obtener un procedimiento aplicado a la realidad. Mediante este procedimiento, las cargas clave son medidas en magnitud, dirección, frecuencia de aplicación de carga y fase (tiempo de aplicación de carga). El vehículo es manejado a través de un circuito que simula las condiciones esperadas de uso. A partir de estos datos, se crean histogramas de magnitud de carga contra ciclos aplicados de carga. Con esto se determina el pico de carga última, mediante laboratorio, así como un grupo de cargas de fatiga y desgaste y ciclos asociados para la vida específica de un vehículo determinado.

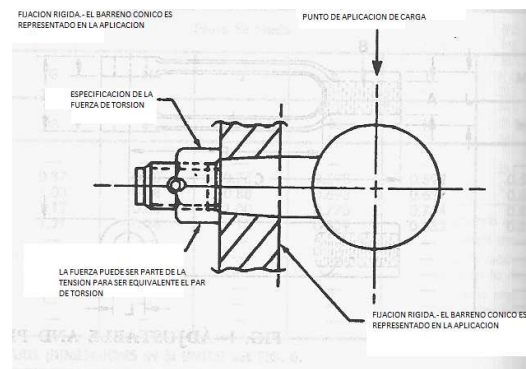


CULHUACAN

a) Impacto (se requieren varios rodamientos metálicos).

Monte el rodamiento metálico en un soporte rígido como se muestra en la figura. Asegure el rodamiento metálico aplicando el torque nominal a la tuerca, según especificaciones de diseño. Aplique una carga de impacto que exceda la carga de impacto en la aplicación del vehículo. Aumente la carga de impacto incrementalmente, hasta que la pieza falle.

Solo un impacto por rodamiento metálico es permisible. La pieza no debe fallar por fractura quebradiza. Se espera que falle por deflexión.



Dibujo A1.1*, se muestra el montaje para la prueba de impacto.

*2000 SAE Handbook Volume 1, Society of Automotive Engineers Inc.



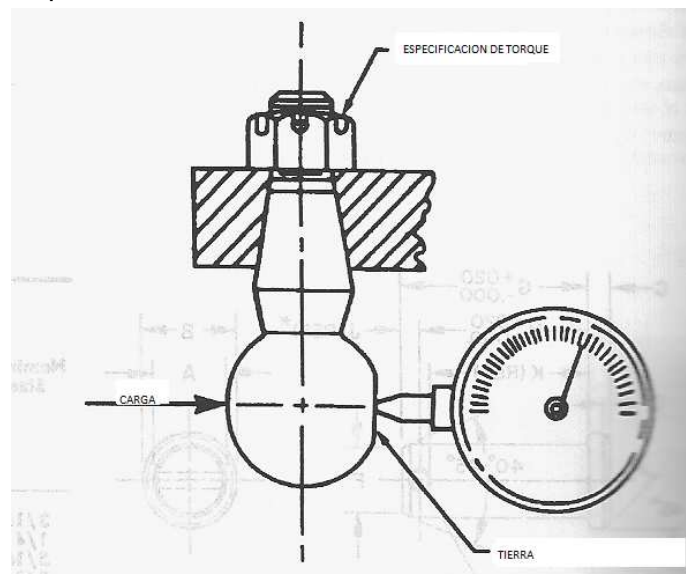
CULHUACAN

b) Falla por aplicación de carga a 90 grados del eje del perno.

El propósito de este procedimiento es determinar a que carga máxima, el rodamiento metálico puede resistir una fuerza determinada sin sufrir deflexión permanente.

Para ello, sujete el rodamiento metálico como se muestra en la figura. Desbaste una pequeña cara plana, con el objetivo de obtener precisión en la medición. Esta cara plana recibirá el palpador de un micrómetro de caratula u otro instrumento similar. Coloque el rodamiento metálico de tal forma que la carga pueda ser aplicada en ángulo recto al perno del rodamiento metálico, y opuesto a la cara plana maquinada. Asegure el rodamiento metálico con una tuerca y torque aplicado de acuerdo al diseño especificado.

Aplice una precarga y ponga el indicador a cero. Tome la deflexión vs la magnitud de la carga en incrementos. Detener la prueba cuando se obtengan fracturas superficiales.



Dibujo A1.2*, se muestra el montaje del procedimiento Falla por aplicación de carga

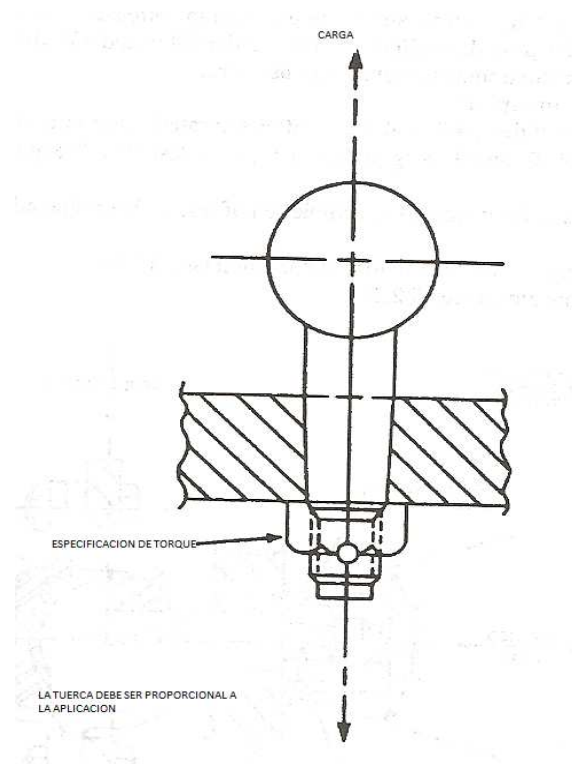
*2000 SAE Handbook Volume 1, Society of Automotive Engineers Inc.



CULHUACAN

c) Esfuerzo por tensión

El objetivo es determinar la capacidad de carga por tensión. Se usa en aplicaciones donde las fuerzas reales aplicadas son predominantemente de tensión. Monte el rodamiento metálico en una maquina de prueba de tensión, como se muestra en la figura. Precaución: Evite la aplicación de carga excéntrica. Una aplicación de velocidad típica en la maquina, es de 5mm/min. Registre los resultados en una grafica de esfuerzo, para cada rotula medida.



Dibujo A1.3* muestra la forma de montar el rodamiento metalico

*2000 SAE Handbook Volume 1, Society of Automotive Engineers Inc.



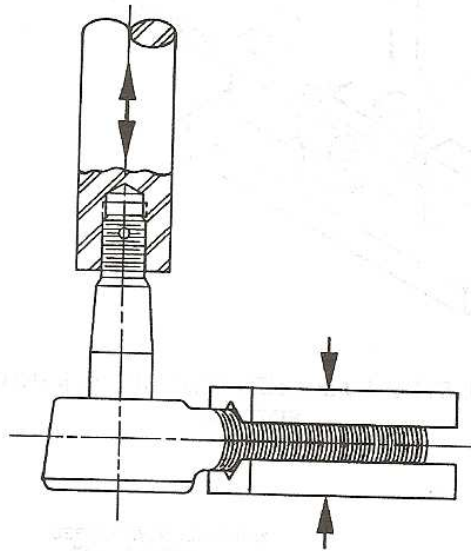
CULHUACAN

d) Torque de rotación

El ensamble de la rotula debe tener el lubricante especificado de acuerdo a diseño. Se hace girar el perno de la rotula, sin apartarse de su eje, usando para ello un dispositivo de lectura y aplicación de torque. Aplicar torque de manera gradual hasta obtener 2 valores: El torque inicial máximo estático, y el torque rotativo, medido a 5 rpm. Dejar girar 5 vueltas antes de obtener el segundo valor. Esto para minimizar que la congelación u otros factores afecten nuestra medición.

e) Movimiento axial

El perno deberá estar situado en posición perpendicular a la base del ensamble de la rotula. La base del ensamble de la rotula debe estar sujeta. Una fuerza en la misma dirección del eje se aplica al perno y su movimiento axial es registrado. Evite presionar el housing o carcasa de la base de la rotula, ya que esto puede afectar la medición. Cambiar el sentido de la fuerza aplicada, y registrar el movimiento axial nuevamente.



Dibujo A1.4* muestra el montaje

*2000 SAE Handbook Volume 1, Society of Automotive Engineers Inc.

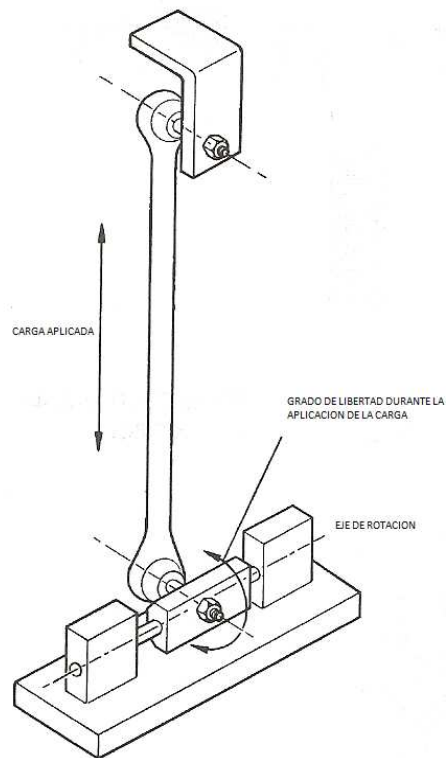


CULHUACAN

f) Esfuerzo de separación del ensamble de la rotula.

El objetivo es determinar la retención del rodamiento metálico en su anillo, en distintas posiciones angulares y determinar el ángulo de separación.

El ensamble debe ser montado en una maquina de tensión, de forma tal que se permita el desplazamiento angular no restringido del perno del rodamiento metálico (ver figura). Se aplica una carga tensora, paralela a la dirección de la carga usual, cuando la rotula esta en su posición angular máxima. La prueba se repite, con otra rotula usando ahora una carga de compresión. Se registra la carga máxima y el ángulo inducido previo a la separación o destrucción.



Dibujo A1.5* muestra la aplicación de cargas y fijación.

*2000 SAE Handbook Volume 1, Society of Automotive Engineers Inc.

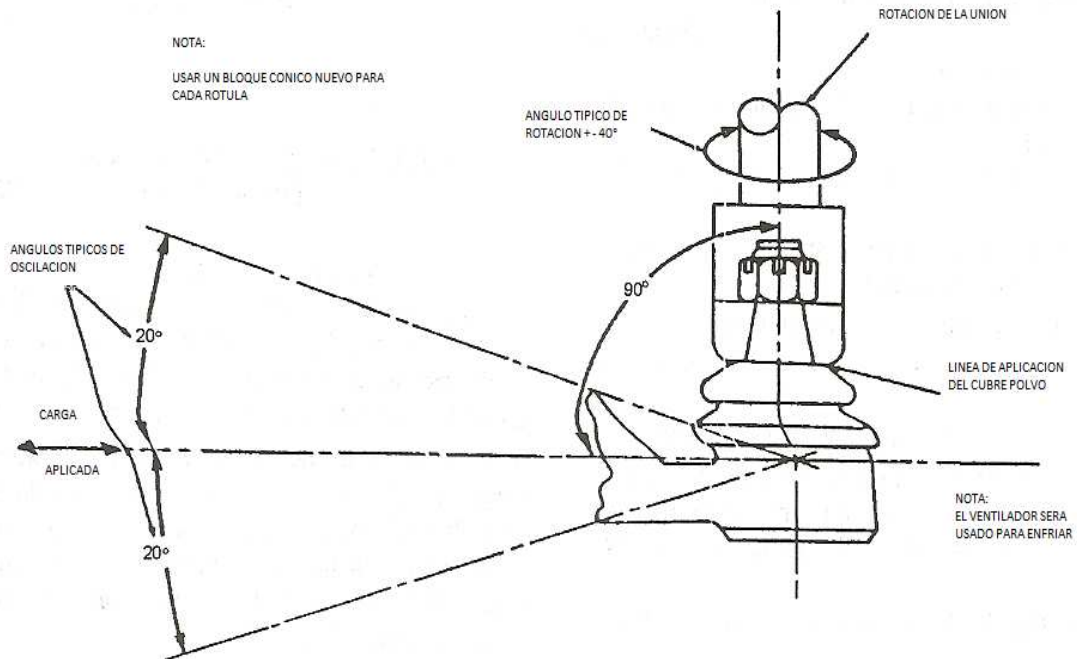


CULHUACAN

g) Fatiga y prueba de calentamiento

El objetivo es determinar la fatiga a la que fallara el ensamble de la rotula.

Procedimiento: El ensamble de la rotula deberá tener lubricante en caso de que la aplicación lo especifique. Coloque el ensamble de la rotula como se indica en la figura



Dibujo A1.6*, muestra el montaje requerido.

*2000 SAE Handbook Volume 1, Society of Automotive Engineers Inc.



CULHUACAN

Las siguientes son los movimientos típicos requeridos del ensamble de la rotula.
Oscilación Angular: +_20 grados. A frecuencia de 60 ciclos por minuto.

Rotación: +_40 grados, aplicados a 32 ciclos por minuto.

Carga: Aplicada alternadamente a compresión y tensión, a 60 ciclos por minuto.

Las rotulas se prueban en dos fases.

Fase I: A carga máxima

Aplicar carga máxima y hacer 7500 ciclos

Fase II: Usando la carga común a que se someterá la aplicación

Aplicar las cargas comunes haciendo 250 000 ciclos.

De ser necesario, se puede aplicar el aire de un ventilador tanto en la fase I como en la II para evitar calentamiento excesivo. Si la aplicación en la vida real incluirá contaminantes, entonces estos deben también ser incluidos en la prueba.

Al terminar las pruebas, se debe medir el torque rotativo, y el torque oscilante, así como el movimiento axial. Se deben examinar las piezas buscando roturas superficiales a través de ensayo por líquidos penetrantes, o un similar. Las piezas se deben medir para determinar deformaciones y desgastes.

- h) Esfuerzo de pull-out (separación de rodamiento metálico y su anillo) y de push-out (compresión).

Consiste en medir la fuerza requerida para separar el rodamiento metálico de su carcasa, a tensión. Usualmente con una velocidad de 5mm/min. Hacer lo mismo, pero comprimiendo otro ensamble de rotula.

- i) Desplazamiento angular

El objetivo es determinar si el cuello de la carcasa provee el ángulo de desplazamiento requerido por el ensamble de la rotula.

Procedimiento: Mida y grabe el ángulo del desplazamiento. Haga 2 mediciones a 90 grados una de la otra (Una coincidiendo con el eje principal de la carcasa, y otra coincidiendo con el eje secundario).



CULHUACAN

ANEXO II

Ley de la Propiedad Industrial

Artículos sobresalientes

Debido al hecho de que la Ley de la Propiedad Industrial que aplica en nuestro país es extensa (78 páginas a tamaño carta), aquí se incluyen solo los artículos que deben tomarse en cuenta al desarrollar productos mediante ingeniería inversa.

Capítulo II de la Ley de la Propiedad Industrial De las Infracciones y Sanciones Administrativas

Artículo 213.- Son infracciones administrativas:

XV.- Reproducir o imitar diseños industriales protegidos por un registro, sin el consentimiento de su titular o sin la licencia respectiva;

Artículo 214.- Las infracciones administrativas a esta Ley o demás disposiciones derivadas de ella, serán sancionadas con:

I.- Multa hasta por el importe de veinte mil días de salario mínimo general vigente en el Distrito Federal;

Fracción reformada DOF 02-08-1994*

II.- Multa adicional hasta por el importe de quinientos días de salario mínimo general vigente en el Distrito Federal, por cada día que persista la infracción;

III.- Clausura temporal hasta por noventa días;

IV.- Clausura definitiva;

V.- Arresto administrativo hasta por 36 horas.

Artículo 22.- El derecho que confiere una patente no producirá efecto alguno contra:

I.- Un tercero que, en el ámbito privado o académico y con fines no comerciales, realice actividades de investigación científica o tecnológica puramente experimentales, de ensayo o de enseñanza, y para ello fabrique o utilice un producto o use un proceso igual al patentado; La realización de cualquier actividad contemplada en el presente artículo no constituirá infracción administrativa o delito en los términos de ésta Ley.

Artículo 23.- La patente tendrá una vigencia de 20 años improrrogables, contada a partir de la fecha de presentación de la solicitud y estará sujeta al pago de la tarifa correspondiente.

Artículo 19.- No se considerarán invenciones para los efectos de esta Ley:

VIII.- La yuxtaposición de invenciones conocidas o mezclas de productos conocidos, su variación de uso, de forma, de dimensiones o de materiales, salvo que en realidad se



CULHUACAN

trate de su combinación o fusión de tal manera que no puedan funcionar separadamente o que las cualidades o funciones características de las mismas sean modificadas para obtener un resultado industrial o un uso no obvio para un técnico en la materia.

Capítulo III de la Ley de la Propiedad Industrial De los Modelos de Utilidad

Artículo 27.- Serán registrables los modelos de utilidad que sean nuevos y susceptibles de aplicación industrial.

Artículo 28.- Se consideran modelos de utilidad los objetos, utensilios, aparatos o herramientas que, como resultado de una modificación en su disposición, configuración, estructura o forma, presenten una función diferente respecto de las partes que lo integran o ventajas en cuanto a su utilidad.

Artículo 29.- El registro de los modelos de utilidad tendrá una vigencia de diez años improrrogables, contada a partir de la fecha de presentación de la solicitud y estará sujeto al pago de la tarifa correspondiente.

Capítulo IV de la Ley de la Propiedad Industrial De los Diseños Industriales

Artículo 31.- Serán registrables los diseños industriales que sean nuevos y susceptibles de aplicación industrial.

Se consideran nuevos los diseños que sean de creación independiente y difieran en grado significativo, de diseños conocidos o de combinaciones de características conocidas de diseños.

La protección conferida a un diseño industrial no comprenderá los elementos o características que estuviesen dictados únicamente por consideraciones de orden técnico o por la realización de una función técnica, y que no incorporan ningún aporte arbitrario del diseñador; ni aquellos elementos o características cuya reproducción exacta fuese necesaria para permitir que el producto que incorpora el diseño sea montado mecánicamente o conectado con otro producto del cual constituya una parte o pieza integrante, esta limitación no se aplicará tratándose de productos en los cuales el diseño radica en una forma destinada a permitir el montaje o la conexión múltiple de los productos o su conexión dentro de un sistema modular.

No se protegerá un diseño industrial cuando su aspecto comprenda únicamente los elementos o características a que se refiere el párrafo anterior.

Artículo reformado DOF 02-08-1994*

Artículo 32.- Los diseños industriales comprenden a:



CULHUACAN

I.- Los dibujos industriales, que son toda combinación de figuras, líneas o colores que se incorporen a un producto industrial con fines de ornamentación y que le den un aspecto peculiar y propio, y

II.- Los modelos industriales, constituidos por toda forma tridimensional que sirva de tipo o patrón para la fabricación de un producto industrial, que le dé apariencia especial en cuanto no implique efectos técnicos.

Artículo 33.- A las solicitudes de registro de diseños industriales se anexarán:

I.- Una reproducción gráfica o fotográfica del diseño correspondiente, y

II.- La indicación del género del producto para el cual se utilizará el diseño.

Artículo 34.- La descripción que se realice en la solicitud deberá referirse brevemente a la reproducción gráfica o fotográfica del diseño, en la que se indicará, en forma clara, la perspectiva desde la cual se ilustra.

Artículo 35.- En la solicitud deberá expresarse como reivindicación la denominación del diseño industrial seguido de las palabras "Tal como se ha referido e ilustrado".

Artículo 36.- El registro de los diseños industriales tendrá una vigencia de quince años improrrogables a partir de la fecha de presentación de la solicitud y estará sujeto al pago de la tarifa correspondiente.

Artículo 80.- Las patentes o registros caducan y los derechos que amparan caen en el dominio público en los siguientes supuestos:

I.- Al vencimiento de su vigencia;

II.- Por no cubrir el pago de la tarifa previsto para mantener vigentes sus derechos, o dentro del plazo de gracia de seis meses siguientes a éste;

Fracción reformada DOF 02-08-1994*

III.- En el caso del artículo 73 de esta Ley.

La caducidad que opere por el solo transcurso del tiempo, no requerirá de declaración administrativa por parte del Instituto.

Párrafo reformado DOF 02-08-1994*

Artículo 81.- Se podrá solicitar la rehabilitación de la patente o registro caducos por falta de pago oportuno de la tarifa, siempre que la solicitud correspondiente se presente dentro de los seis meses siguientes al plazo de gracia a que se refiere la fracción II del artículo anterior y se cubra el pago omitido de la tarifa, más sus recargos.

*DOF: Diario Oficial de la Federación



CULHUACAN

GLOSARIO

2D: 2 Dimensiones. Se refiere al dibujo de ingeniería que tiene longitud, y ancho.

3D: 3 Dimensiones. Se refiere al dibujo de ingeniería que tiene longitud, ancho y profundidad.

CAD: Computer Asisted Design. Diseño Asistido por Computadora.

CAM: Computer Asisted Manufacturing. Fabricación asistida por computadora.

CAD CAM. Los productos diseñados por **CAD** son ingresados directamente al sistema **CAM**. Por ejemplo, al diseñarse un dispositivo, su imagen electrónica se traduce a un lenguaje de programación de control numérico, el cual genera las instrucciones para la máquina que fabrica el dispositivo.

Catia: (Computer-Aided Three Dimensional Interactive Application) Es un programa informático de diseño, simulación de fabricación e ingeniería asistida por computadora, orientada al dibujo 3D.

Chasis: Es el bastidor que da rigidez al vehículo, y sujeta los componentes mecánicos, como el grupo motopropulsor y la suspensión de las ruedas, así como la carrocería de un vehículo.

Clon: Es una entidad que surge tomando como base una entidad previa existente, a la cual duplica de manera idéntica.

CNC: Control Numérico por Computadora. Se refiere al control de un centro de maquinado, a través de el programa escrito en un lenguaje de computo.

Análisis dimensional: Consiste en capturar, las formas y dimensiones de una pieza o producto que ya existe, pero del cual no poseemos su dibujo mecánico. En esta tesina se introducen dichas dimensiones en un software de CAD (CATIA)

Elucidar o dilucidar: Poner en claro, aclarar.



CULHUACAN

Bosquejo: Es el esquema de distribución de los elementos dentro de un diseño.

Metodología: Es aquella guía que se sigue a fin realizar las acciones propias de una investigación científica. En términos más sencillos se trata de la guía que nos va indicando qué hacer y cómo actuar cuando se quiere obtener algún tipo de investigación. Es posible definir una metodología como aquel enfoque que permite observar un problema de una forma total, sistemática, disciplinada y con cierta disciplina.

Nonio: Se refiere a la escala movable en un Vernier o pie de rey.

Sway bar link: Es el eslabón mecánico que une al conjunto amortiguador-resorte, con la barra de torsión, en una suspensión automotriz.

Suspensión: En el ramo automotriz, se refiere al conjunto de elementos que absorben las irregularidades del terreno por el que se circula para aumentar la comodidad y el control del vehículo. El sistema de suspensión actúa entre el chasis del vehículo y las ruedas, las cuales reciben de forma directa las irregularidades de la superficie transitada



CULHUACAN

BIBLIOGRAFIA

2000 SAE Handbook

Volume 1

Standards Development Program

Publicado por Society of Automotive Engineers Inc. USA

Año 2000

Instrumentos de investigación

Dra. Guillermina Baena Paz

Editores Mexicanos Unidos S.A.

12ª edición, 1985

Handbook of vehicle design analysis

John Fenton

Publicado por Society of Automotive Engineers Inc. USA

Año 1999

Tires, Suspension and Handling

Segunda edición

John C. Dixon

Publicado por Society of Automotive Engineers Inc. USA

Año 1997

Ley de la propiedad industrial

Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial

Publicada en el Diario Oficial de la Federación

16 de Junio 2005

http://www.impi.gob.mx/wb/IMPI/ley_de_la_propiedad_industrial

Fundamentals of Modern Manufacturing

Mikell P. Groover

Prentice Hall

1996



CULHUACAN

Materiales y Procesos de Manufactura para Ingenieros

Lawrence E. Doyle

Publicada en 1988 Primera Edición.

Mecanica de Taller

Metrología II Torno y Fresadora

Cultural,S.A.

Thema Barcelona España

1987

Machinery's Handbook

Chris McCauley

Industrial Press, Inc.

Edicion vigesima sexta

Esfuerzo cortante y deformación de acero 1020

Autor kren_liss_19

<http://es.scribd.com/doc/41502726/ESFUERZO-CORTANTE-Y-DEFORMACION-DE-ACERO-1020>

Reversing: Secrets of reverse engineering

Eilam Eldad, Chikofsky Elliot.

Editorial John Wiley & Sons

Año 2007

<http://books.google.com/books?id=K8vlf99UBYQC&pg=PA3>