

MODELIZACIÓN Y ANÁLISIS DE UN CONJUNTO ATORNILLADO MEDIANTE ABAQUS

PROYECTO FIN DE CARRERA

DIRECTOR DE PROYECTO: JAVIER ABAD BLASCO

NOVIEMBRE 2013

ALUMNO: RICARDO MAGDALENA ZARZUELA

NIF: 609825

ESTUDIOS: INGENIERÍA TÉCNICA MECÁNICA



Índice

1. OBJETIVO Y ALCANCE	3
2. INTRODUCCIÓN	4
2.1. Pieza	4
2.2. Materiales	6
2.2.1. ALUMINIO ALEACIÓN 7075 - T6	7
2.2.2. ACERO M8	9
3. ABAQUS.....	12
3.1. ABAQUS/CAE.....	14
4. CONSTRUCCIÓN Y DESARROLLO DE LA PIEZA	15
4.1. Lámina 1.....	16
4.2. Lámina 2.....	24
4.3. Tornillo-tuerca-arandela.....	32
4.4. Ensamblaje de la pieza	39
5. RESULTADOS Y ESTUDIO DE LA PIEZA.....	47
5.1. Tornillo	56
5.2. Zona coincidente Lámina 1 con Lámina 2	58
5.3. Lámina 2.....	63
6. CONCLUSIONES	71
7. BIBLIOGRAFÍA.....	73
8. ANEXOS	74



1. OBJETIVO Y ALCANCE

Antes de comenzar a explicar el proyecto, es necesario comentar el objetivo de éste, de dónde partimos y hasta qué punto vamos a llegar a lo largo del desarrollo de dicho proyecto.

El objetivo, como bien indica el título de este trabajo, se trata de modelizar y analizar un conjunto atornillado; para ello, se ha ido construyendo la unión pieza a pieza con la finalidad de llegar a una serie de conclusiones con los resultados obtenidos.

Para poder llevar a cabo tanto la modelización como el análisis de la unión atornillada, he utilizado el programa de elementos finitos conocido como *ABAQUS*, con el cual hemos realizado un análisis profundo de dicha unión.

El alcance que tiene este proyecto es el de evaluar los resultados obtenidos por *ABAQUS*, así como analizar las diferentes zonas en las que existen un mayor número de tensiones; e investigar aquellas regiones en las que haya una mayor sollicitación que pueda provocar una rotura.



2. INTRODUCCIÓN

2.1. *Pieza*

En primer lugar, antes de profundizar en el proyecto en sí y en los diversos módulos del que éste se compone, vamos a realizar una breve introducción sobre la pieza y el material con el que vamos a trabajar.

Debido a que se trata de una unión atornillada, vamos a comenzar explicando brevemente las características más comunes de dichas uniones.

Empezaremos comentando que las uniones atornilladas son unos mecanismos muy simples pero de gran importancia en el diseño mecánico, puesto que su función principal es la de unir piezas y evitar que las piezas unidas se separen.

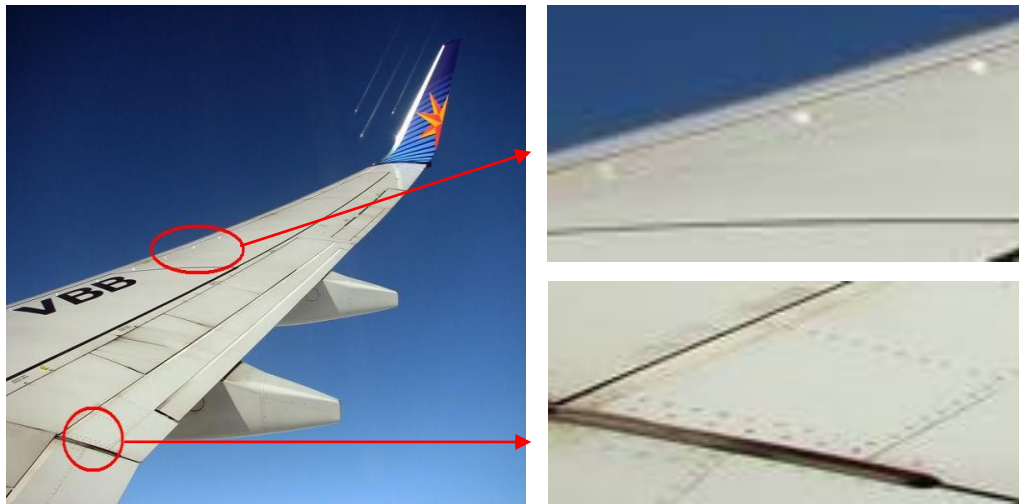
Cuando la unión ya está realizada, existen fuerzas separadoras las cuales pueden ser tanto axial, transversal, o una combinación de ambas. Es importante conocer qué tipo de fuerzas separativas existen para determinar las causas de fallo que pueden hallarse en dichas uniones, conocidas como:

- Destrucción del tornillo.
- Destrucción de las piezas unidas.
- Abertura de la unión.



Tanto la unión atornillada, como el material que se me ha propuesto para realizar el proyecto, son ambos utilizados en el ámbito aeronáutico. A continuación, vamos a analizar de dónde procede la gran importancia de este tipo de uniones en el ámbito anteriormente mencionado.

Un ejemplo de estas uniones es el avión denominado como Airbus 380, en el cual, sólo su ala se compone de más de treinta mil elementos y de más de setecientos cincuenta mil uniones mecánicas.



(Ala de un avión)



(Ala de una aeronave)



Al existir un número tan elevado de uniones mecánicas, es importante realizar estudios sobre las mismas, ya que son uno de los puntos débiles de los que disponen las aeronaves. Un aspecto a destacar de las uniones en los aviones, es que pueden producir la rotura del elemento en cuestión –en este caso el ala–, así como aumentar considerablemente (su) peso, y por tanto, el coste de todo el conjunto; puesto que si se incrementa el peso, no sólo subirá el precio inicial de la aeronave, sino que cada desplazamiento que realice necesitará más combustible debido a este peso añadido, por lo tanto, un coste mayor.

A continuación, vamos a describir las piezas, así como los materiales que componen la unión atornillada que me ha sido propuesta.

El proyecto dispone de dos láminas de sección constante unidas mediante dos tornillos; además, un extremo se encuentra empotrado mientras que el otro está sometido a una carga vertical descendente.

Por otro lado, también es conveniente resaltar que hay una carga añadida que influye en el análisis de los resultados, que son las precargas iniciales a las que están sometidos los tornillos, debido a que ejercen una fuerza de compresión para unir las dos láminas.

2.2. Materiales

Los materiales que hemos utilizado para la realización y posterior cálculo de la pieza han sido dos: el ALUMINIO ALEACIÓN 7075 - T6 y un ACERO 8.8 normalizado.

Seguidamente vamos a realizar una descripción acerca de las características y propiedades específicas de cada uno de estos materiales.



2.2.1. ALUMINIO ALEACIÓN 7075 - T6

Las aleaciones de aluminio 7075 son un material de referencia en la industria aeronáutica por sus excelentes propiedades de resistencia mecánica y química frente a la corrosión.

Desde hace varios años, el campo de estudio de estos materiales se ha enfocado en mejorar estas propiedades, utilizando recursos que no sean agresivos al ser humano y al medio ambiente, con lo que se ha conseguido que una de las alternativas con las que más se trabaja en la industria es el anodizado, debido a que supone un proceso económicamente muy rentable y los resultados que se obtienen desde el punto de vista de la corrosión y la tenacidad son notables.

Por otro lado, es importante destacar que el aumento del espesor del recubrimiento de anodizado mejora sensiblemente el límite de fatiga del material.

Además, este duraluminio es una de las aleaciones con características más elevadas dentro de los aluminios, lo que ha hecho posible su utilización en campos hasta ahora reservados para los aceros.

A continuación vamos a nombrar algunas características, propiedades y otros usos.

Características:

- Excelente maquinabilidad.
- Alta resistencia a la corrosión.



- Alta resistencia al desgaste.
- 60% más ligero en peso que el acero.
- Buena soldabilidad por resistencia.
- Alta conductividad térmica cuatro veces superior al acero.
- Reduce el tiempo del ciclo y la potencia consumida, lo que se traduce en ahorro de energía eléctrica.
- Puede maquinarse con el proceso de electro erosión en un tercio del tiempo que el acero.
- Reducción en tiempos de maquinado de setenta a ochenta por ciento.
- Apto para tratamientos superficiales como el anodizado, cromado y niquelado.

Propiedades mecánicas de tracción:

- $\sigma_{uts} = 570$ (MPa)
- $\sigma_{ys} = 505$ (MPa)
- Alargamiento 50mm (%) = ...11
- $E = 71$ (GPa)



- KIC = 25 (MPam^{1/2})
- Coeficiente de Poisson = 0,33
- Coeficiente de dilatación (0 a 100 °C) = $[\alpha_C - 1 \times 10^{-6} \dots 23,5]$
- Dureza Brinell Carga 500kg. (Esfera 10mm)= 150

Otros usos:

- Construcción de maquinaria
- Inyección de plásticos
- Industria del automóvil
- Aeronáutica

2.2.2. ACERO M8

Se conoce con el nombre de acero a la denominación que se le da, en ingeniería metalúrgica, a una aleación de hierro con una cantidad de carbono, la cual puede variar entre el 0,03% y el 1,76% en peso de su composición.

El acero conserva las principales características metálicas del hierro en estado puro; sin embargo, la adición de carbono mejora sus propiedades físico-químicas.



Esta variedad y disponibilidad que nos ofrece el acero, lo hace apto para numerosos usos, tales como:

- Construcción de maquinaria
- Herramientas
- Edificios
- Obras públicas

A continuación vamos a nombrar algunas características, propiedades y otros usos:

Características:

- Es un material muy tenaz.
- Es maleable.
- Permite una buena mecanización en máquinas herramientas antes de recibir un tratamiento térmico.
- También es un material dúctil.
- Gran resistencia a la fatiga.
- Se puede soldar con facilidad.



Propiedades mecánicas de tracción:

- $\sigma_{uts} = 550$ (MPa)
- $\sigma_{ys} = 500$ (MPa)
- Alargamiento 50mm (%) = ...12
- $E = 210$ (GPa)
- Coeficiente de Poisson = 0,27
- Coeficiente de dilatación (0 a 100 °C) = $1,2 \times 10^{-5}$
- Dureza Brinell Carga 500kg. (Esfera 10mm)= $197 < HB < 229$

Otros usos:

- Fabricantes de armamento, especialmente armamento pesado, vehículos blindados y acorazados.
- Grandes astilleros, especialmente petroleros.
- Fabricantes de automóviles.



3. ABAQUS

El programa de elementos finitos que vamos a utilizar para la realización de este proyecto, es el conocido con el nombre de *ABAQUS*. Este programa fue desarrollado a finales de la década de los setenta, por David Hibbitt, y con él es posible, independientemente de la experiencia con este tipo de programas de simulación, la realización de diferentes tipos de análisis.

ABAQUS se utiliza para obtener soluciones potentes y completas para los problemas tanto de ingeniería básica como de ingeniería sofisticada; además, también puede ser utilizado para comprender el comportamiento detallado de un conjunto complejo; desarrollando conceptos para un nuevo diseño, pudiendo entender el comportamiento de nuevos materiales y llegando a simular un proceso de fabricación de una manera relativamente sencilla.

Todo esto es posible gracias a que dicho programa cubre un amplio campo de aplicaciones industriales tales como:

- Nuclear
- Automóvil
- Aeroespacial
- Eólico
- Biomedicina
- Industrias de consumo



Además, también podemos utilizar el programa para el estudio de vehículos completos, de la vibración dinámica y del impacto/choque; mediante la aplicación de cargas de diferentes maneras.

Por otro lado, una gran ventaja que ofrece *ABAQUS* es que tiene una funcionalidad sencilla y un manejo trivial, lo que conlleva a ciertas empresas a usarlo para mejorar, tanto en los procesos, como en las herramientas que utilizan; consiguiendo reducir costes e ineficiencias en ambos procesos y obteniendo de esta manera una ventaja competitiva.

También es importante destacar que *ABAQUS* proporciona soluciones precisas, contundentes, claras y de alto rendimiento, resolviendo problemas no lineales, así como aplicaciones dinámicas lineales a gran escala.

Otra característica que debemos resaltar, es que nos permite utilizar los resultados de una simulación directamente en un análisis posterior; aplicando sus resultados en la mejora de los procesos de fabricación, obteniendo de esta manera, un mayor rendimiento en el producto. Todo ello, permite reducir el tiempo de respuesta para la obtención de los resultados de análisis complejos.

Dicho programa se divide en cuatro módulos, con objetivos y usos diferentes, los cuales se denominan de la siguiente manera:

- ABAQUS/CAE
- ABAQUS/STANDARD
- ABAQUS/EXPLICIT
- ABAQUS/CFD



3.1. ABAQUS/CAE

El módulo que vamos a utilizar para la realización de mi proyecto es el ABAQUS/CAE; con él, lo que conseguimos es crear, editar, diagnosticar y visualizar los análisis propuestos, así como observar la interfaz modelada.

También, es importante destacar que dicho módulo es compatible con otros programas; pudiendo importar directamente la geometría a partir de los formatos CAD más comunes, o incluso se puede importar la malla de otros software de elementos finitos.

ABAQUS/CAE se utiliza principalmente para conseguir una solución completa para el modelado de elementos finitos y para la visualización y automatización de procesos, de una forma rápida y eficiente.

Con este módulo se pueden realizar diferentes operaciones tales como: crear, editar, controlar, diagnosticar y visualizar los análisis de los conjuntos complejos muy avanzados.

Lo más característico del mismo, es que es muy manejable, debido a que es muy intuitivo, tanto en la creación de las piezas, en el cálculo y en la resolución de los análisis, como en la posterior visualización de los resultados.

Otro aspecto a recalcar, es que se pueden importar geometrías o incluso mallas de otros programas como *CATIA V5*, lo que es un gran aporte; ya que permite cambios rápidos de modelos sin perder ninguna de las funciones de los análisis definidos en el programa inicial.

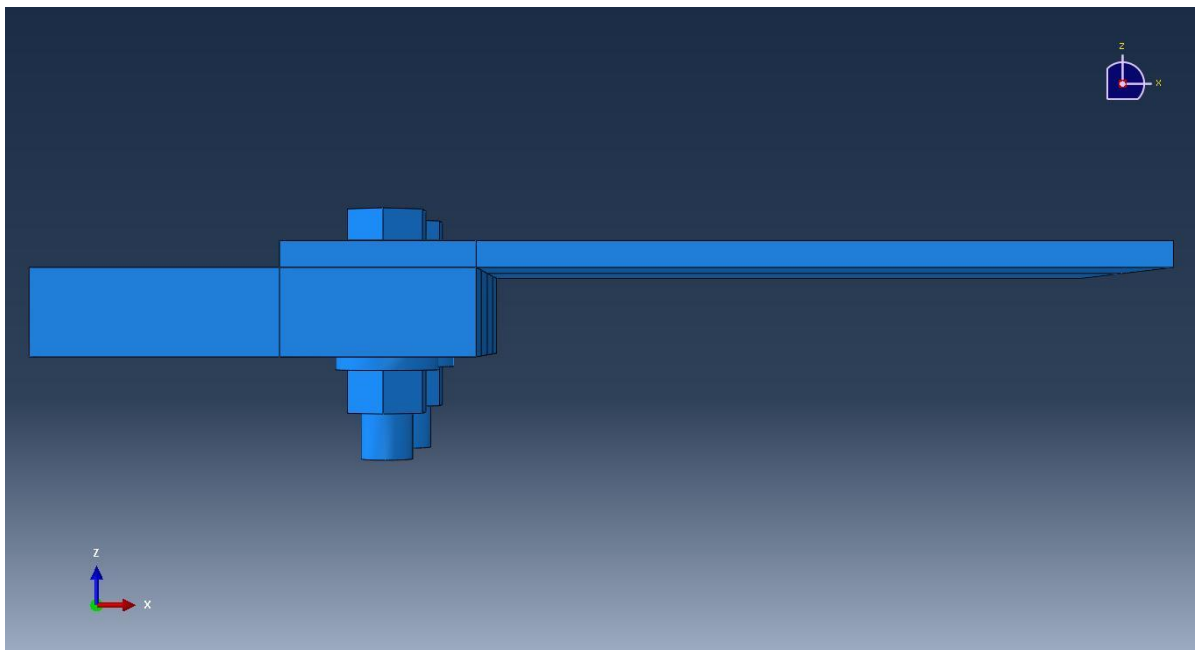


4. CONSTRUCCIÓN Y DESARROLLO DE LA PIEZA

Como ya hemos mencionado anteriormente, el conjunto que hemos estudiado se compone de dos láminas de diferente espesor y longitud y de sección constante, unidas mediante dos tornillos normalizados de cabeza hexagonal con una arandela y una tuerca también normalizadas.

Para proceder a la explicación de los pasos a seguir, primero tenemos que partir de que es necesario obtener la pieza que me ha sido asignada; realizando para ello diferentes acciones.

Por consecuencia, tanto las dos láminas como el tornillo tienen que quedar de la siguiente manera:

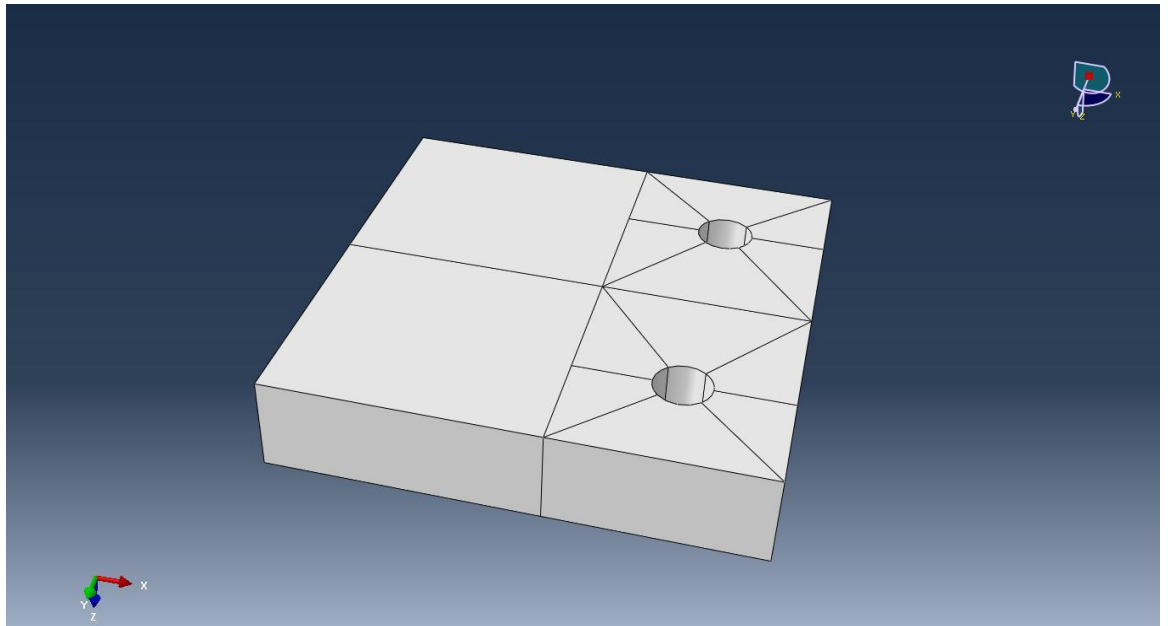


(1)



4.1. Lámina 1

Este es el resultado final –imagen 2- que tendríamos que obtener en primer lugar para poder seguir llevando a cabo el desarrollo de la pieza:



(2)

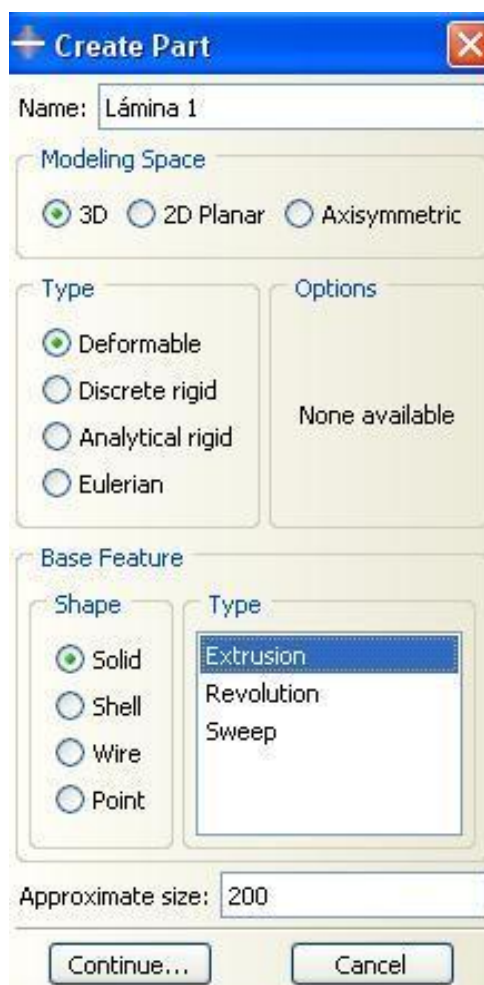
Para ello, procedemos aquí a la explicación de cómo hemos llegado hasta la misma:

La lámina 1 consta de una sección constante cuadrada, uniforme, con una longitud de lado de 50 mm y de 10 mm de espesor.

Para construirla, el primer paso que tenemos que llevar a cabo es definir qué tipo de pieza queremos construir y sus dimensiones, es decir si la queremos en dos dimensiones o en tres dimensiones.



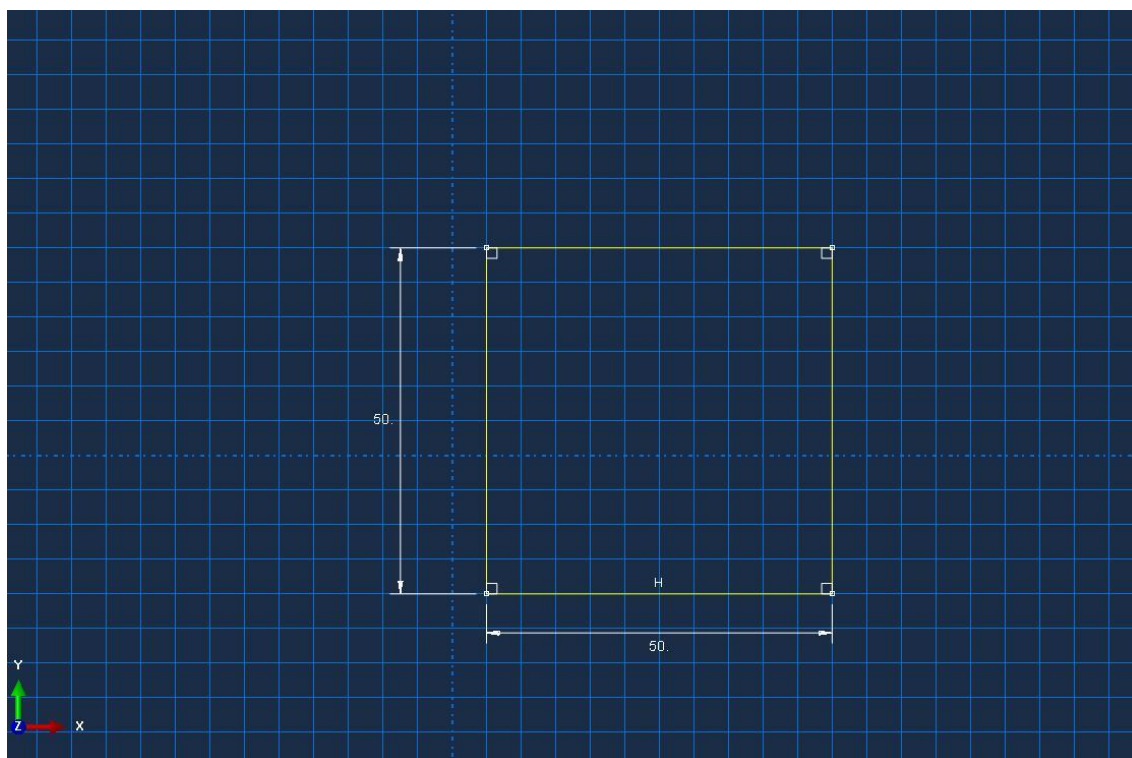
Para realizarlo, inicialmente nos aparece el siguiente recuadro –imagen 3- en el que seleccionamos las opciones mencionadas anteriormente:



(3)



Una vez que hemos seleccionado las principales características de la pieza nos aparecerá la siguiente pantalla –imagen 4- en la que debemos dimensionar la lámina, dándole valores tanto en la longitud vertical como en la horizontal:

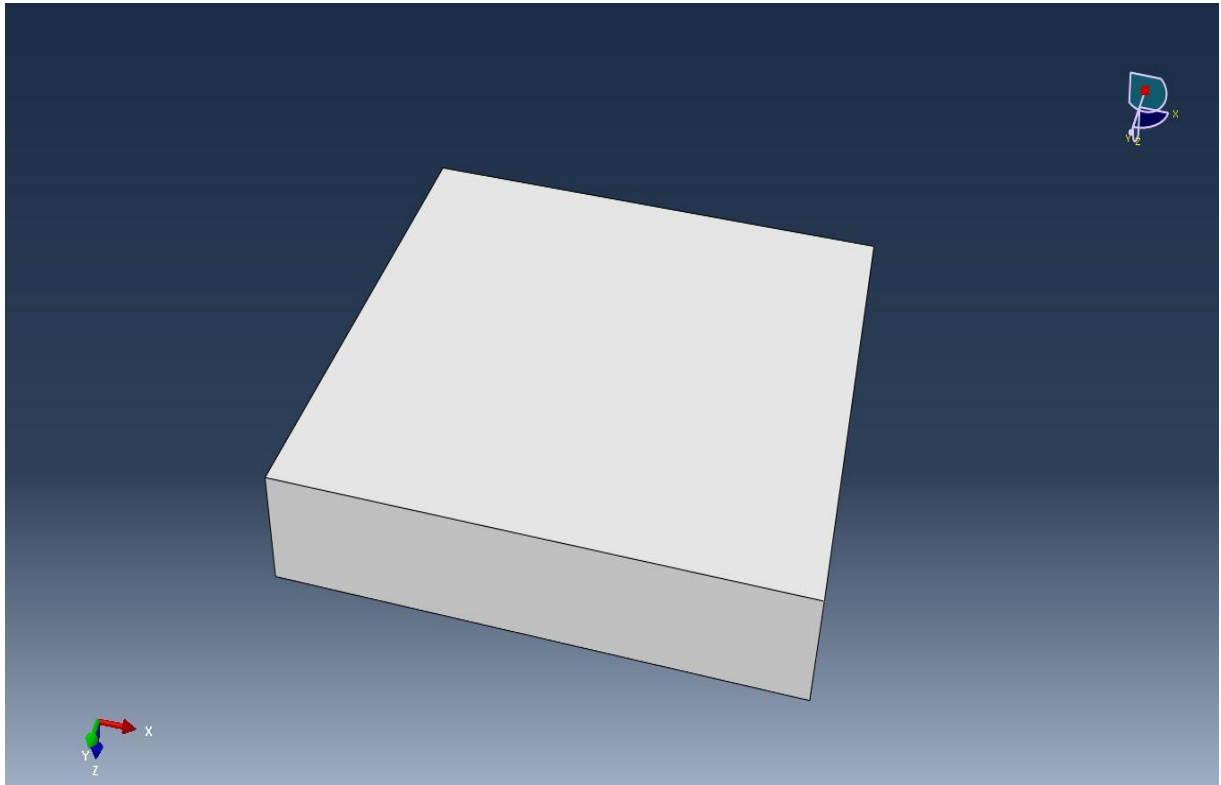


(4)

Cuando ya tenemos creada y dimensionada la pieza con las medidas requeridas en dos dimensiones, en vertical y en horizontal, sólo nos falta darle el espesor, el cual se lo podemos facilitar inmediatamente después de dimensionar mediante el proceso del propio programa; ya que cuando terminas la pieza en dos dimensiones y das el *OKEY*, el siguiente paso es poner el espesor a la pieza, que en este caso como ya he mencionado anteriormente es de 10 mm.



La pieza inicial con todas las medidas requeridas, ya en tres dimensiones, tiene la siguiente forma –imagen 5- :

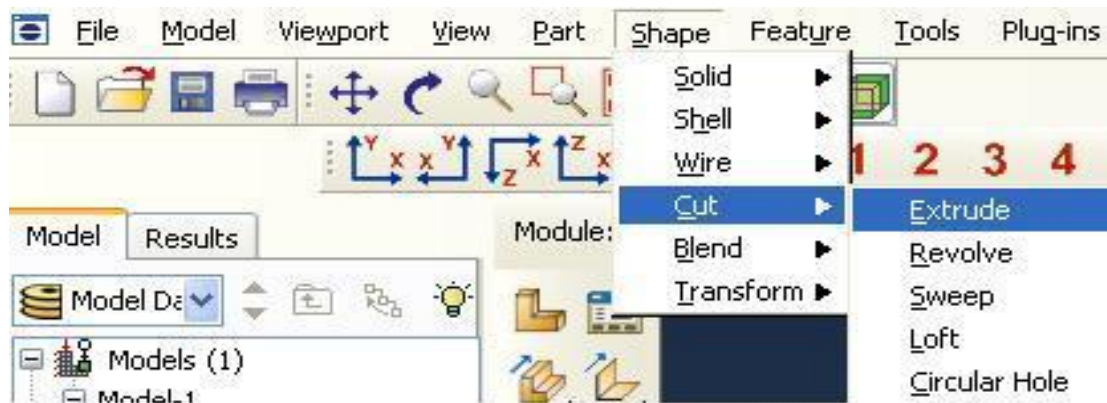


(5)

El siguiente paso que tenemos que llevar a cabo es realizar los dos agujeros en el extremo derecho de la pieza. Dichos agujeros tienen un diámetro de 6 mm y se sitúan a 11 mm del extremo derecho, con una distancia entre ellos de 28 mm quedando los mismos simétricamente tanto en el eje X como en el eje Y.

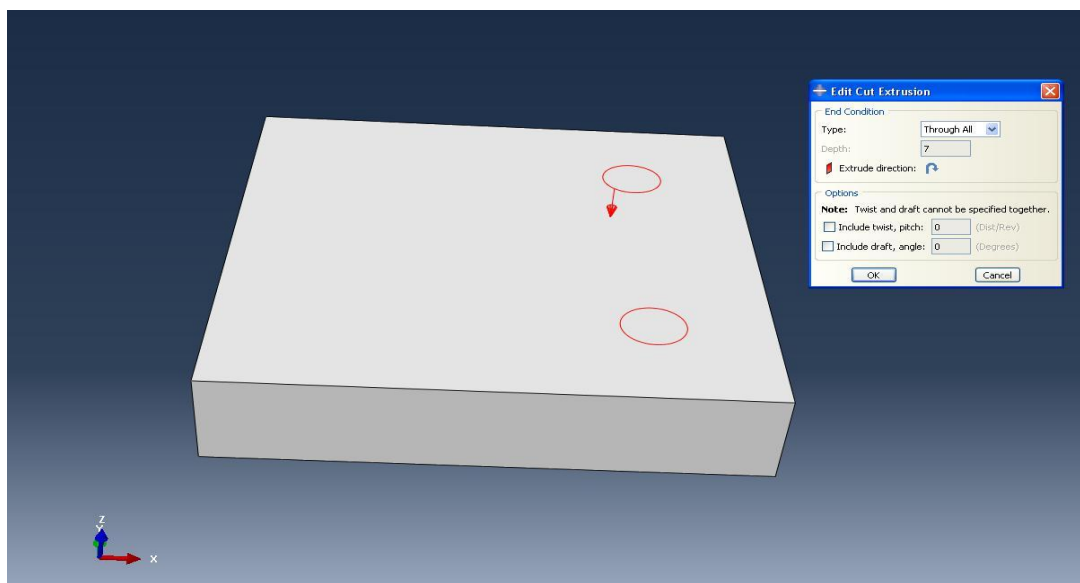


Para ello, seleccionamos del menú principal la opción *SHAPE-CUT-EXTRUDE* – imagen 6-, la cual nos pide que seleccionemos un plano y un eje, donde podemos crear los agujeros con las dimensiones establecidas.



(6)

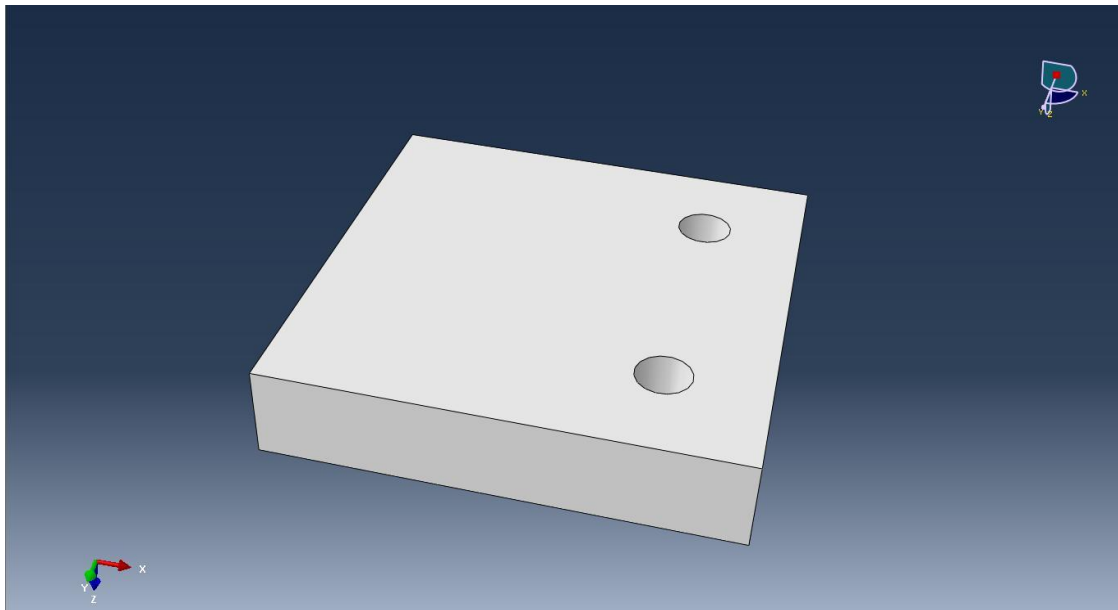
Una vez que hemos dibujado en dos dimensiones los agujeros en el plano deseado, éstos no aparecen en la pieza hasta que no determinamos cómo deben ser los mismos; ya que el programa nos pide el espesor que tienen que tener los agujeros, y si lo queremos desde la superficie hacia el interior o desde la superficie hacia el exterior –imagen 7-.



(7)



Cuando ya hemos escogido las opciones pertinentes que aparecen en el recuadro explicado previamente a este paso, sólo nos queda confirmar y dar el *OKEY*, obteniendo el resultado de los agujeros ya creados junto con la pieza en el lugar que deseábamos –imagen 8–.



(8)

La siguiente acción que debemos realizar en la pieza ya finalizada es mallarla. Para mallar los agujeros es necesario realizar unas particiones, ya que de no ser así no podrían ser mallados, y por tanto, el programa daría errores a la hora de calcular y analizar los resultados.

Las particiones que voy a efectuar van a ser las siguientes:

Cara plana:

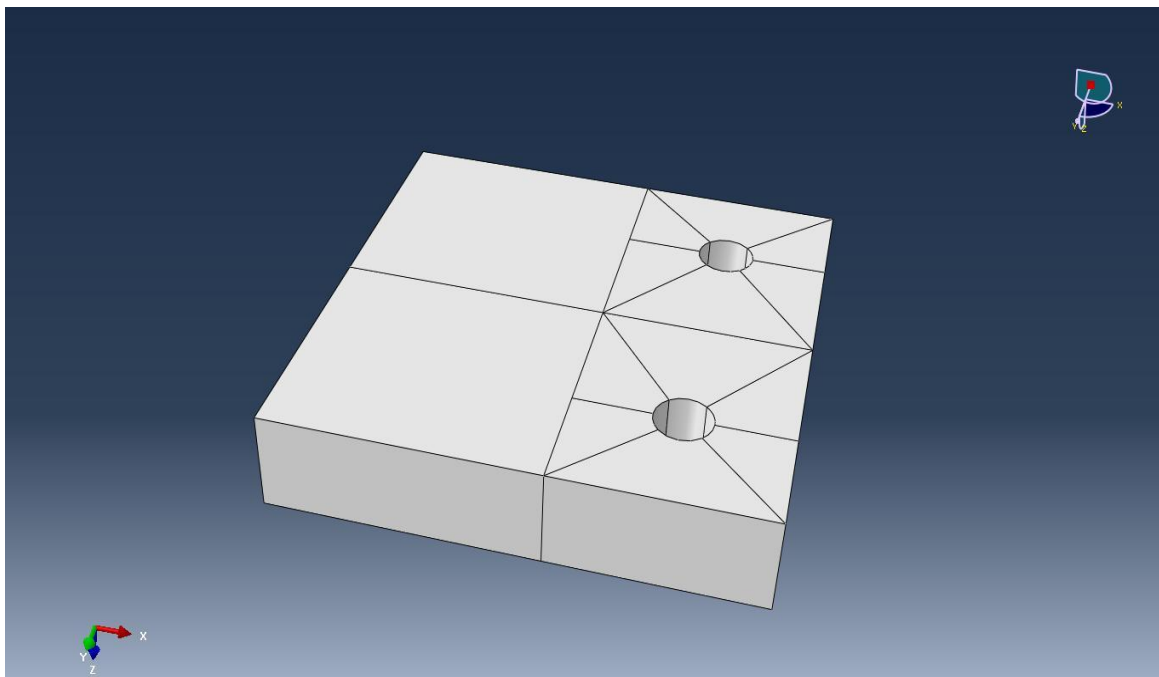
- Dividir la pieza horizontal por la mitad.
- Dividir la pieza en vertical 11 mm a la izquierda del centro del agujero.



Agujeros:

- Dividir el agujero horizontalmente por el centro.
- Dividir el agujero desde cada extremo con un ángulo de 45°.

El resultado obtenido como consecuencia de las particiones de las caras planas y lisas y de las diferentes acciones realizadas en los agujeros es el siguiente –imagen 9–:



(9)

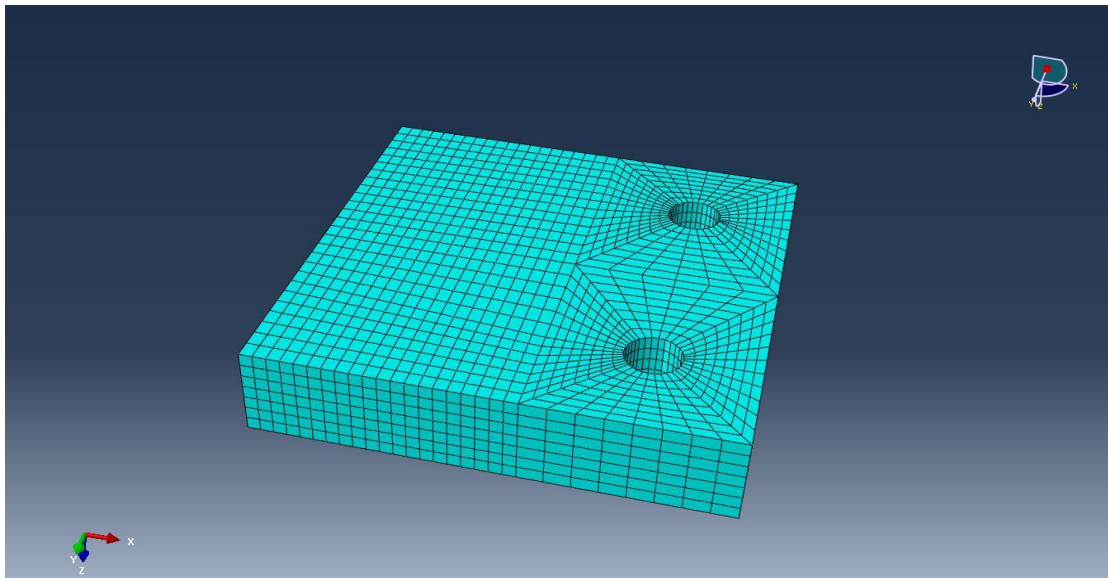
El proceso de mallar la pieza, se va a realizar automáticamente, mediante una opción que ofrece el programa; pero será necesario llevar a cabo unas pequeñas modificaciones para personalizar el mallado de la manera que más nos interese.



El mallado se realizará en un solo paso, pero en la pieza se podrá observar que hay dos partes diferenciadas:

- La primera, desde el extremo izquierdo hasta la partición transversal de la pieza, a 11 mm del origen del agujero, cuyo mallado está creado mediante 7 filas en horizontal y 20 columnas verticales; ambas realizadas de manera transversal.
- La segunda, está creada desde la partición mencionada anteriormente hasta el extremo de la derecha de la pieza, en la que el mallado está compuesto por 7 filas en horizontal y 8 columnas en vertical; ambas transversales. El mallado realizado sobre los agujeros es el conocido con el nombre de *tela de araña*, debido a que se forma un hexágono alrededor de los agujeros.

El resultado final que obtenemos del mallado es el siguiente –imagen 10–:



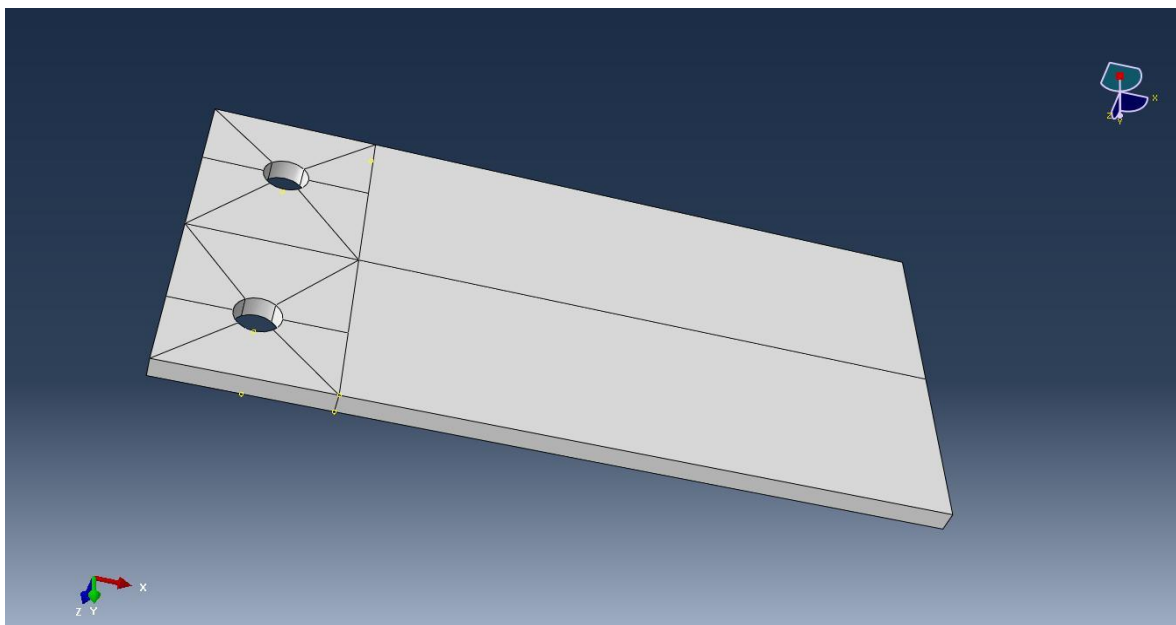
(10)



4.2 Lámina 2

Al igual que en la *Lámina 1*, vamos a mostrar la imagen inicial en la que se ve cómo debe quedar la pieza. Para llegar a la misma, habrá que ir realizando diferentes acciones.

Este es el resultado final de la Lámina 2 –imagen 11–:



(11)

El método de obtención de la *Lámina 2* es análogo al que hemos utilizado para realizar la lámina anterior, puesto que las únicas diferencias son las que se pueden ver resaltadas en las imágenes, siendo éstas el espesor, la longitud, y la ubicación de los tornillos.

Como ya hemos comentado anteriormente, se inicia la pieza definiéndola con el cuadro inicial, en el que determinamos que queremos un cuerpo sólido en tres dimensiones.



El cuadro en el que seleccionamos dichas condiciones de la *Lámina 2* es el siguiente –imagen 12–:

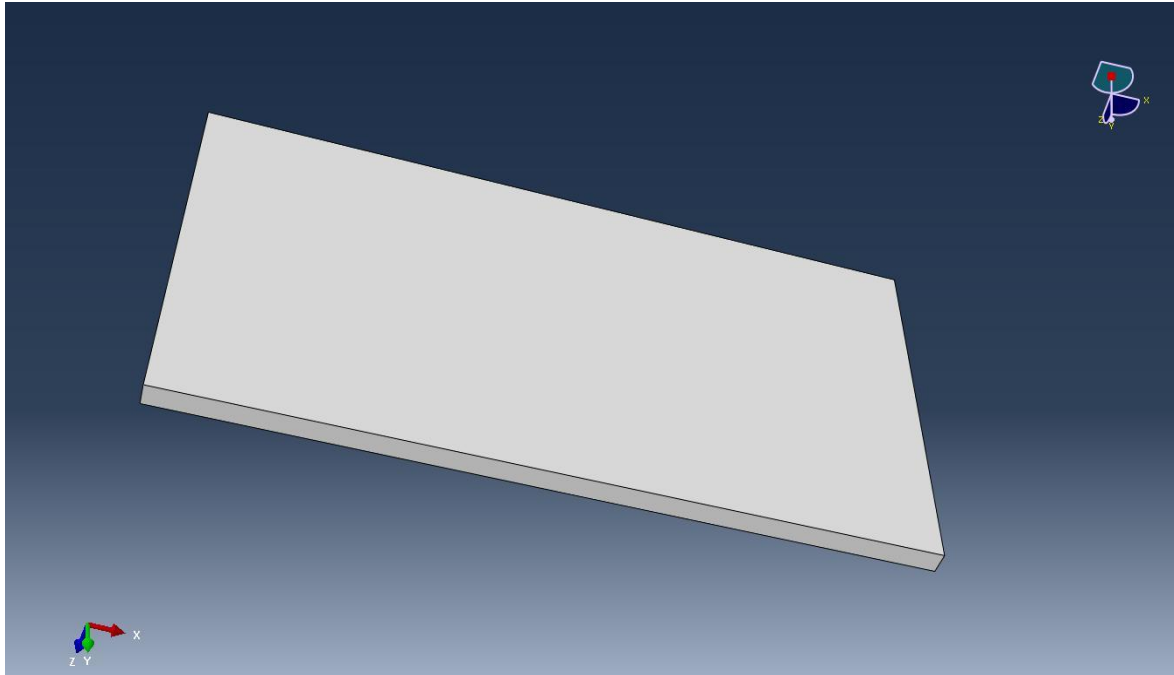


(12)

Una vez definidas las condiciones, al igual que nos pasaba con la lámina realizada con anterioridad, nos aparece en la pantalla un cuadro en el que debemos elegir la longitud que debe tener la pieza, tanto en horizontal como en vertical; cuando ya tenemos dimensionada la pieza en dos dimensiones, y aceptamos dándole el *OKEY* correspondiente, se nos abrirá un cuadro auxiliar en el que podremos elegir el espesor que queremos que tenga la misma.



Presionando el *OKEY* definitivo nos aparecerá en la pantalla la lámina como un sólido, quedando de la siguiente manera –imagen 13–:



(13)

Haciendo una comparación entre esta última imagen y la imagen inicial de la lámina de este apartado, se ve claramente que las dos únicas acciones que faltan por realizar son: las perforaciones de los agujeros para los tornillos y las distintas particiones.

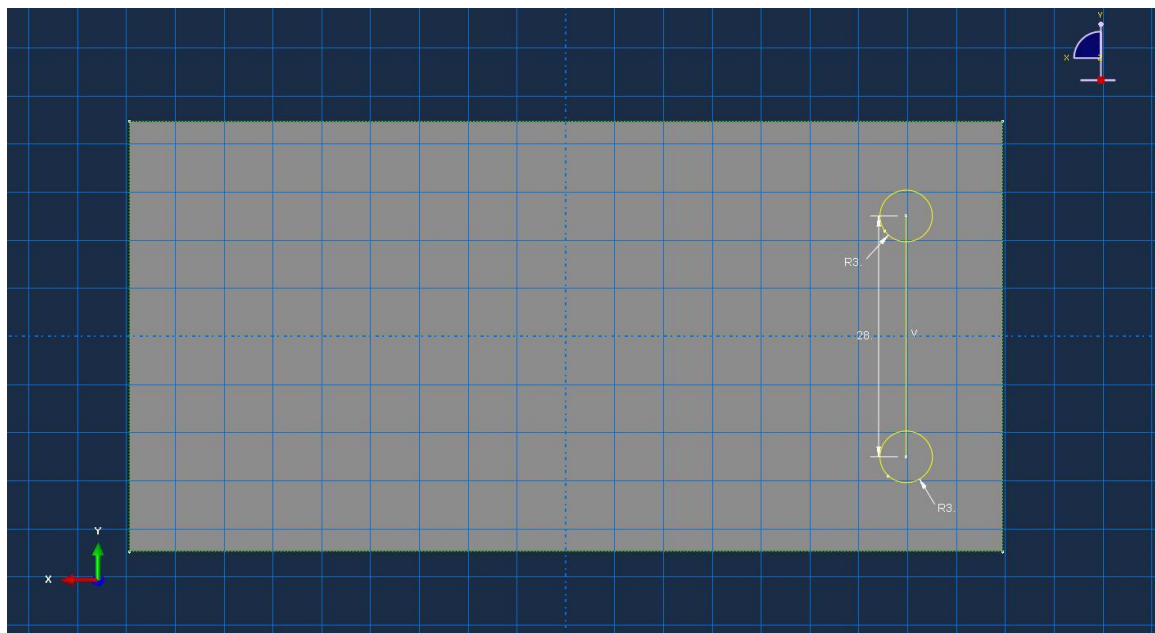
Vamos a comenzar explicando cómo se realizan las perforaciones de los agujeros, que se llevan a cabo de una manera similar a las que hemos hecho ya previamente.

Inicialmente, vamos al menú principal que se encuentra en la parte superior de la pantalla y presionamos la opción *SHAPE- CUT- EXTRUDE*.



Como ya he comentado anteriormente debemos seleccionar un plano y un eje para que el programa nos cree una superficie donde podamos dibujar las dimensiones de los agujeros en la ubicación correspondiente de la lámina.

El plano que hemos determinado para poder realizar los agujeros en el lugar correspondiente, queda definido de la siguiente manera –imagen 14-:



(14)

Al igual que nos pasaba en la *Lámina 1*, debemos introducir en el cuadro que nos aparece, una vez aceptadas las dimensiones, tanto el espesor como la dirección en el plano hacia donde queremos que se creen dichos agujeros.

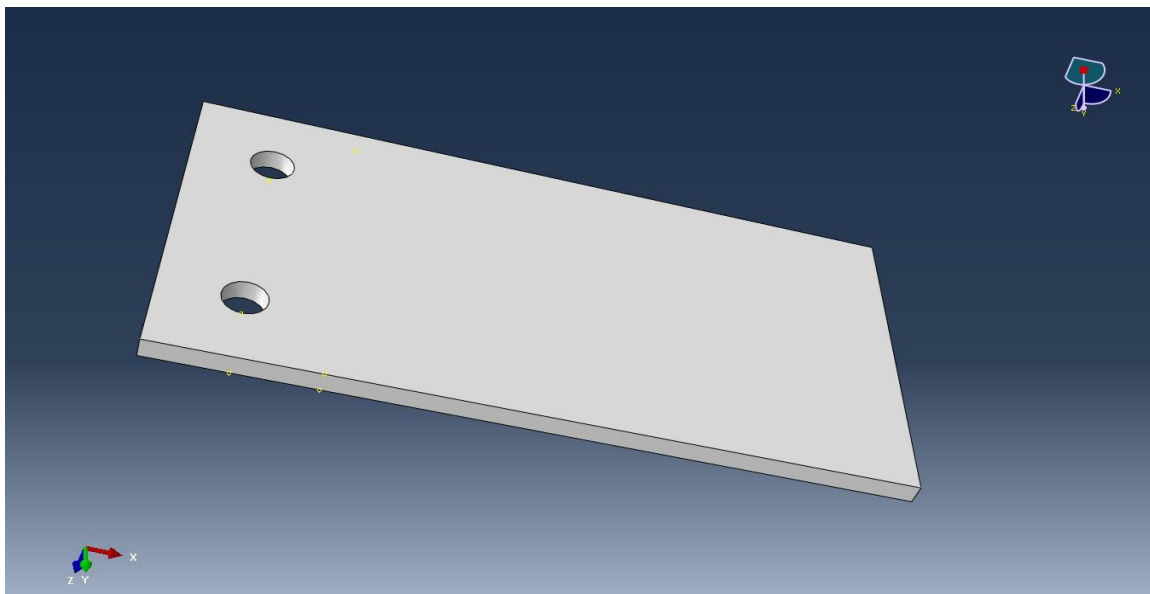
Primero, introducimos el espesor de los agujeros realizados en la pieza, el cual será de 10 mm, debido a que queremos que la pieza quede perforada en toda ella, de arriba a abajo, quedando un orificio limpio, pasante y sin que nada pueda entorpecer el paso de un tornillo.



Y para concluir con la realización de las perforaciones, es necesario elegir la dirección en la que queremos crear los agujeros; puesto que se pueden crear perforando la pieza de un extremo al otro, o se puede crear un agujero desde la superficie superior de la lámina hacia el exterior.

En este caso, vamos a elegir que la dirección sea hacia el interior de la pieza, y esto lo conseguiremos presionando el *OKEY* oportuno. Gracias a ello, crearemos las perforaciones deseadas para llegar al resultado mostrado inicialmente en este apartado.

De esta manera, la lámina quedará definida de la siguiente manera – imagen 15-:



(15)

El último paso que nos queda para concluir dicha lámina, es mallarla; pero como nos ocurría en la primera lámina, los agujeros no pueden ser mallados de forma similar que los cuerpos sólidos planos, sino que necesitan de particiones y de un mallado un poco más complejo.



Las particiones correspondientes que vamos a realizar en la lámina son las siguientes:

Cara plana:

- Dividir la pieza horizontal por la mitad.
- Dividir la pieza en vertical 11 mm a la derecha del centro del agujero.

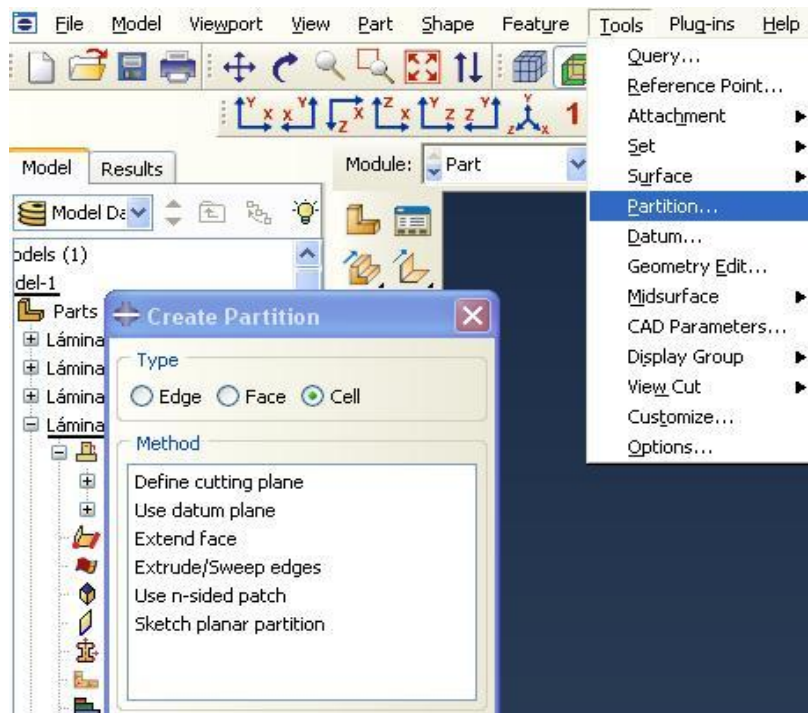
Agujeros:

- Dividir el agujero horizontalmente por el centro.
- Dividir el agujero desde cada extremo con un ángulo de 45° .

La manera de llevar a cabo las particiones de un sólido es la siguiente:

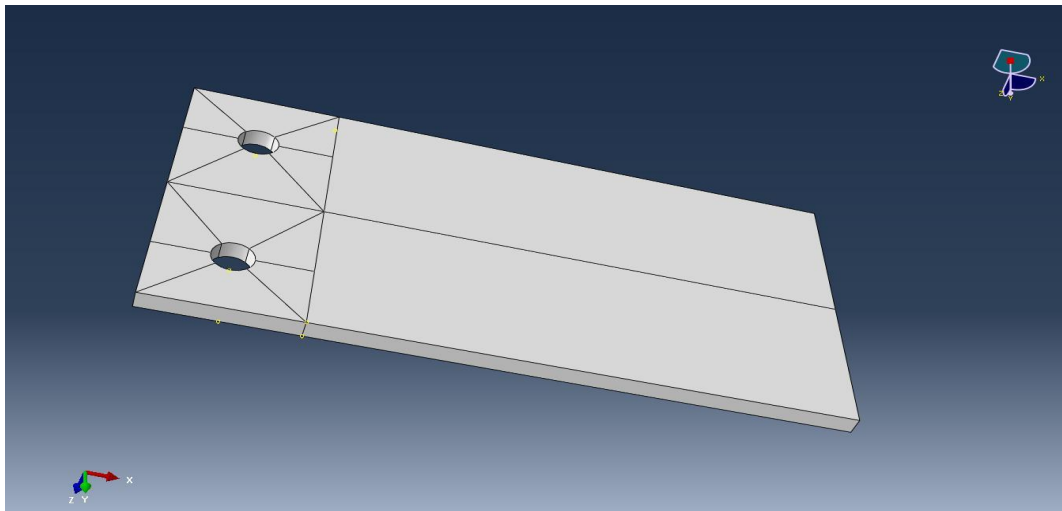
Seleccionamos del menú principal la opción *TOOLS- PARTITION- CELL- DEFINE CUTTING PLANE*. Al elegir dicha opción, nos aparecerán en la parte inferior de la pantalla tres opciones, en la que deberemos pinchar en la que pone *3 points*. Una vez que hemos pinchado, escogeremos tres puntos del dibujo para que se cree la partición en el plano que se define mediante los tres puntos seleccionados.

Una manera visual y más sencilla de comprenderlo es mediante una imagen en la que aparezcan las diferentes opciones realizadas en este paso –imagen 16-.



(16)

Una vez llevadas a cabo todas las operaciones y acciones sobre la lámina, llegamos al resultado final deseado –imagen 17–:



(17)

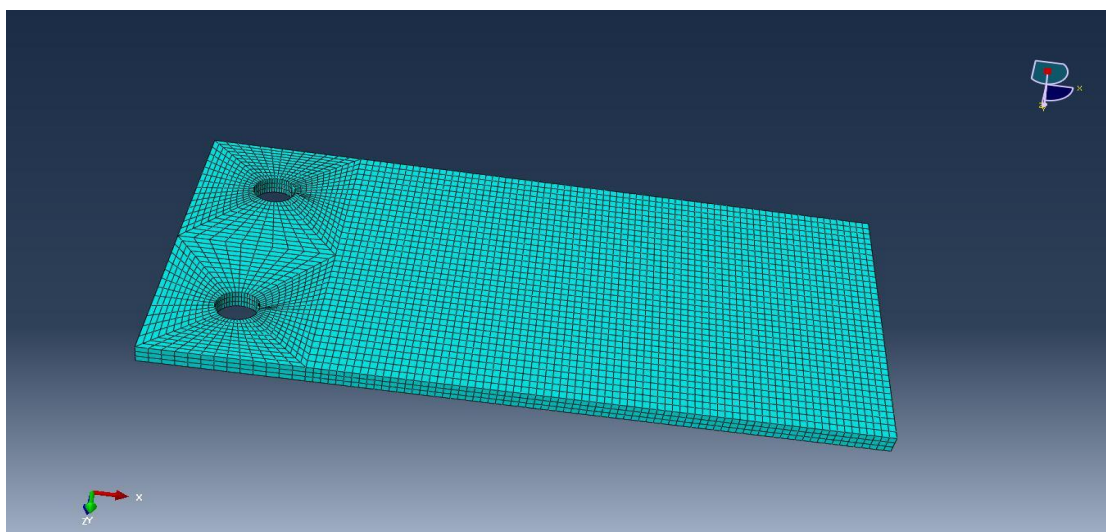
Cuando ya tenemos la pieza terminada, es necesario mallarla para poder llevar a cabo el estudio y el posterior análisis de resultados.



Para ello, lo realizaremos de la misma forma en la que hemos procedido en la *lámina 1*, utilizando el mallado automático para después ir modificándolo desde las opciones:

- En primer lugar, el mallado que observamos es el que se realiza desde el extremo derecho de la pieza, hasta la partición vertical que se encuentra a 11 mm a la derecha del centro del agujero. El mallado en esta superficie está compuesto por 3 filas horizontales y 90 columnas verticales, ambas transversales.
- La segunda zona a explicar es la del cuadrado en la que se encuentran los agujeros. Dicha zona, se compone de 3 filas horizontales y 13 columnas verticales transversales. En este caso, como en la *lámina 1*, en el lugar donde se encuentran los agujeros realizaremos el mallado de *tela de araña*, siendo hexagonal la estructura a utilizar en ellos.

El resultado final que se obtiene después de realizar el mallado comentado es el siguiente –imagen 18–:



(18)

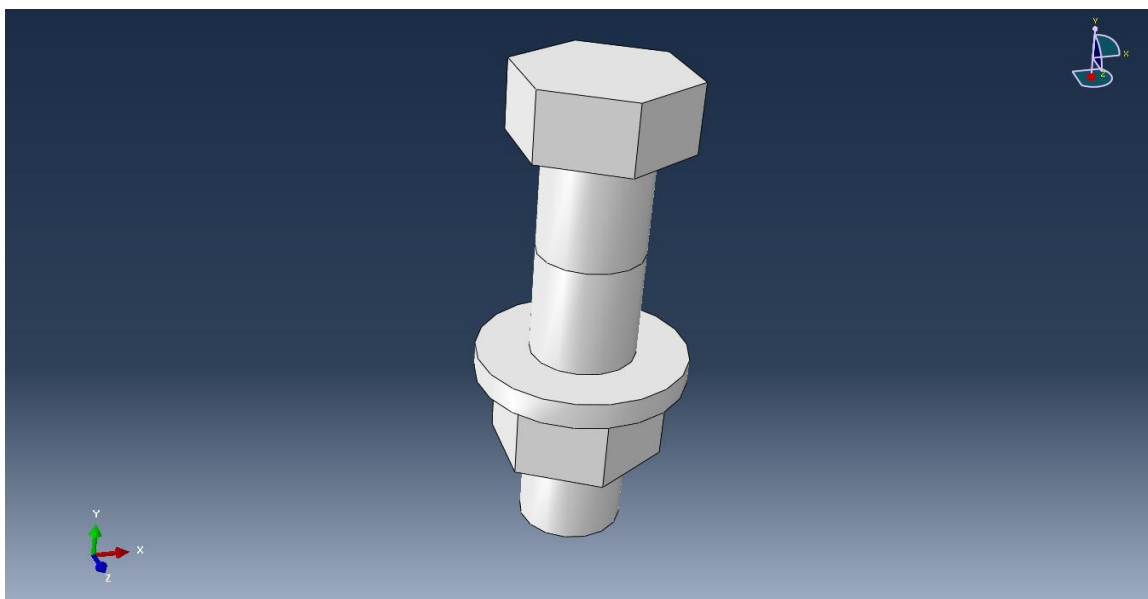


4.3 Tornillo-tuerca-arandela

Esta es la pieza que más complejidad tiene a la hora de construirla, debido a que no sólo queremos crear un tornillo, sino que también queremos hacer en el mismo cuerpo sólido la tuerca y la arandela. Es decir, vamos a llevar a cabo el montaje del conjunto con este tornillo de cabeza hexagonal, además de la arandela y la tuerca, formando un único cuerpo de revolución sólido.

Estos elementos, tanto el tornillo, la tuerca, como la arandela, están normalizados, por lo que sabiendo que el tornillo es M6 de calidad 8.8 y que tiene que atravesar dos láminas de 13 mm, la cabeza hexagonal del tornillo, la arandela y la tuerca hexagonal, tienen unas dimensiones normalizadas las cuales se han sacado de las tablas correspondientes.

Para comenzar a explicarlo, voy a seguir la metodología usada anteriormente para las láminas. De esta manera, aquí se muestra cuál debe ser el resultado final que queremos alcanzar –imagen 19-:



(19)



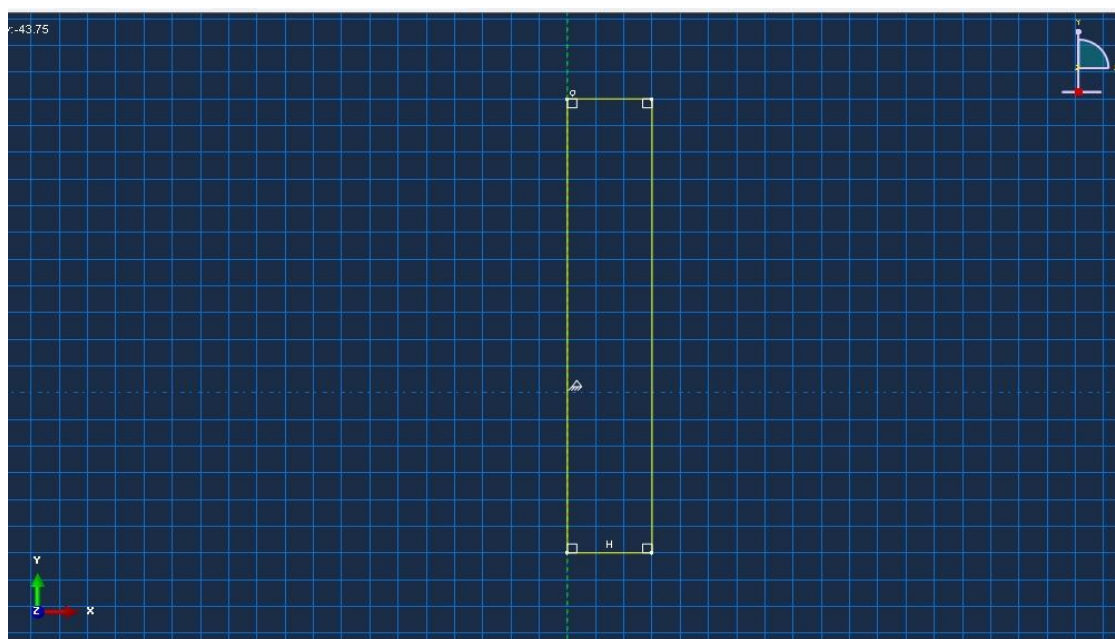
La primera acción que debemos realizar es el mismo cuadro que nos ha aparecido cuando hemos empezado a crear las diferentes láminas.

La diferencia de este apartado con los anteriores, es que aquí elegimos que queremos que lo dibuje en tres dimensiones, y en vez de un cuerpo sólido, vamos a escoger un cuerpo de revolución.

La pantalla para dibujar un cuerpo de revolución es diferente al de las láminas anteriores, puesto que aquí tenemos un eje Y que nos atraviesa toda la pantalla, y es a raíz de ese eje donde vamos a dibujar nuestro sólido de revolución –imagen 20 y 21-.

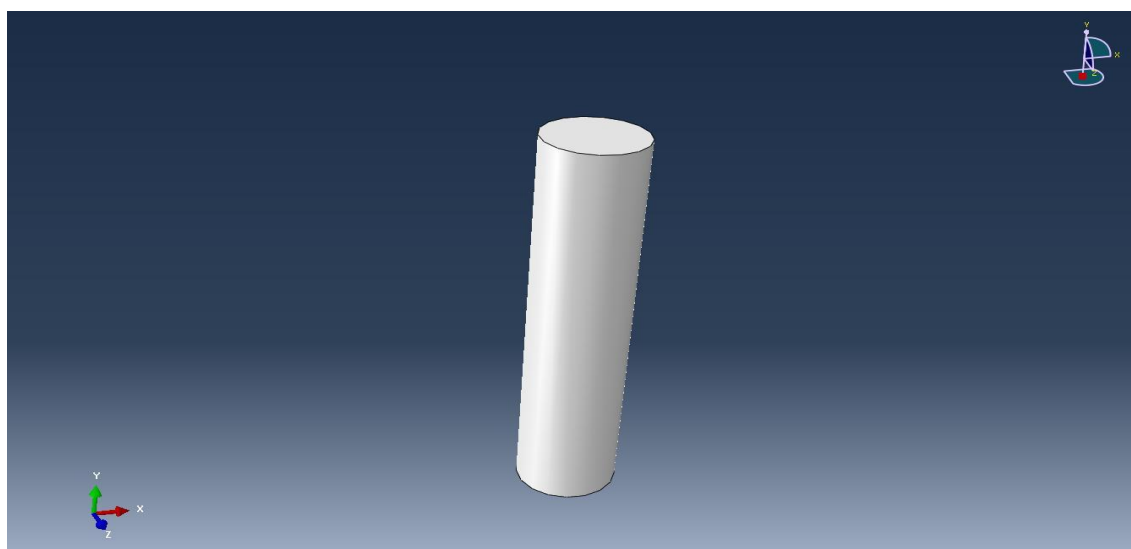


(20)



(21)

Como podemos observar en la imagen anterior, el cuerpo de revolución lo dibujamos en forma de cuadrado pegado a un eje que atraviesa la pantalla; debido a que queremos que sea sólido. Una vez que confirmamos dándole al **OKEY**, nos aparecerá en la pantalla un recuadro en el que nos indicará cuántos grados queremos dibujar del sólido; en nuestro caso, como queremos un cuerpo de circunferencia completa le daremos 360 grados. La forma en la que queda definida la pieza después de este primer paso es la siguiente –imagen 22–:



(22)



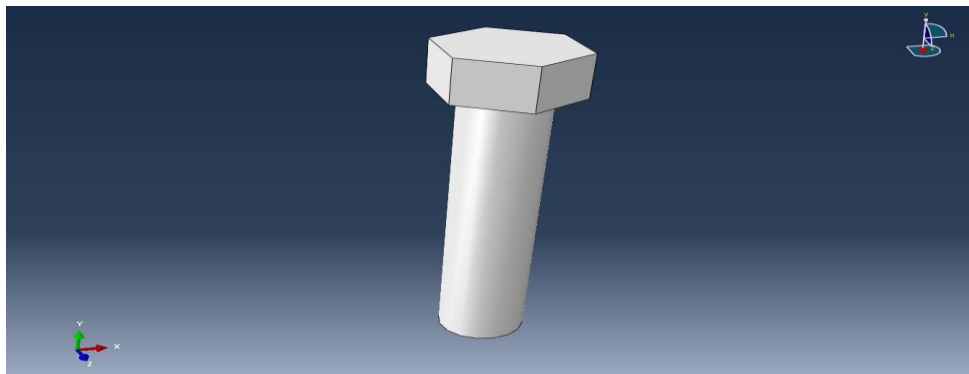
Como se aprecia en la imagen anterior, ya tenemos creado el cilindro de lo que va a ser el conjunto de Tornillo-Tuerca-Arandela. El siguiente paso que vamos a efectuar es construir la cabeza hexagonal de dicho tornillo.

Para construirla, pinchamos en el menú principal que aparece en la parte superior de la pantalla en donde pone *SHAPE- SOLID- EXTRUDE*.

Cuando ya hemos seleccionado las opciones correspondientes para crear otro cuerpo sobre el cilindro, tendremos que elegir dos ejes, para que nos defina un plano donde poder dibujar y crear la cabeza hexagonal. En este caso, el plano que hemos seleccionado es la cara plana que se encuentra en la parte superior del cilindro.

Una vez que nos ha aparecido ya la pantalla para dibujarla y crearla, dibujamos la forma de un hexágono y confirmamos apretando el *OKEY*. Inmediatamente después, nos aparecerá un cuadro en el que deberemos elegir la profundidad/espesor que queremos que tenga dicho hexágono, además de la dirección en la que queremos que se cree, si desde la superficie hacia el exterior -hacia arriba-, o desde la superficie hacia el interior del cilindro -hacia abajo-.

En este caso, hemos elegido que la dirección sea hacia el exterior, es decir, hacia arriba del cilindro. El resultado de las dos operaciones realizadas, tanto de la creación del cilindro como de la construcción de la cabeza hexagonal del mismo es el siguiente –imagen 23-:



(23)

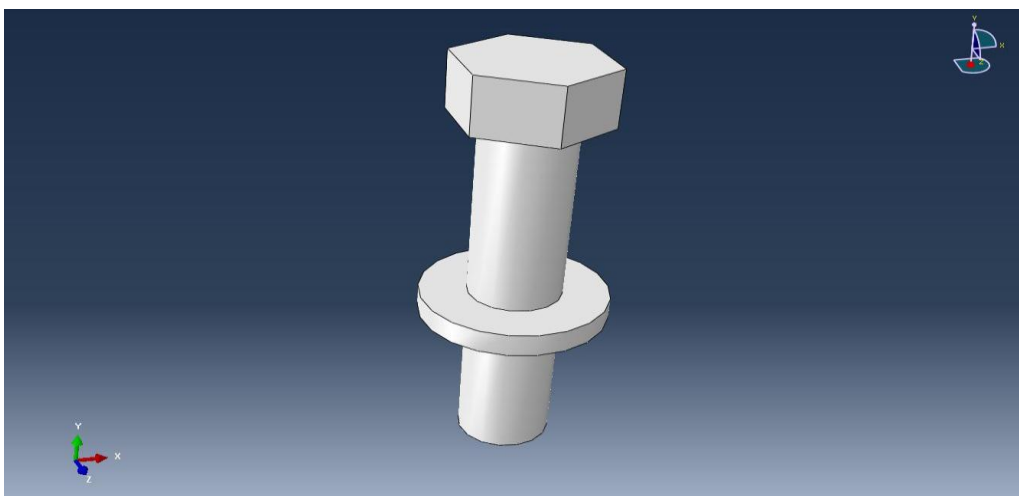


La siguiente operación que vamos a realizar en la pieza es la creación de la arandela y la tuerca. Para ello, primero procederemos a partir el cilindro a una distancia de 13 mm desde el inicio del cilindro; ya que entre la cabeza hexagonal del cilindro y la arandela van a estar las dos láminas.

Primero, crearemos la arandela, la cual se creará de una forma sencilla y similar al anterior paso, ya que deberemos acudir de nuevo al menú principal pinchando en *SHAPE- SOLID- EXTRUDE* y seleccionar el plano donde queremos dibujar la arandela. En este caso, el plano que hemos elegido es el plano creado debido a la partición del cilindro.

Una vez que ya hemos seleccionado el plano, sólo nos quedará dibujar y crear la arandela. Para terminar de dimensionarla, nos volverá a aparecer el cuadro anterior en el que tenemos que seleccionar la profundidad que va a tener, además de la dirección en la que queremos que se cree. La dirección que hemos elegido es hacia abajo, debido a que hacia arriba no se podría, ya que cuando se montase el ensamblaje quedaría el hueco justo para las dos láminas efectuadas anteriormente.

El resultado del tornillo, con el cilindro, la cabeza hexagonal, y la arandela ya añadida, tiene esta forma –imagen 24-:



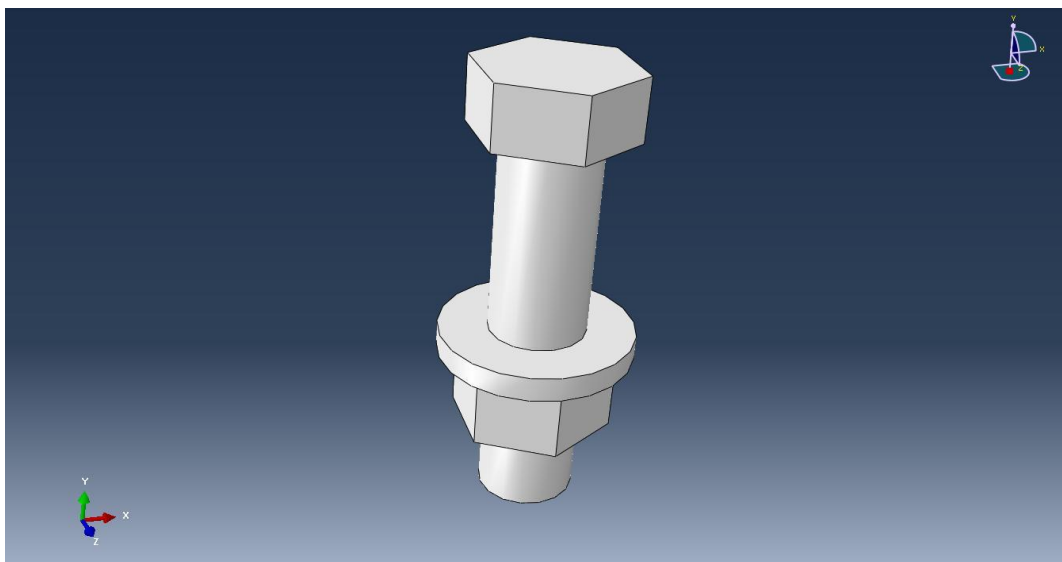
(24)



Para terminar el conjunto de Tornillo-Tuerca-Arandela, sólo nos falta crear la tuerca. Dicha tuerca la vamos a construir de forma análoga a los anteriores pasos utilizados en esta pieza, es decir, yendo al menú principal donde pone *SHAPE- SOLID- EXTRUDE* y allí seleccionaremos el plano donde queremos dibujar la tuerca correspondiente.

En este último paso, el plano que vamos a escoger es la cara inferior de la arandela; una vez que estemos en la pantalla para dibujar y crear la tuerca, la construiremos de forma similar a la cabeza hexagonal, en la que dándole al *OKEY*, sólo nos quedará elegir el espesor que queremos que posea y la dirección que queremos que tome. Lógicamente, la dirección que vamos a escoger va a ser hacia abajo, debido a que si fuera hacia arriba se solaparía con la arandela y se metería en el espacio de las dos láminas.

Finalmente, aceptamos todas las opciones que nos salen, hasta obtener el resultado final del conjunto Tornillo-Tuerca-Arandela, que queda de la siguiente manera –imagen 25–:



(25)

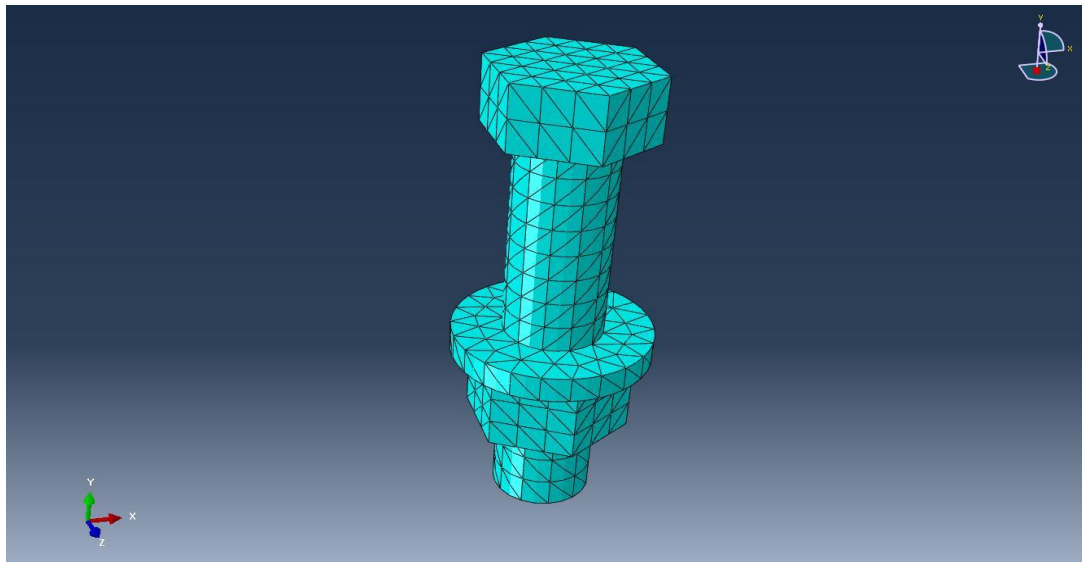


El último paso para concluir con la explicación de las piezas por separado, es mallar el conjunto sólido del Tornillo-Tuerca-Arandela. Para ello, primero será necesario efectuar una partición, la cual se realizará de manera transversal, entre la cabeza del tornillo y la arandela, justo por el medio del cilindro.

Una vez que ya tenemos la partición procederemos al mallado de la pieza. Para ello, lo que vamos a realizar, va a ser la opción de mallado automático, el cual tendremos que modificar, ya que no se nos mallará toda la pieza de una sola vez.

Para terminar de mallar toda la pieza, tendremos que introducirnos en las opciones, seleccionar toda la pieza, y aplicarle un mallado con una estructura libre; que en este caso, la que ha escogido el propio programa para toda la pieza, es una estructura triangular.

La pieza con la que vamos a unir las dos láminas, tiene un aspecto final con el mallado de la siguiente manera –imagen 26-:



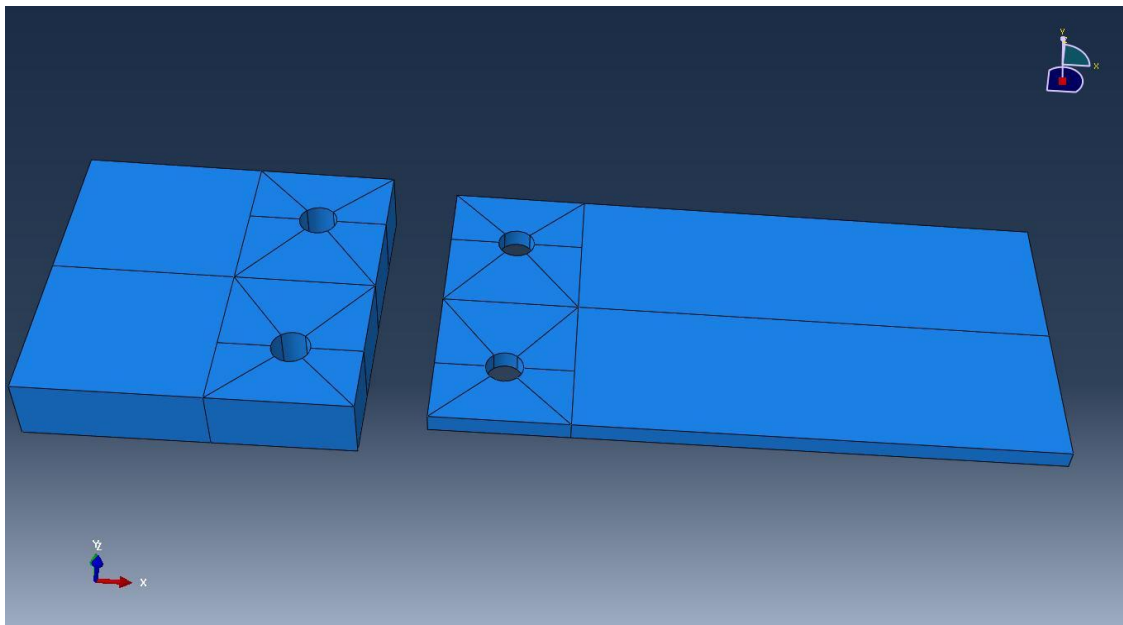
(26)



4.4. Ensamblaje de la pieza

El ensamblaje de todas las piezas lo vamos a llevar a cabo de una en una, es decir, primero colocaremos en la posición en la que deben estar las dos láminas, y una vez que ya las tenemos en la posición deseada, haremos lo mismo con los tornillos, los cuales los situaremos en el lugar que les corresponde. Este paso no se puede hacer de una sola vez, en primer lugar, tendremos que introducir un tornillo, y cuando ya esté en su posición, colocar el otro.

Inicialmente, voy a mostrar cómo se encuentran la *lámina 1* y *lámina 2* antes de llevar a cabo el montaje –imagen 27–.



(27)

Cuando ya tenemos las dos láminas dispuestas como en la figura anterior, debemos realizar una serie de instrucciones para que el programa coloque las mismas en la posición que queremos.



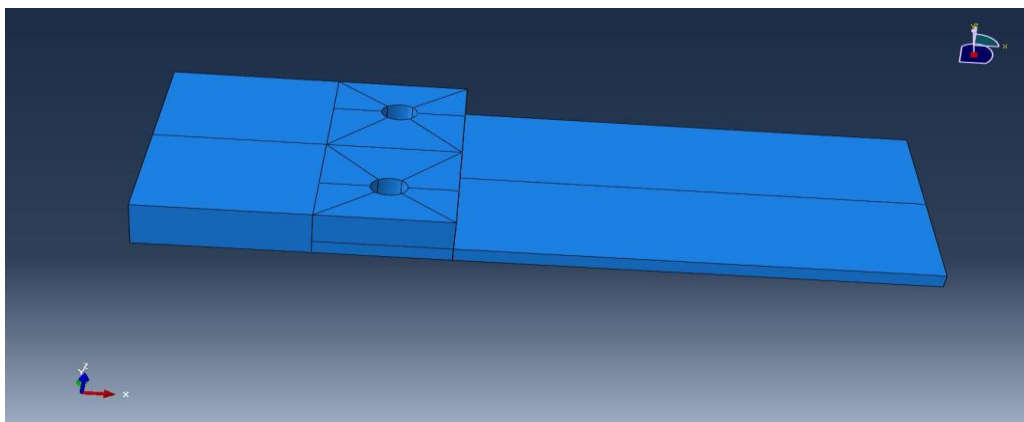
Para ello, acudimos al menú principal superior, en el que pone *CONSTRAINT*, y seleccionamos *FACE TO FACE*; esto nos llevará a seleccionar dos caras que queremos que estén juntas y la distancia que queremos que haya entre ellas.

En este caso, las caras que hemos elegido han sido las siguientes:

- La cara inferior de la *lámina 1*, es decir, el cuadrado que ha quedado con la partición realizada.
- La cara superior de la *lámina 2*, es decir, el cuadrado que ha quedado con la partición realizada.

Una vez seleccionadas las caras, el programa nos preguntará la distancia que queremos que haya entre dichas caras; escogeremos que la distancia sea 0 mm debido a que no queremos que haya ninguna separación entre las láminas puesto que en el caso real, estarían unidas sin separación debido a la acción de los tornillos que colocaremos más adelante.

Cuando ya hemos conseguido que las piezas estén unidas, nos quedará colocarlas en la posición deseada, la cual se realizará mediante el menú *CONSTRAINT* y la opción *COAXIAL*, en el que el programa nos pedirá que seleccionemos dos circunferencias; elegiremos una de la *lámina 1* y otra de la *lámina 2*, ambas serán las que queramos que coincidan en el mismo eje.

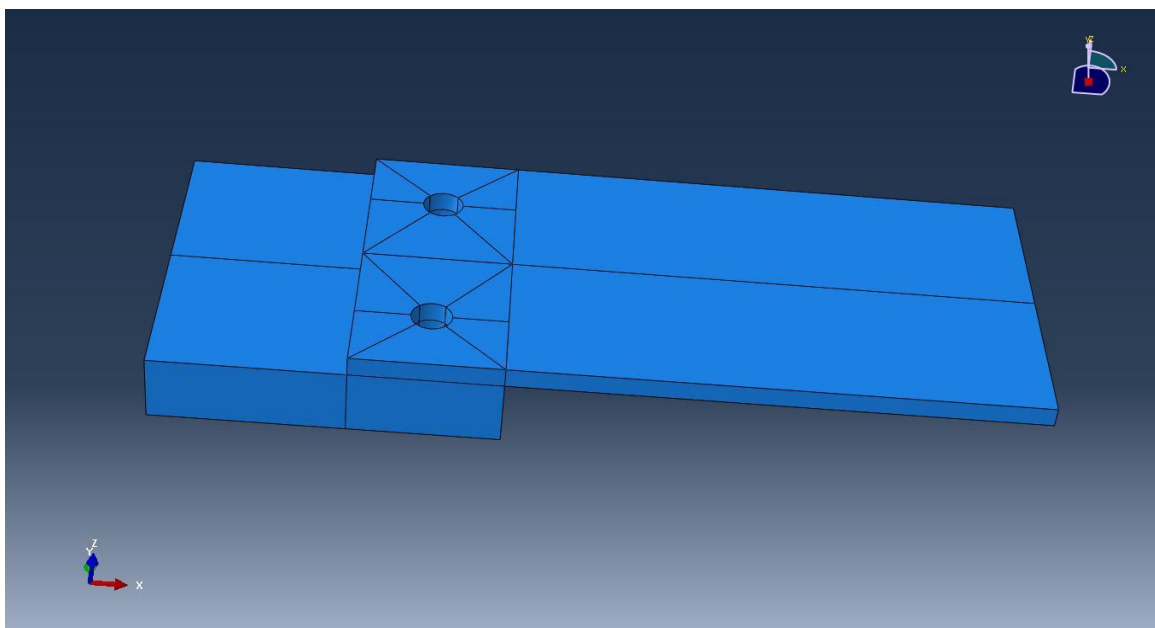


(28)



Gracias a los pasos anteriores, hemos conseguido que la estructura principal de la pieza esté en sus ejes colocados –imagen 28–; así que ahora sólo nos falta desplazar la *lámina 2* hacia arriba en el eje Z, puesto que queremos que la *lámina 2* esté debajo, es decir, comprendida entre la otra lámina y las arandelas de los tornillos.

El resultado final después de colocar las dos láminas en la posición requerida es la siguiente –imagen 29–:



(29)

Como se puede apreciar en la imagen anterior, la lámina con mayor longitud y menor espesor, se encuentra sobre la lámina más corta y gruesa, a una distancia de 0 mm entre ellas, siendo éste el resultado deseado.

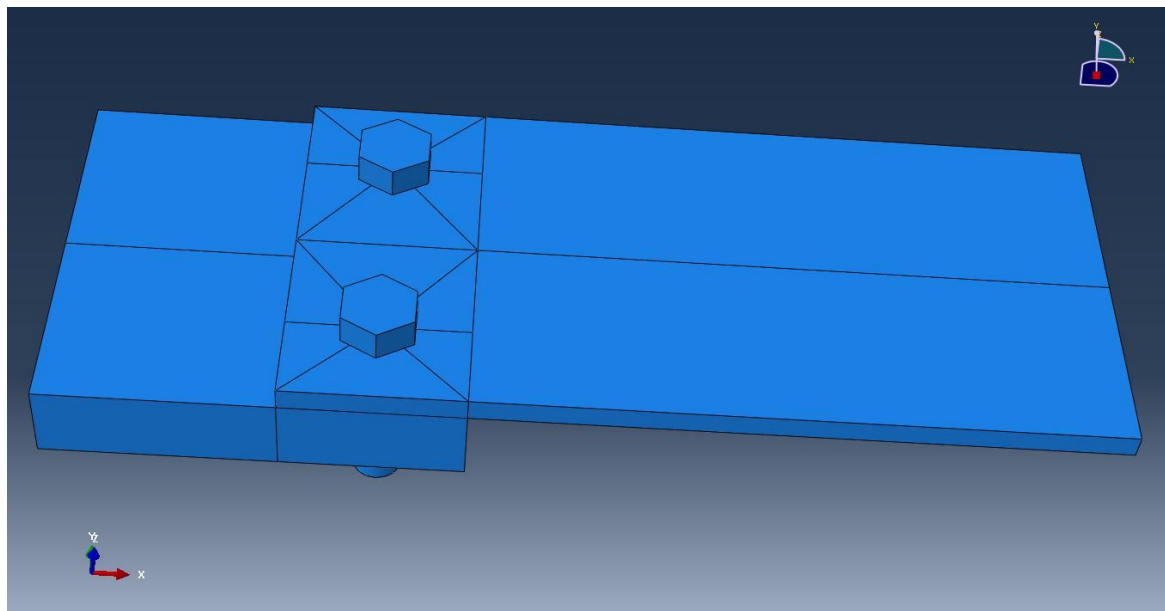
El siguiente paso como ya se ha comentado previamente, al inicio de esta sección, es la colocación del conjunto de los dos Tornillos-Tuercas-Arandelas.



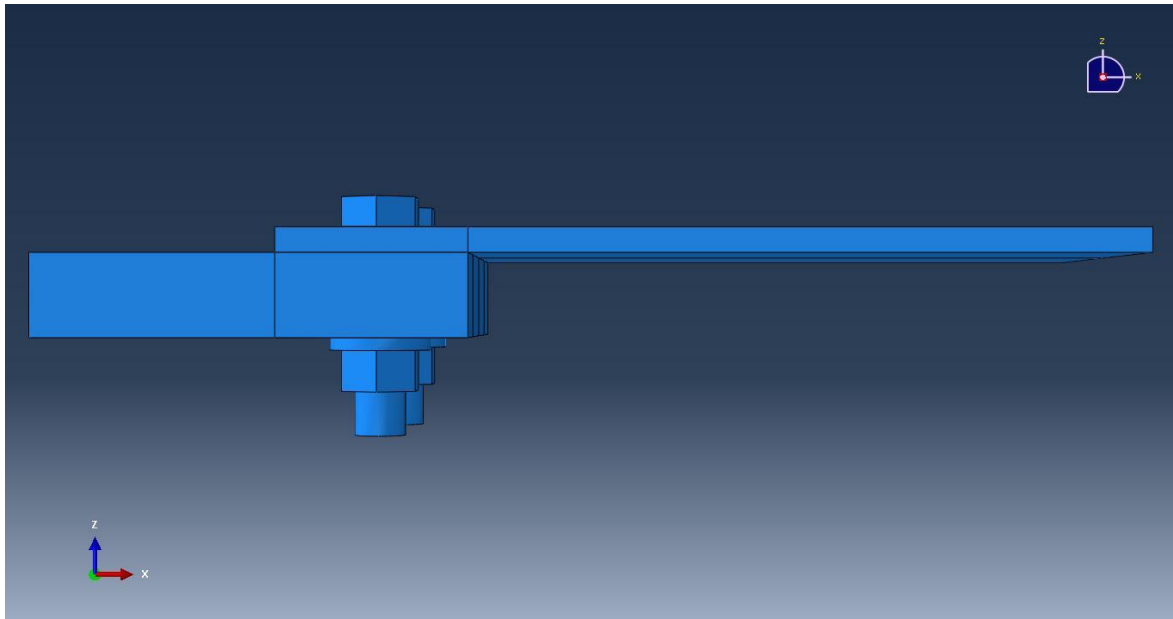
La ubicación en la que se van a requerir en ambas láminas va a ser entre la cabeza del tornillo y la arandela. Esto significa que, el Tornillo-Tuerca-Arandela dispone de una distancia, desde la cabeza hexagonal del tornillo hasta la arandela, similar a la suma de grosores de las dos láminas, por lo que la cabeza del tornillo quedará por encima de las mismas, mientras que la arandela y la tuerca se encontrarán debajo de dichas láminas.

Para realizarlo, vamos al menú principal, al lugar donde pone *CONSTRAINT*, y seleccionamos la opción que nos da *COAXIAL*; cuando ya tenemos el Tornillo-Tuerca-Arandela en la posición que queríamos en el eje Z, sólo nos quedará desplazarlo a lo largo de este eje para que quede en el sitio adecuado. Esta operación se tendrá que realizar dos veces, una para cada uno de los tornillos.

El resultado final de la pieza con las láminas dispuestas y los tornillos en la posición deseada, es la siguiente –imagen 30 y 31–:



(30)



(31)

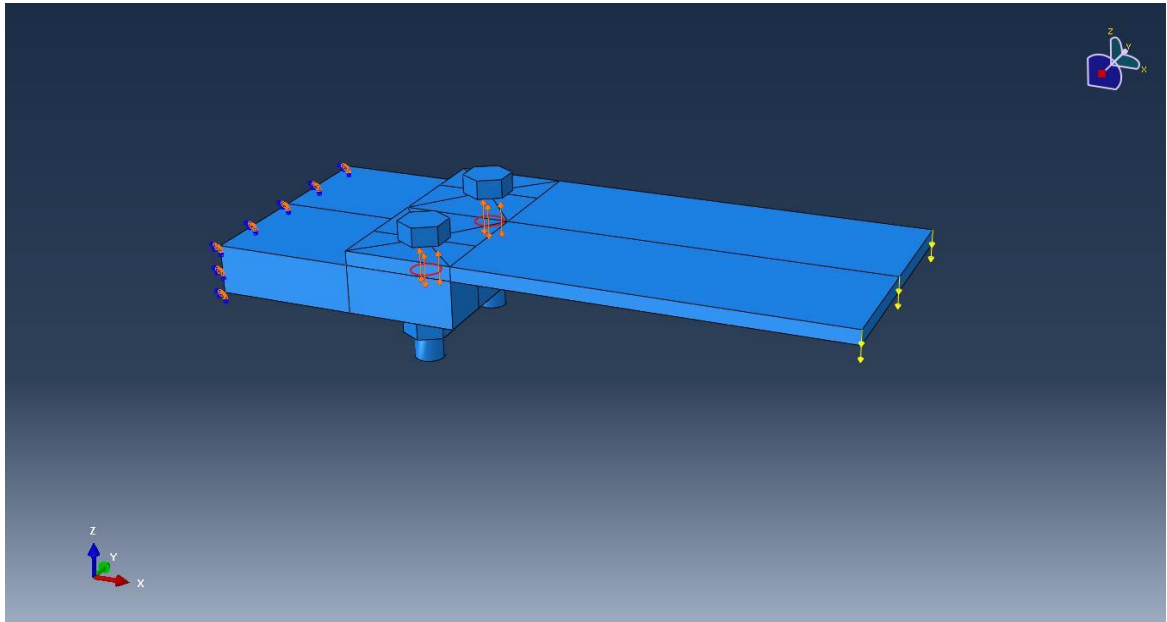
Una vez finalizado el ensamblaje de las piezas, el siguiente paso a realizar es comentar y crear las diferentes cargas a las que va a estar sometido el conjunto ensamblado.

Como se ha comentado al inicio de este trabajo, en el apartado de *Introducción*, la pieza va a estar bajo la acción de distintas cargas, las cuales resumimos de la siguiente manera:

- Empotrado el extremo libre de la pieza con mayor espesor y menor longitud.
- Una fuerza vertical, en dirección descendente en el extremo libre de la pieza con mayor longitud y menor espesor, de una magnitud de 250 N.
- Una precarga en cada uno de los tornillos, debido a la acción que realizan los mismos cuando juntan las dos láminas.

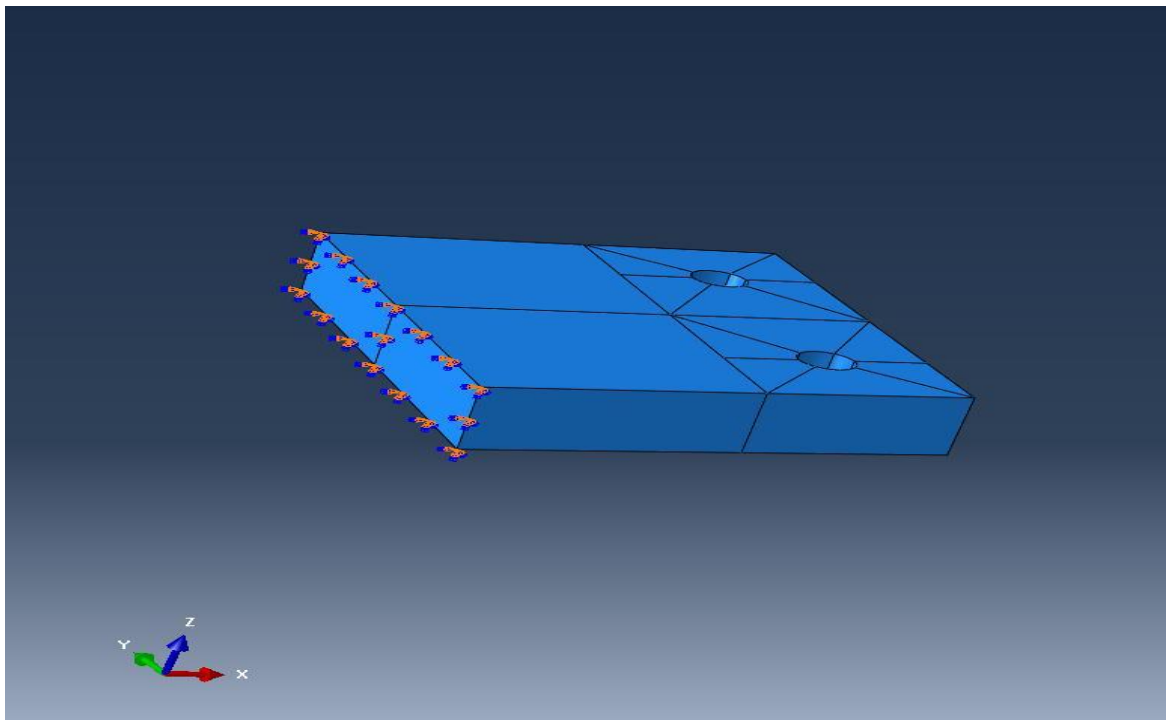


El programa nos ofrece una imagen visual de cada una de las fuerzas aplicadas, las cuales quedan definidas de la siguiente manera –imagen 32–:



(32)

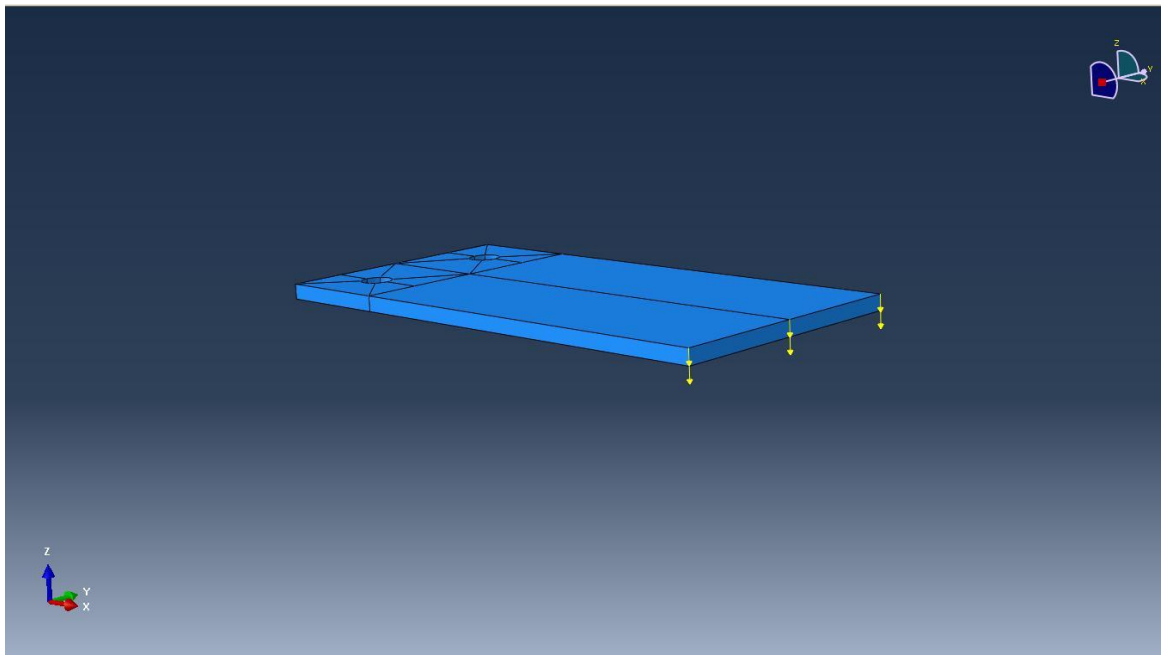
Empotramiento:



(33)

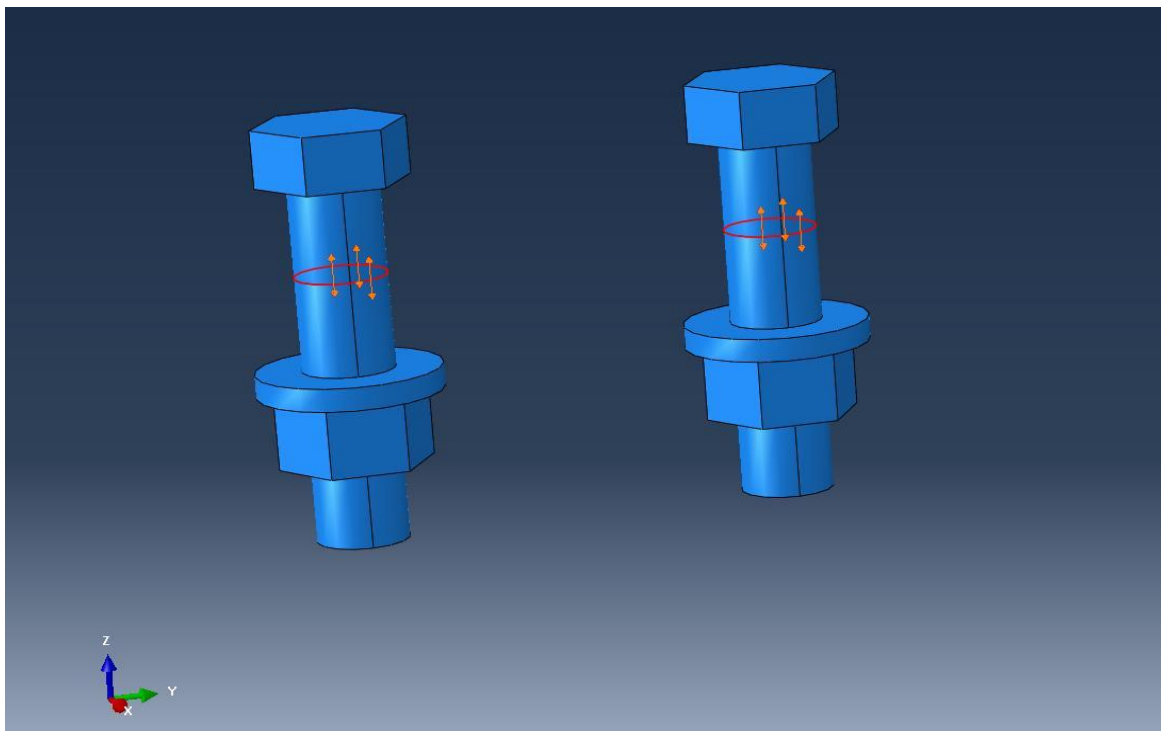


Carga vertical descendiente:



(34)

Precarga de los tornillos:



(35)



Para finalizar la modelización de la unión atornillada, sólo nos queda definir los diferentes contactos que se producen a la hora de suponer todo lo definido anteriormente.

En el modelo se van a distinguir tres tipos de contactos, los cuales van a tener las mismas características, puesto que van a estar sometidos en las mismas condiciones; puesto que a todos los contactos se le ha aplicado un coeficiente de fricción frente al movimiento de 0,4 a todos los contactos.

Dichos contactos se resumen en:

- Contacto entre la cabeza hexagonal del tornillo con la *lámina 2*.
- Contacto entre la *lámina 1* y *lámina 2*.
- Contacto entre la *lámina 2* y la arandela.



5. RESULTADOS Y ESTUDIO DE LA PIEZA

Una vez terminado todo el desarrollo de la pieza, es necesario estudiar y evaluar los resultados que nos proporciona el programa. Para poder llevar a cabo el estudio de dicha pieza vamos a determinar unas zonas específicas y las vamos a ir evaluando con distinta precarga en los tornillos.

Primeramente, vamos a comentar el tipo de estudio que se ha realizado sobre la pieza. El análisis que hemos realizado se denomina *Análisis transitorio*, debido a que disponemos de una fuerza que varía a lo largo del tiempo. Además, también es un estudio no lineal, puesto que además de las cargas y fuerzas nombradas en los apartados anteriores, también definimos las tensiones denominadas como *Contactos*, por lo que el tipo de estudio que hemos introducido en el programa ha sido paso a paso, o como el programa lo nombra, *Step by step*.

Las zonas específicas en las que nos vamos a fijar para poder analizar la pieza, son aquellas que tienen más riesgo de rotura, dicho de otra forma, aquellas zonas que tienen la mayor concentración de tensiones, así como las que sufren un mayor desplazamiento.

Las cargas con las que vamos a examinar la pieza son aquellas que previamente en el desarrollo hemos denominado como *precarga*; hemos seleccionado la misma debido a que el tornillo es el material que más tensión aguanta de toda la pieza, al estar fabricado con acero 8.8.

Las diferentes cargas a las que la vamos a someter van a ser descendientes, puesto que empezaremos con 10300 N que es la máxima fuerza que puede soportar.



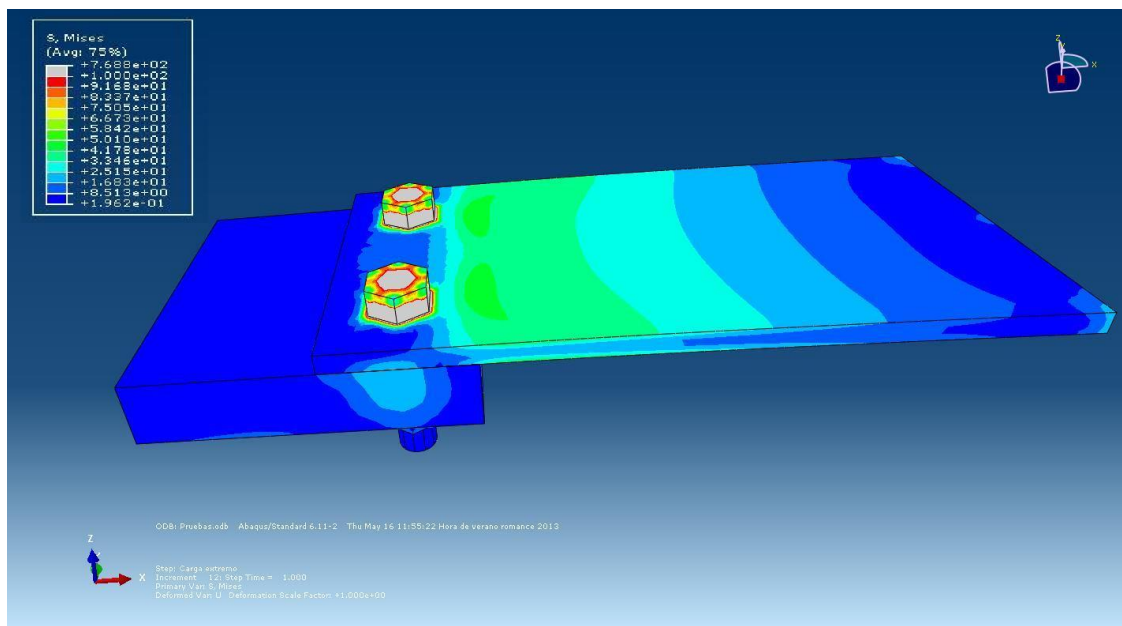
Dichas cargas son:

- 10300 N
- 8000 N
- 6000 N
- 4000 N

Para iniciar la evaluación, lo que vamos a realizar en primer lugar va a ser una imagen general del conjunto de la pieza, con las diferentes cargas, en el que se podrán observar las diferentes tensiones a las que está sometida la pieza con las diferentes cargas.

10300 N

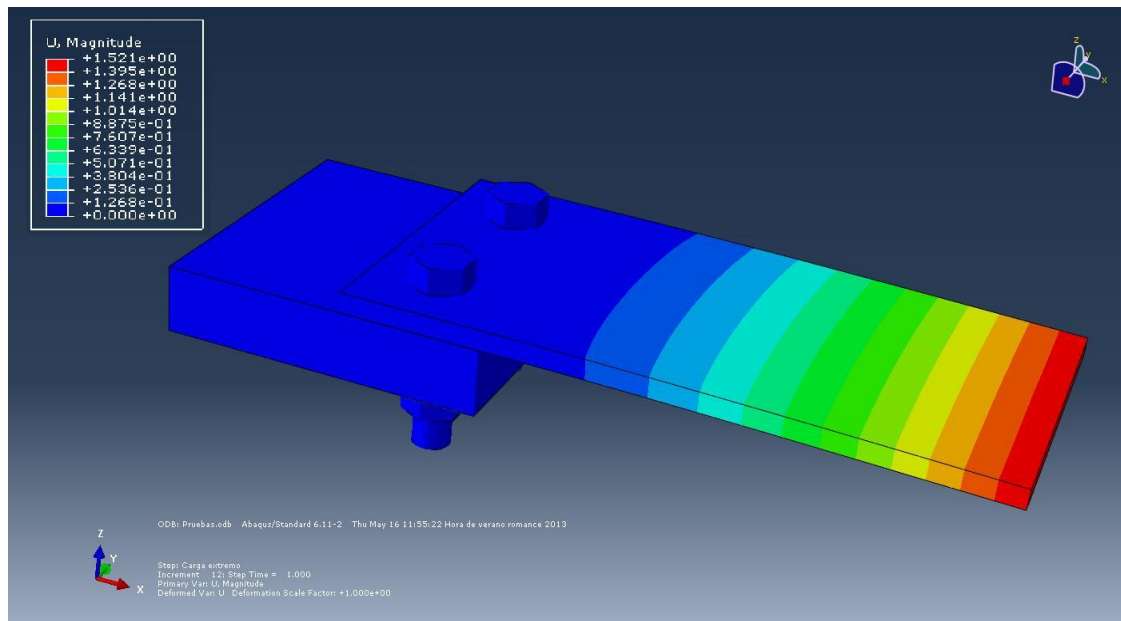
TENSIONES



(36)



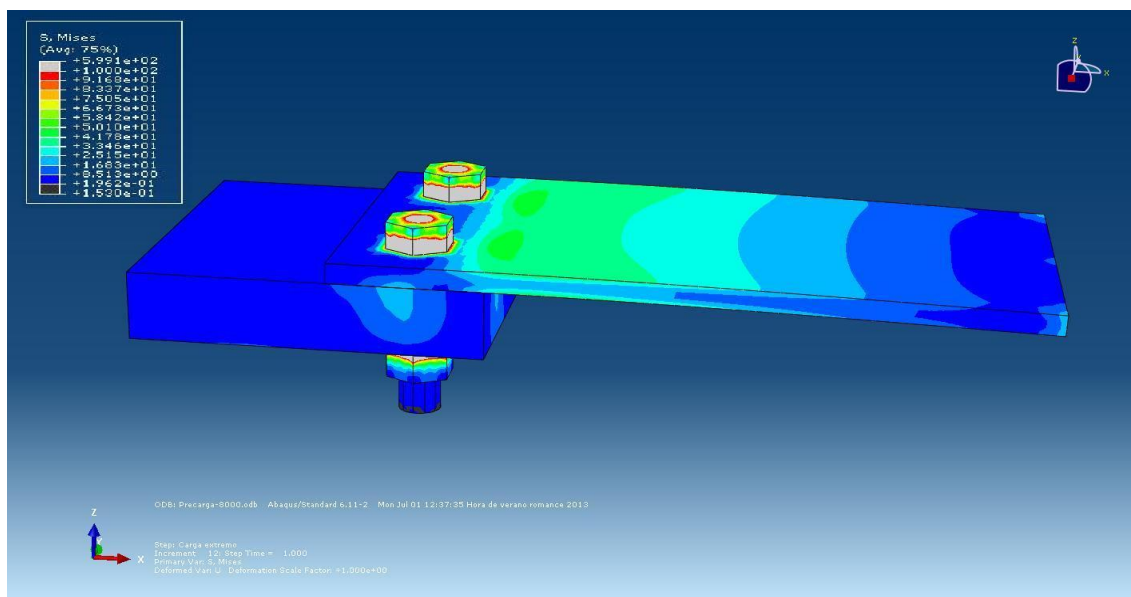
DEFORMACIONES



(37)

8000 N

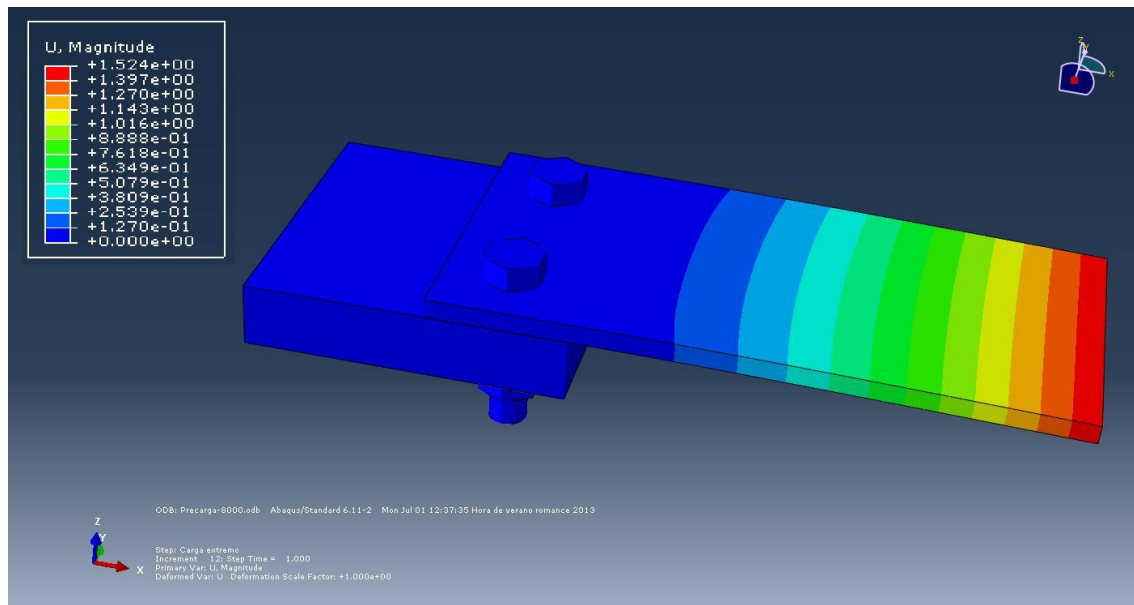
TENSIONES



(38)



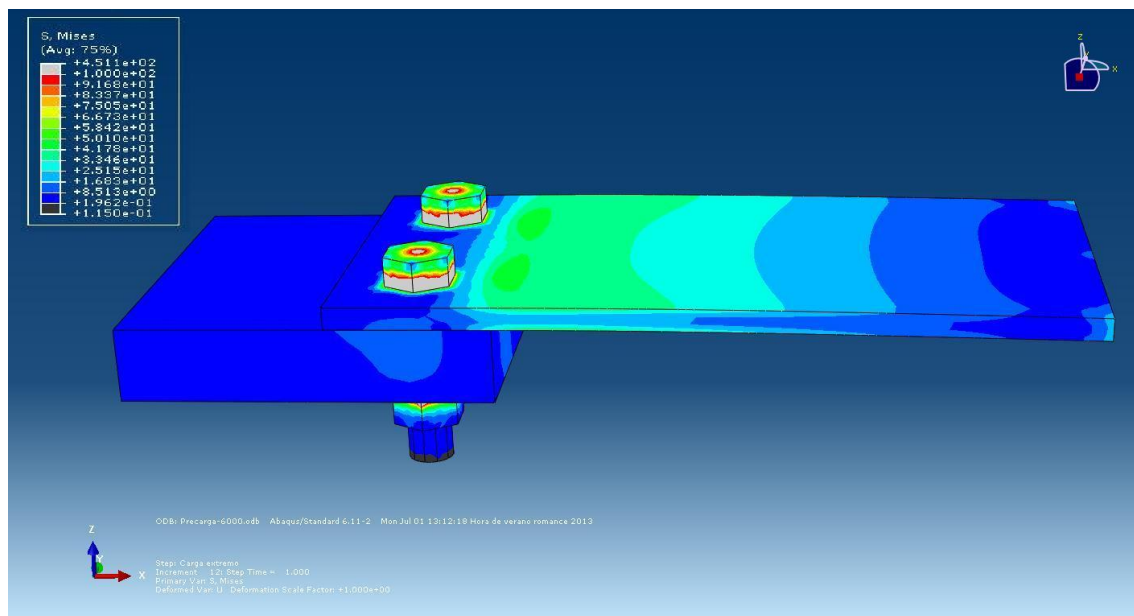
DEFORMACIONES



(39)

6000 N

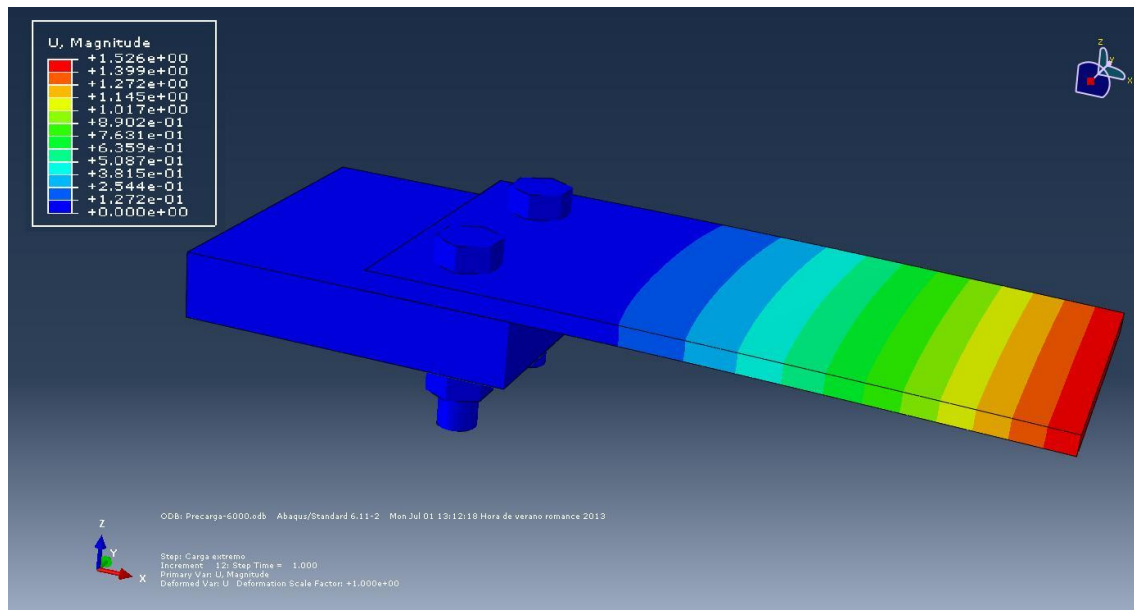
TENSIONES



(40)



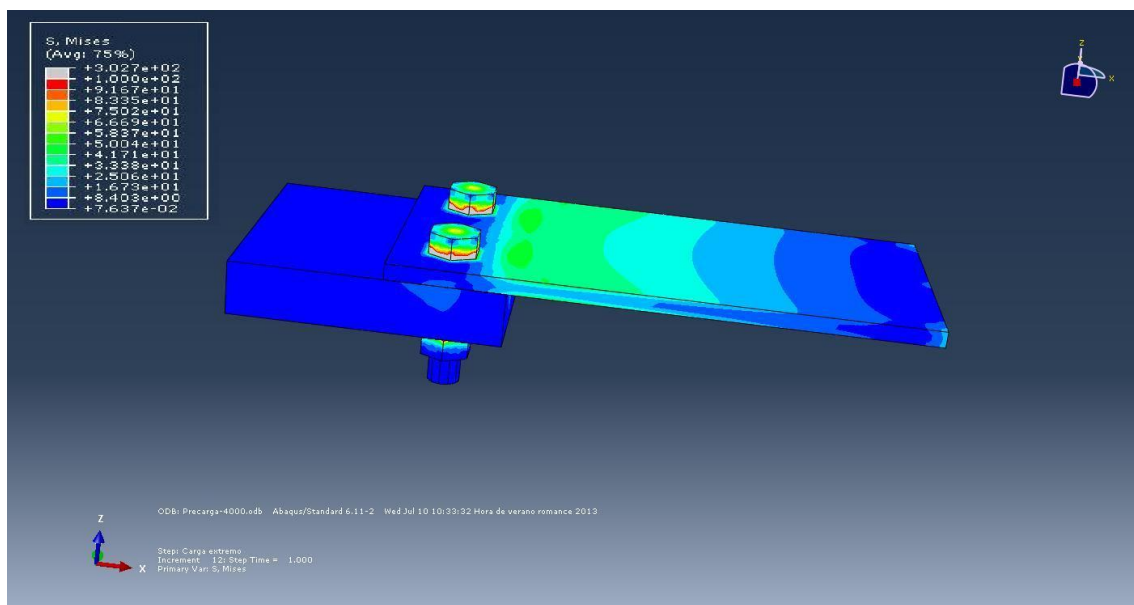
DEFORMACIONES



(41)

4000 N

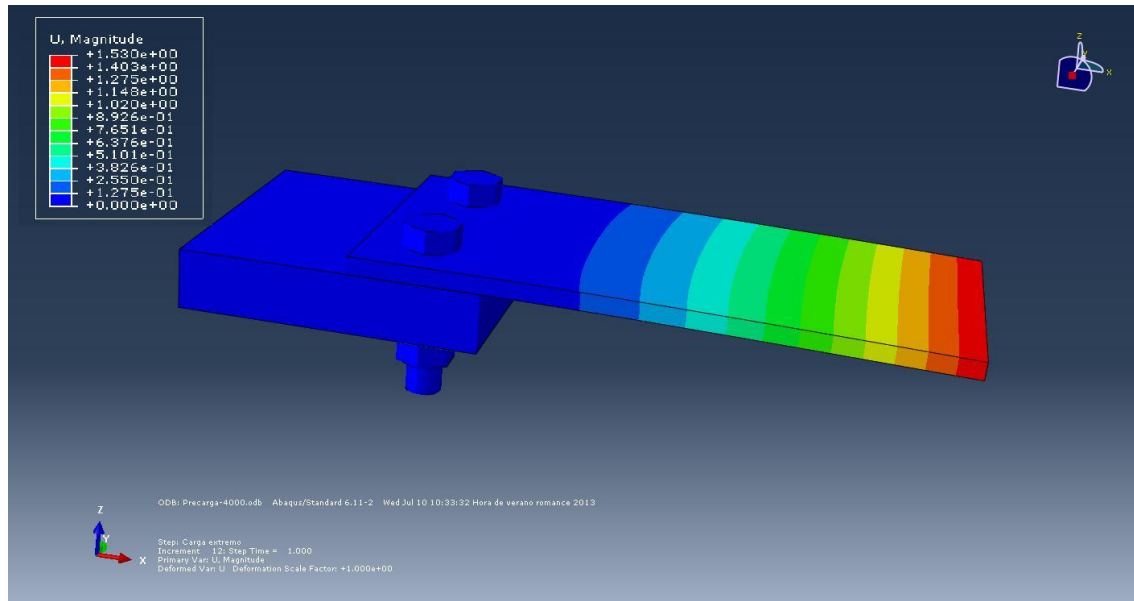
TENSIONES



(42)



DEFORMACIONES



(43)

Una primera valoración que se puede realizar viendo las imágenes es que si nos fijamos en las fotos de las deformaciones, siempre se deforma la pieza por el mismo lugar y con una variación de magnitud pequeña.

Nos fijaremos principalmente en las deformaciones máximas, debido a que las mínimas no nos proporcionan ninguna información relevante. En primer lugar, se puede apreciar que aunque la disminución de la deformación sea mínima, es notable la gran importancia que tiene la fuerza ejercida por la precarga de los tornillos a la hora de contrarrestar el desplazamiento de sufrido por una fuerza en un extremo.



(44)

Al ver el gráfico anterior –imagen 44-, notamos que el desplazamiento que se produce en el conjunto conforme la precarga de los tornillos va disminuyendo.

Esto sucede debido a que se va aflojando la unión, por lo que el juego entre las dos láminas será mayor. Por este motivo, al ejercer menos fuerza entre ellas y estar menos unidas, la fuerza ejercida en el extremo tendrá más influencia sobre el conjunto, por lo que sufrirá un aumento en el desplazamiento cuanto menor sea la precarga de los tornillos.

El motivo de que la deformación se produzca siempre en el mismo lugar es debido a que la *Lámina 1*, en este caso la lámina inferior, no termina su longitud justamente en los tornillos, sino que continúa unos milímetros pegada a la *Lámina 2*, por lo que la primera hace de tope en el desplazamiento; por dicho motivo, se prolonga en la lámina superior, el lugar donde se inicia la deformación.

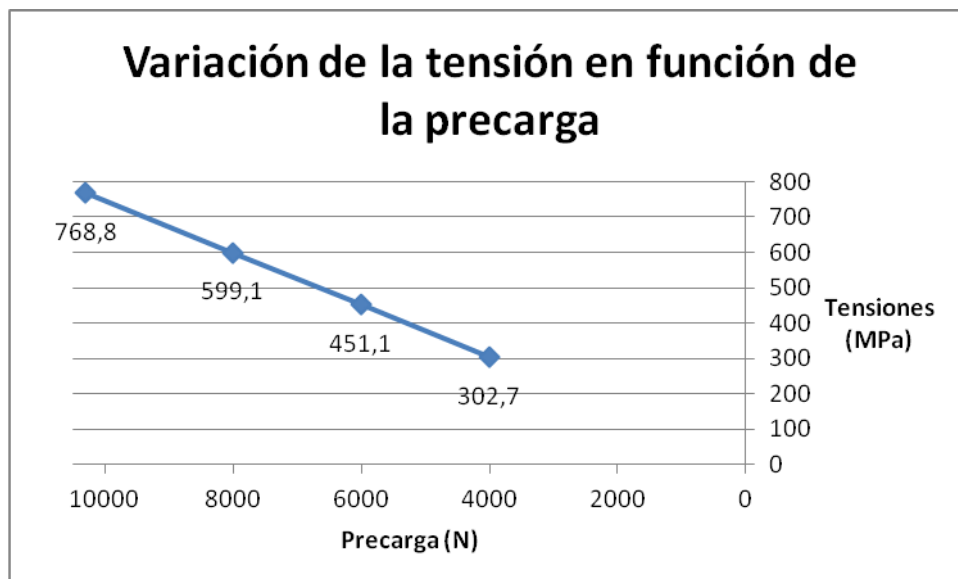


Al igual que hemos hecho con las deformaciones, vamos a realizar un breve comentario, a nivel general, de las imágenes adjuntadas de las tensiones; para después poder llevar a cabo un estudio más completo de las diferentes zonas en las que podemos apreciar que la pieza sufre un mayor número de concentración de tensiones.

Para comenzar el análisis general de las tensiones, inicialmente nos fijaremos en los colores de las imágenes, siendo el azul el color con menos tensión y el gris el de mayor tensión.

A simple vista, todas las imágenes tienen los mismos colores y sufren las tensiones en los mismos lugares, apareciendo una variación mínima a nivel gráfico; pero si nos fijamos en la leyenda, se puede observar una gran variación en las tensiones máximas pasando de 768.8 MPa con 10300 N de precarga a 302.7 MPa con una precarga de 4.000 N.

En la siguiente gráfica –imagen 45- se puede observar cómo van disminuyendo las tensiones en función de la precarga a la que está sometida la pieza:



(45)



Como se puede apreciar en la gráfica, ésta va disminuyendo linealmente, lo cual es lógico debido a que la precarga también disminuye de una manera lineal.

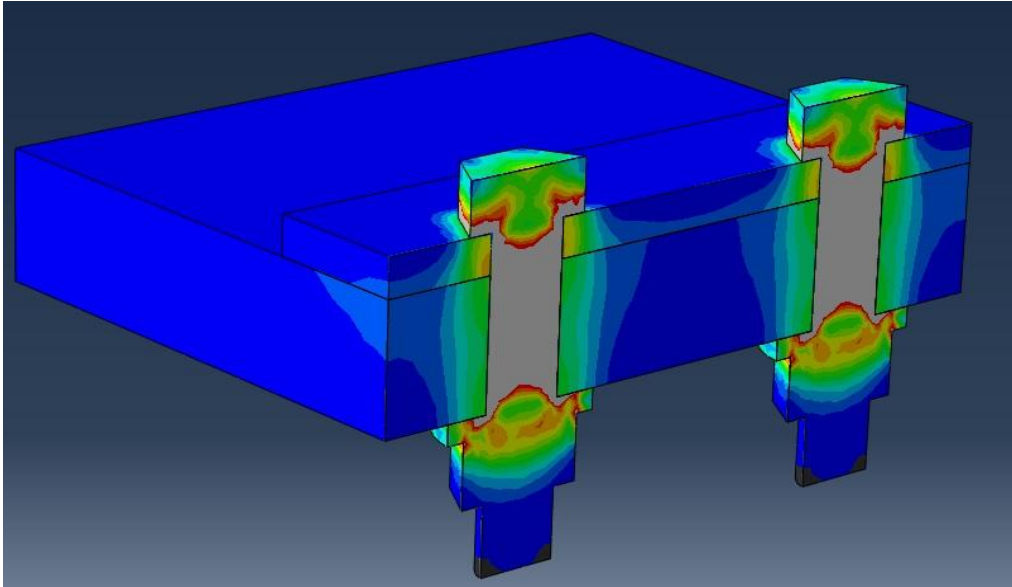
Una vez realizado el estudio de todas las tensiones a nivel general, nos vamos a centrar en profundizar en las zonas en las que existe un mayor número de concentración de tensiones; además de en aquellas que consideramos importantes:

- El tornillo en su conjunto –tornillo, tuerca y arandela-.
- La zona coincidente de la *Lámina 1* con la *Lámina 2*.
- La *Lámina 2*.

Para abordar este estudio, vamos a observar las distintas partes mencionadas anteriormente y las compararemos unas con otras según la precarga a la que han sido sometidas.

Es decir, no se va a realizar un análisis completo de la pieza en función de la precarga, sino que en función de la precarga se irá viendo el comportamiento que adopta la pieza.

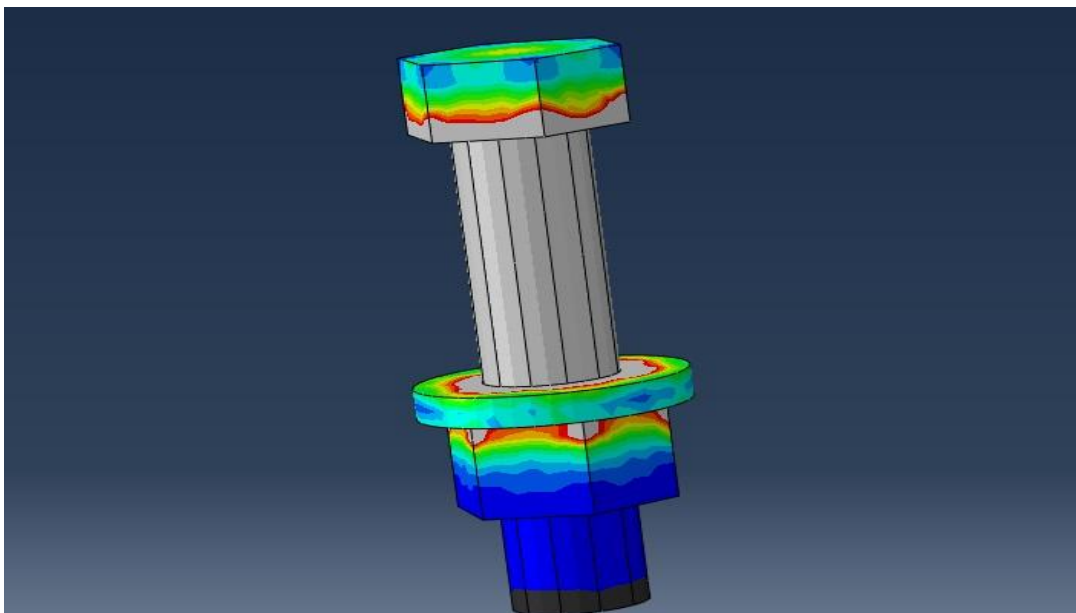
Gráficamente, vamos a poder observar dónde se encuentran las mayores tensiones en la pieza –imagen 46-, independientemente de la precarga; y así, de esta forma, descubriremos donde se encuentran dichas tensiones:



(46)

5.1 Tornillo

Para evaluar el tornillo en todo su conjunto, es decir, junto con la tuerca y la arandela; es necesario observar individualmente el tornillo para ver donde concurren las tensiones máximas –imagen 47-.



(47)



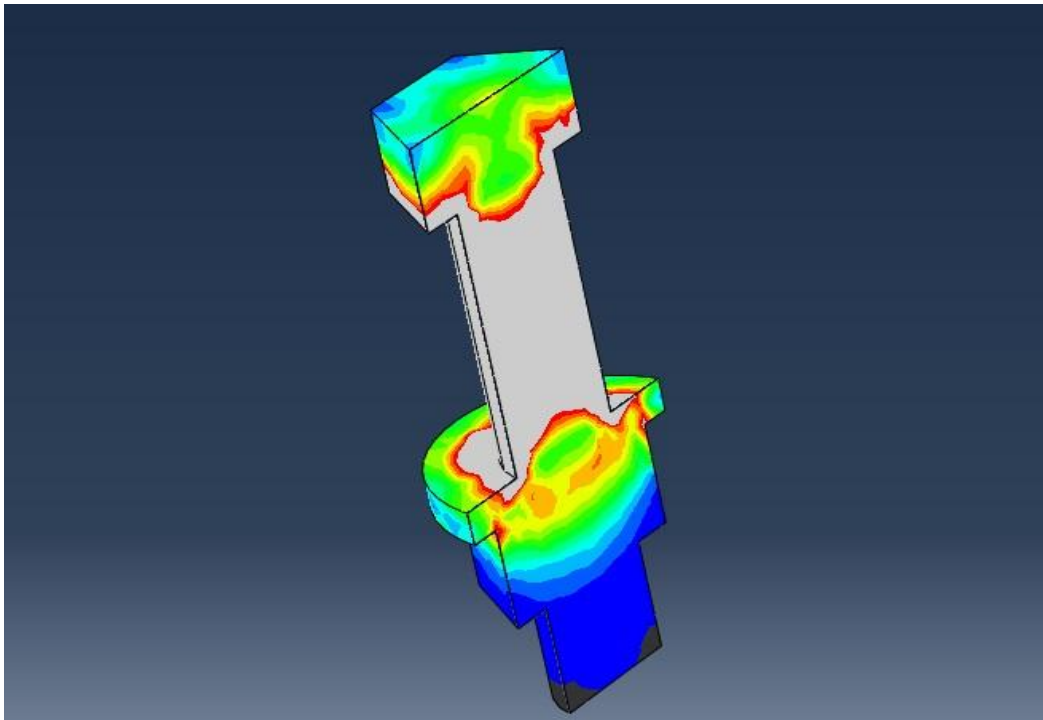
Podemos apreciar en la imagen anterior, que las mayores concentraciones se van a encontrar en el cilindro central, en la cabeza hexagonal del tornillo, en la arandela –tanto en su parte superior como en la inferior- y en la parte coincidente de la tuerca con la arandela.

En un principio, lo visto en la imagen anterior es lógico, debido a que el tornillo está sometido a una precarga inicial, y dicha precarga está situada en el centro del mismo, por lo que se expandirán a lo largo de éste originando las máximas tensiones mencionadas.

Por otro lado, también existe la misma magnitud tanto en la cabeza hexagonal del tornillo como en la arandela y la tuerca; esto se produce debido a una fuerza involuntaria pero existente, llamada *contacto*.

Dicho contacto lo que produce es que cuanto mayor sea la precarga en el centro del tornillo, mayor será dicha fuerza, ya que la carga en el centro del tornillo debe ser contrarrestada para que se cumpla la ley de *Newton* de acción-reacción; puesto que la precarga es una fuerza de tracción, mientras que la fuerza en los contactos de las piezas nombradas es de compresión.

Para comprobar que internamente también se cumple lo dicho con anterioridad, es necesario fragmentar la pieza, para justificar que todas las tensiones están distribuidas de forma análoga en todo el tornillo –imagen 48-, así como en la en la cabeza del tornillo, la arandela, y la parte superior de la tuerca:



(48)

En este caso, no es necesario poner la variación de las tensiones debido a que son las mismas tensiones con las que está realizada la tabla adjuntada, ya que hablábamos de tensiones máximas, y en este caso, dichas tensiones se encuentran en el tornillo.

5.2 Zona coincidente Lámina 1 con Lámina 2

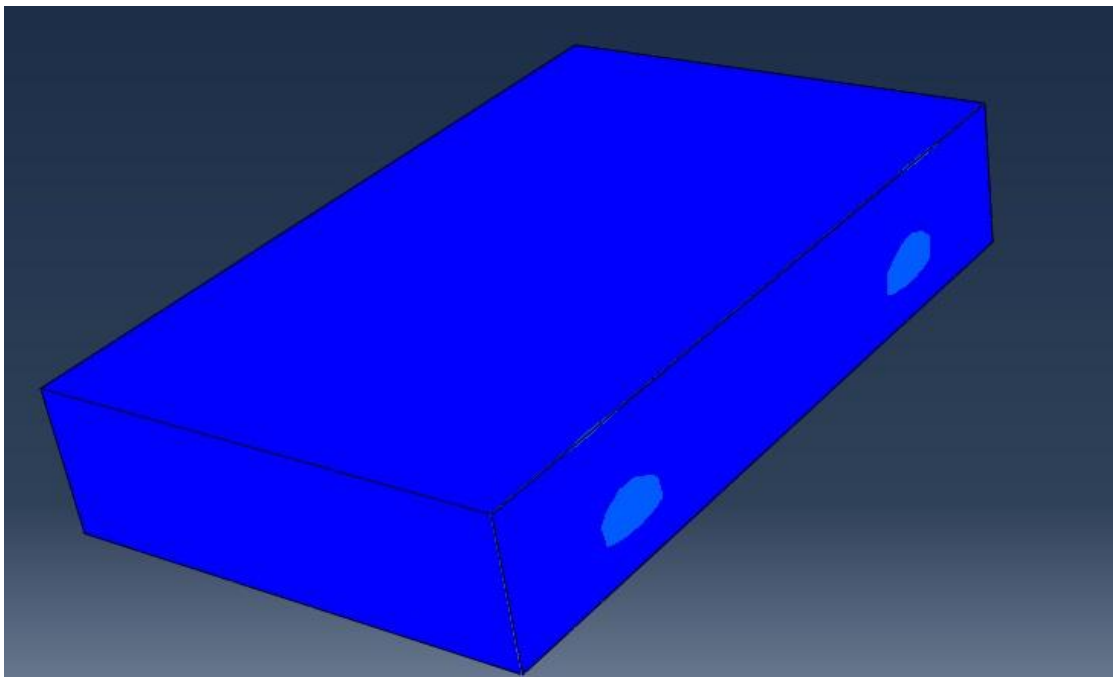
Para iniciar el estudio de esta zona, en primer lugar vamos a explicar el porqué de su selección como método de análisis.

Esta sección, presenta la característica de que concurren dos láminas que están unidas mediante dos tornillos; que estén unidas significa que habrá rozamiento entre ellas y por tanto, habrá tensiones; y que existan tornillos para conseguir dicha unión quiere decir que aparecerán unas cargas extras, y por consiguiente, nuevas tensiones.



Para comenzar el análisis, vamos a comentar brevemente cómo lo vamos a llevar a cabo; inicialmente haremos un estudio de la *Lámina 1*, viendo las distintas características de las que se compone, y lo concluiremos realizando la investigación de la *Lámina 2* individualmente.

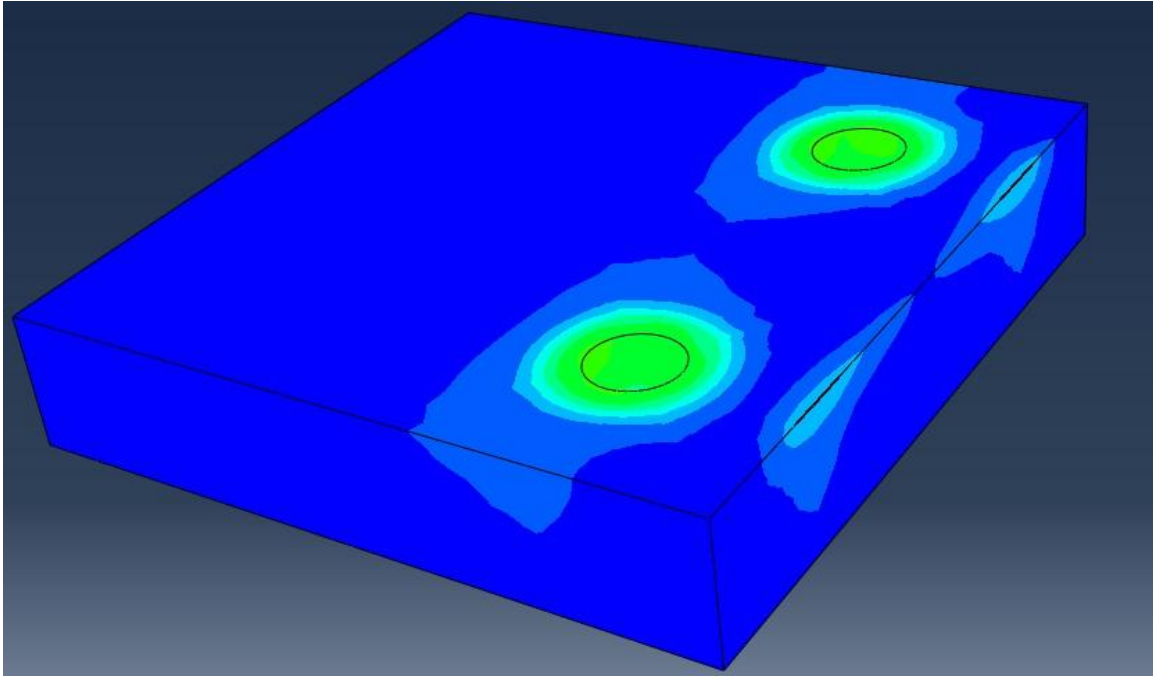
La siguiente imagen -49- de la *Lámina 1* está cortada por el milímetro 42:



(49)

En ella se puede observar que empiezan a aparecer las primeras tensiones, las cuales son debidas a las precargas de los tornillos.

El punto de máxima tensión de esta pieza se encuentra en la zona en la que aparecen los tornillos, es decir, en los agujeros creados –imagen 50-. Esto se produce debido a que la mayor carga que vamos a introducir en todo el conjunto es la precarga de los tornillos, y ésta se va a expandir por todas las piezas que lo rodean.



(50)

Como se puede apreciar en la imagen anterior, los colores más destacados y que resaltan son los verdes de los orificios –en el que el color azul indica una menor tensión y el verde una mayor–.

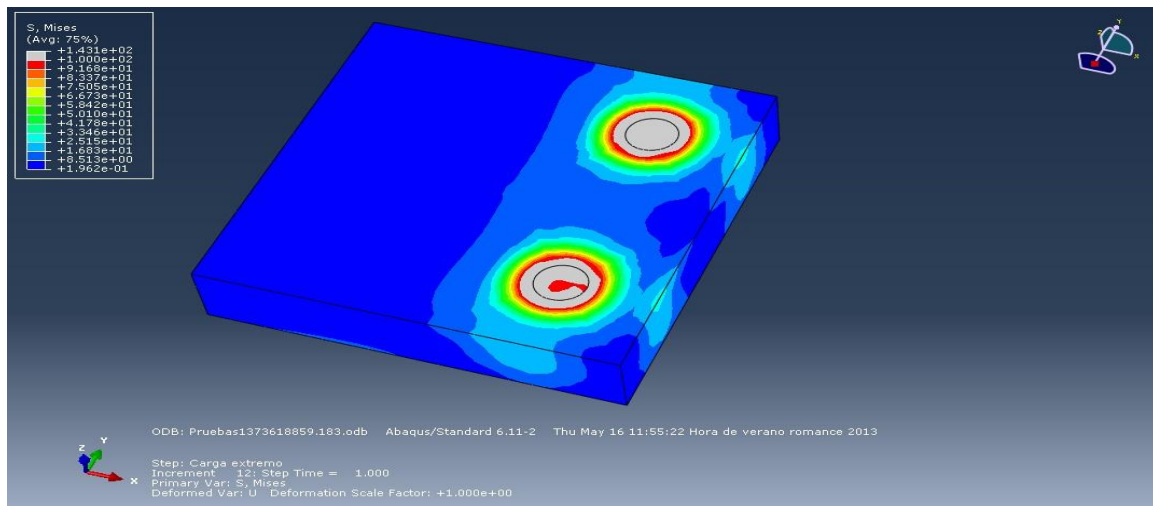
También es necesario comentar las tensiones que aparecen en el extremo derecho de la pieza. Dichas tensiones son producidas por la *Lámina 2*, puesto que el esfuerzo que sufre es a flexión en dirección vertical descendente, y ese punto resaltado en esta pieza es el límite que prorrogará el inicio del desplazamiento.

Un dato muy importante que debe ser explicado es el de la magnitud de las tensiones, ya que gráficamente es muy visual ver dónde se encuentran las mayores, pero a diferencia de lo que nos pasaba con los tornillos, en este caso no estamos hablando de las tensiones máximas de todo el conjunto, sino que esta lámina dispone de unas tensiones máximas diferentes.



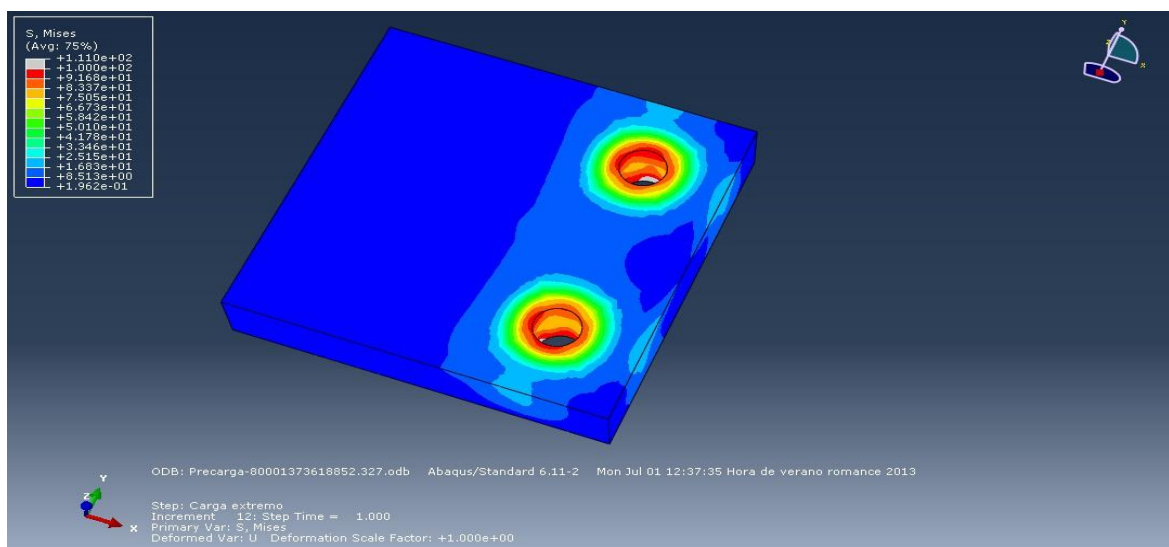
A continuación vamos a comprobar la variación de las tensiones que se producen, mediante la visión de las distintas imágenes de dicha pieza con las distintas precargas introducidas.

10300 N

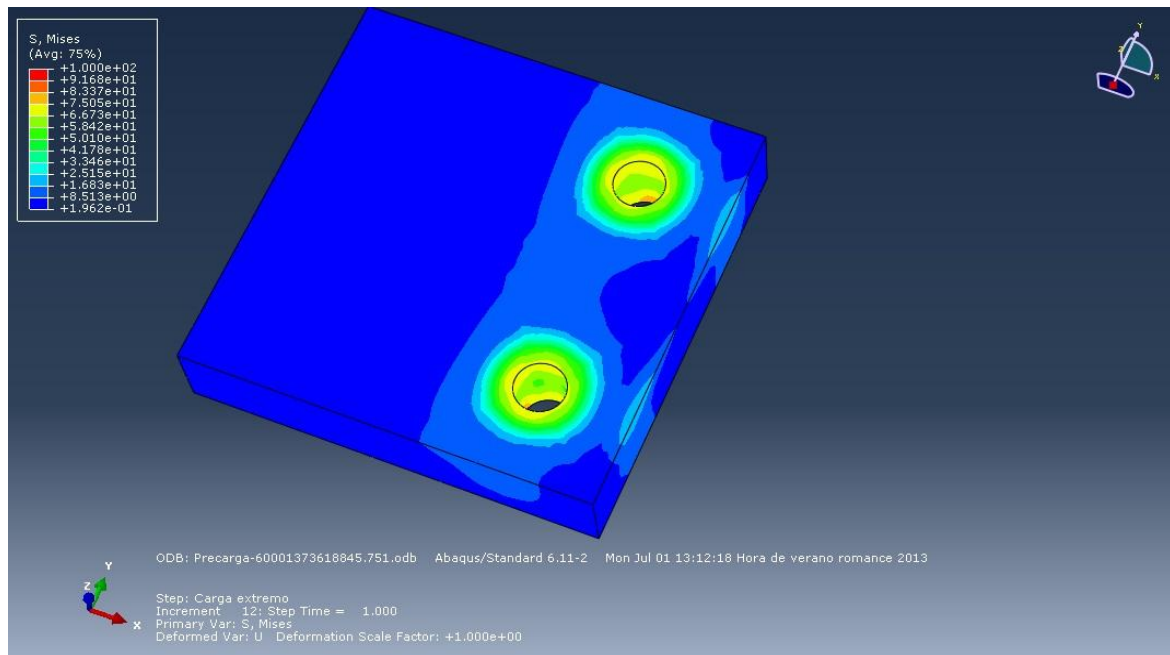


(51)

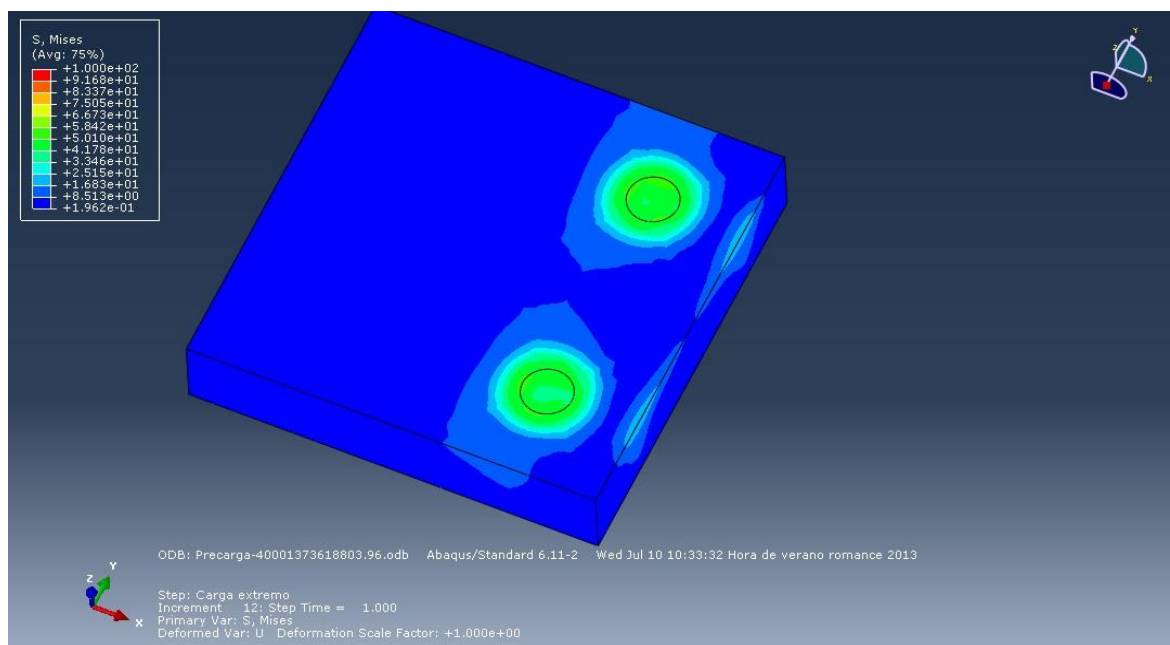
8000 N



(52)

6000 N

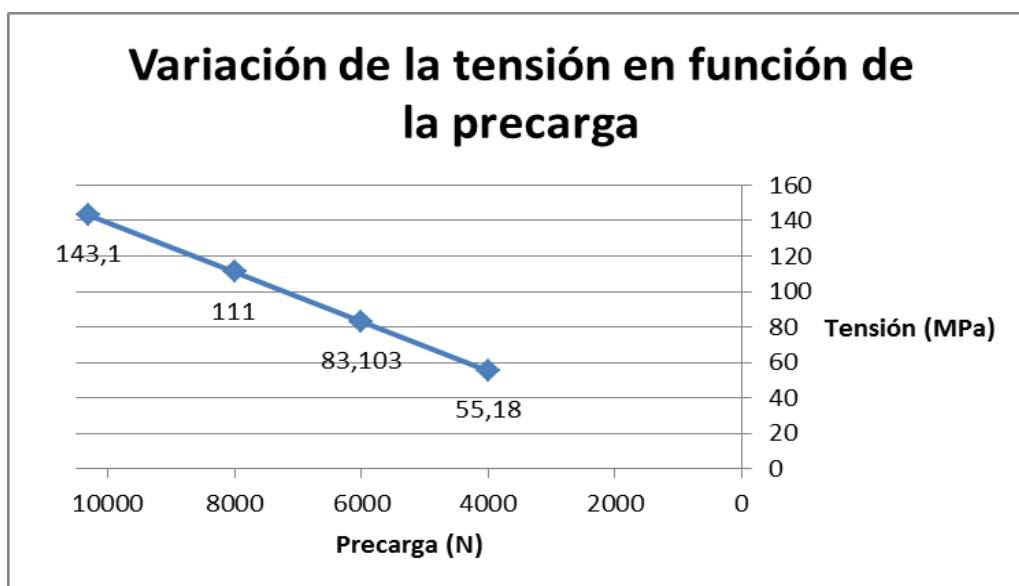
(53)

4000 N

(54)



Con la siguiente gráfica –imagen 55- se puede observar cómo va disminuyendo la concentración de tensiones en función de la precarga utilizada:



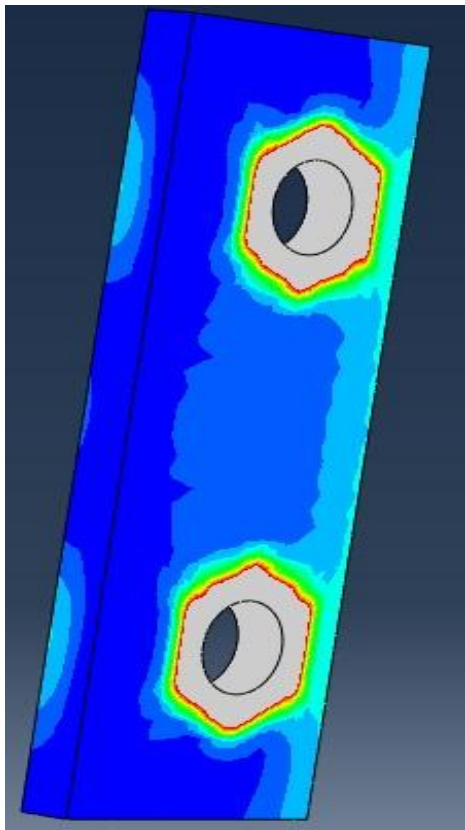
(55)

El descenso que sufren las diferentes tensiones es lineal, pero se puede comprobar que no existe una gran diferencia entre las tensiones máximas ya que la diferencia entre la precarga de 10.500 N y de 4.000 N no llega a los 100 MPa.

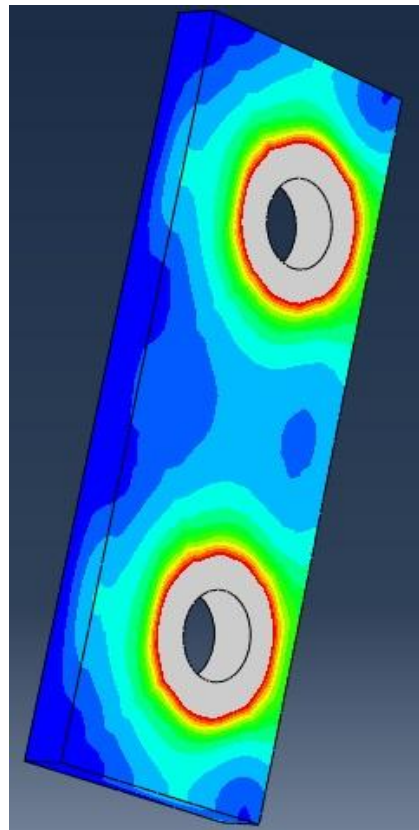
5.3 Lámina 2

A continuación vamos a proceder a realizar el estudio de la *Lámina 2*; y con todo lo explicado anteriormente en la memoria nos podemos hacer una idea de dónde y cómo pueden estar las tensiones.

En primer lugar, voy a mostrar dónde comienzan las tensiones; y una vez que sepamos su lugar podremos sacar la conclusión de qué es debida a la tensión aparecida.



(56)

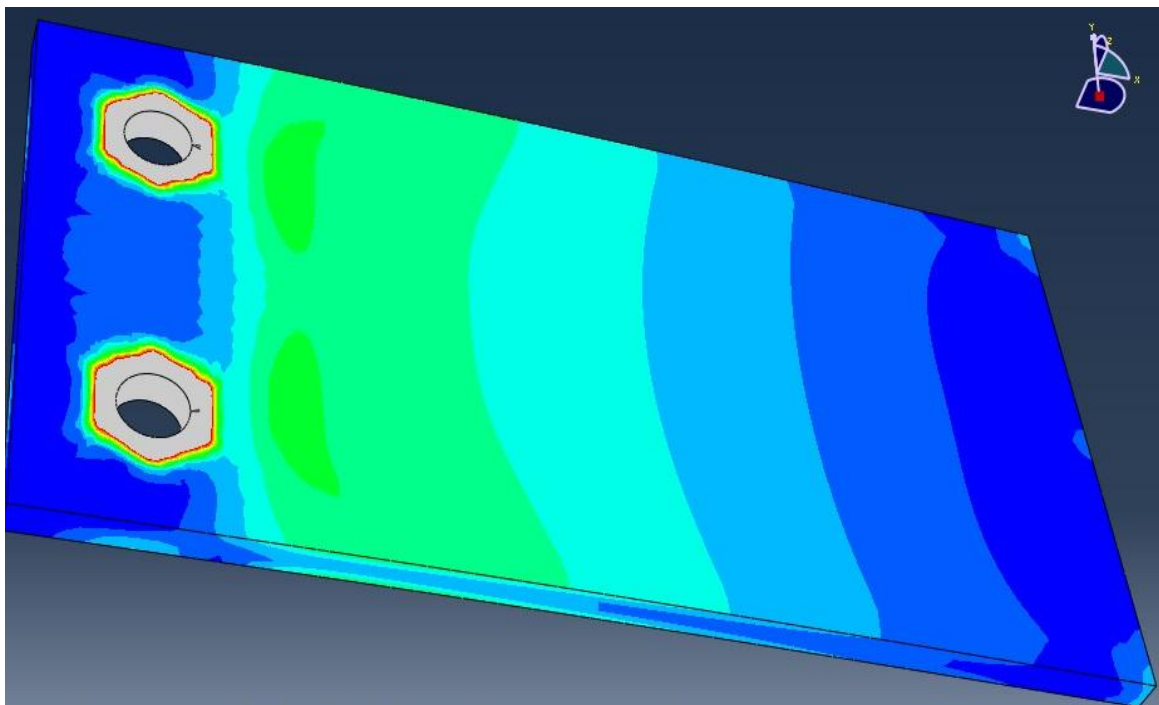


(57)

La primera imagen –56– es la cara superficial de la lámina, la cual está sometida a altas tensiones; pero si nos fijamos en la cara lateral mostrada, aparecen tensiones en su zona inferior, lo que nos hace pensar que la cara inferior de la pieza va a estar sometida a más tensiones que la superior. Para corroborarlo disponemos de la segunda imagen –57–, en la que podemos apreciar que hay mayores tensiones.

La gran cantidad de colores que aparecen en la imagen, indica que en la parte inferior significa que la aparición de las tensiones en esta lámina no es debido sólo a la acción de los tornillos, sino que también aparece por la existencia de la *Lámina 1*, la fuerza de unión que ejerce el tornillo entre ellas y el contacto.

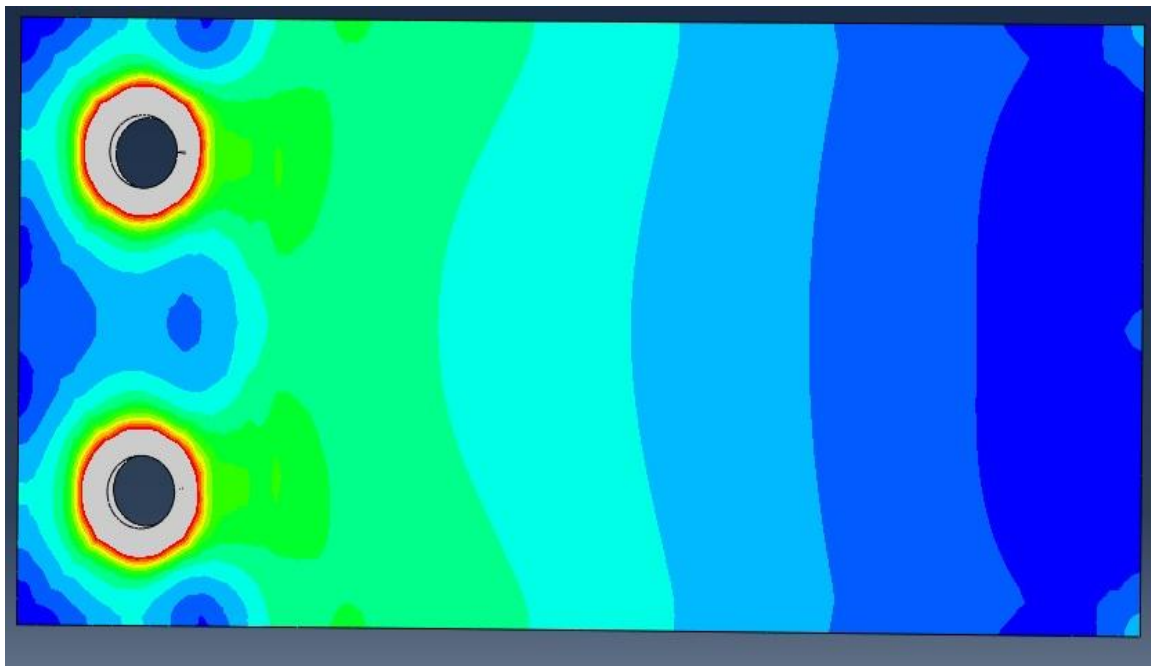
Ahora vamos a profundizar en la pieza –imagen 58– para descubrir dónde se encuentran las tensiones máximas y así poder deducir a qué son debidas.



(58)

En este caso, hemos escogido la cara superior de la lámina, aunque la cara inferior tenga mayores tensiones; las tensiones máximas se van a encontrar en los mismos lugares tanto por arriba como por abajo, ya que aparecen en los agujeros creados para los tornillos. Esto es lógico, ya que el contacto entre las dos láminas nos está generando una serie de tensiones altas, pero la mayor carga a la que está sometida la pieza es a la de los tornillos, la cual actúa y se expande a lo largo de todo el orificio, generando de esta manera las tensiones máximas.

Además de las tensiones máximas ya comentadas, es necesario explicar alguna concentración de tensiones que aparecen y estudiar el porqué se produce dicha tensión. Para ello, adjunto la imagen 59:



(59)

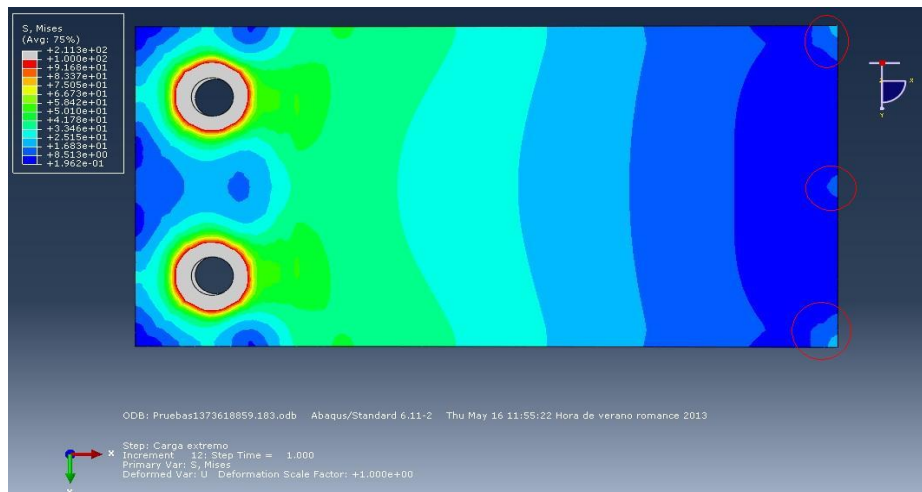
En primer lugar hay que comentar que esta imagen se corresponde con la cara inferior de la lámina, porque ya hemos dicho anteriormente que en este lugar es donde encontramos un mayor número de tensiones.

Si la analizamos de izquierda a derecha, podremos ver como las primeras tensiones que aparecen, además de las de los agujeros, que ya han sido comentadas previamente a este apartado; son las que aparecen desde el extremo derecho del agujero hasta el final de la pieza en este eje.

Para explicar la imagen, comenzaremos comentando que el color azul oscuro representa las zonas de menor tensión, mientras que el gris muestra las de mayor tensión.

Podemos comprobar como una vez que hemos superado los orificios, la pieza va adquiriendo diferentes tonalidades de colores, disminuyendo de esta manera la concentración de tensiones. Esto se produce por la propagación de las tensiones desde el orificio hacia el resto de la pieza, hasta que finalmente en la zona final de la pieza las tensiones son mínimas.

Por otro lado, observamos cómo en el extremo de la lámina, donde las tensiones ya casi han desaparecido, hay unos colores claros puntuales en zonas concretas. Si comparamos dichas zonas con la imagen adjuntada -60- de las cargas, podremos comprobar y ratificar que esas tensiones que aparecen son debido a las cargas que sufre la pieza en el extremo.

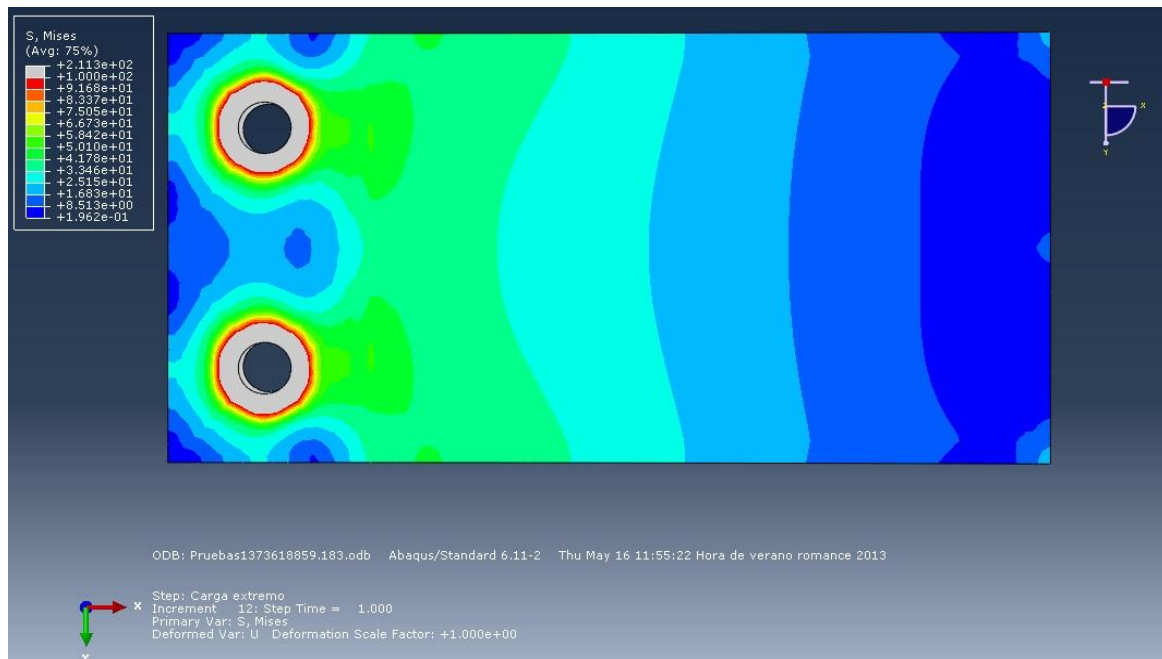


(60)

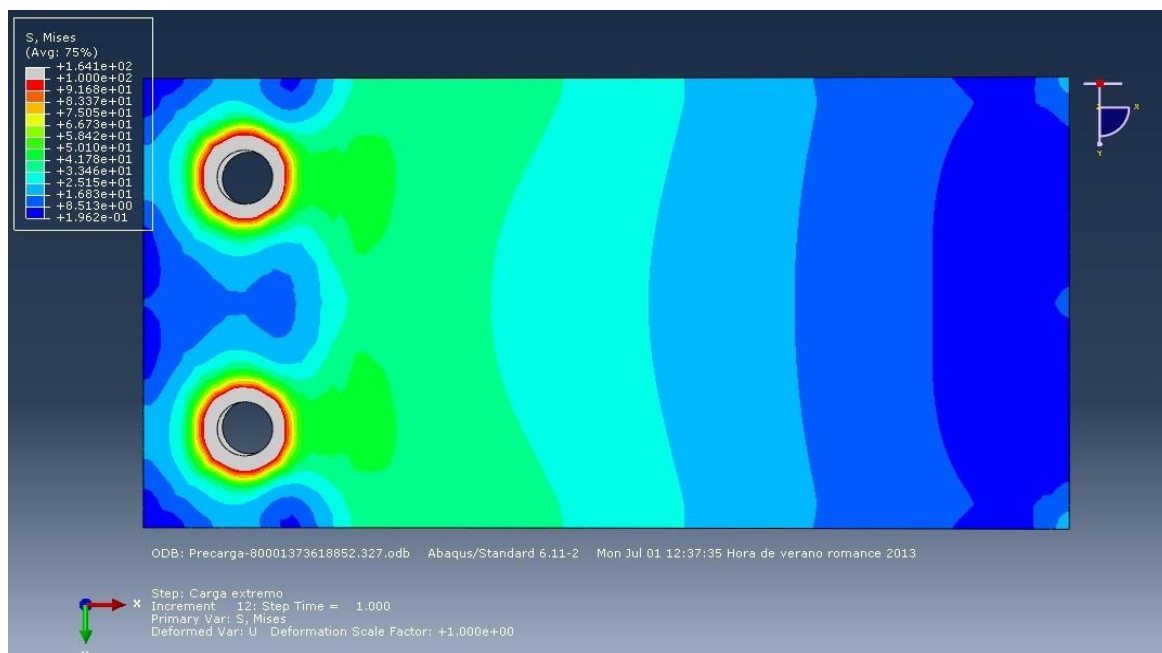
Seguidamente, hay otra zona muy importante que es necesario comentar, que es aquella que se encuentra justo a la derecha de cada agujero. Como se puede apreciar, mientras que toda la sección va adquiriendo un color verde claro, hay dos zonas que mantienen el color verde intenso; esta zona es en la que finaliza la *Lámina 1*, y por tanto es el lugar de mayor interés para nuestro estudio.

Finalmente nombrar que no existe la misma concentración de tensiones en toda la sección, ya que los tornillos ejerecen una fuerza extra que hace que a la hora de que la pieza flexa, sufran más las zonas alineadas con los tornillos que el resto de la sección.

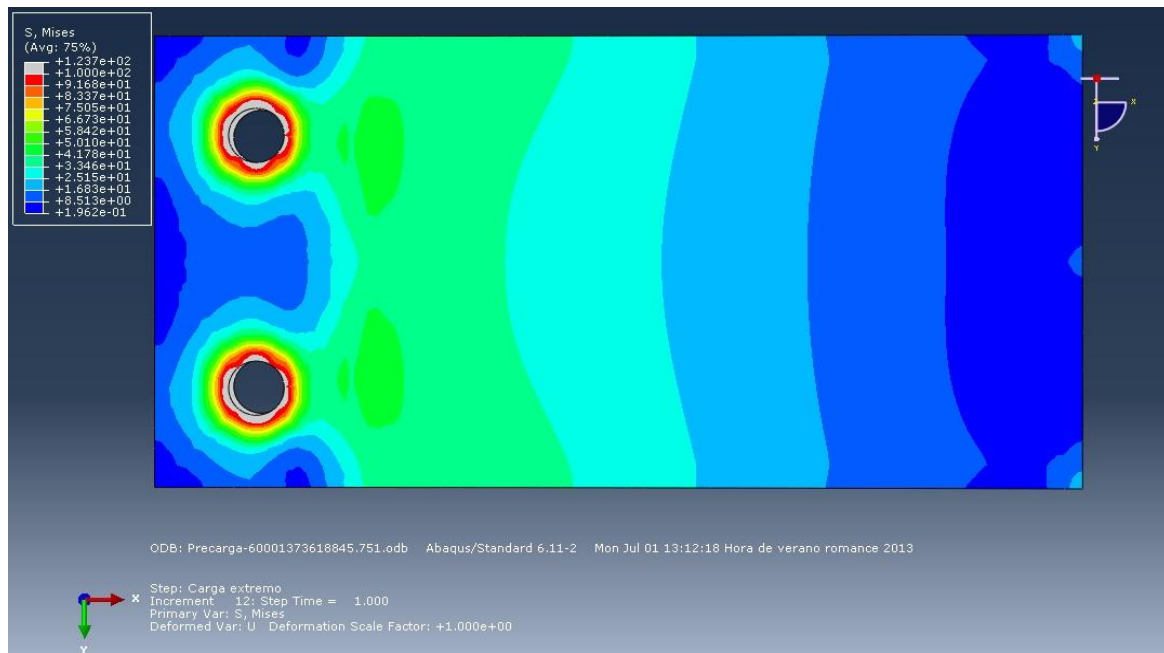
Las siguientes imágenes que presentamos, verifican gráficamente cómo varían las tensiones en la pieza; para ello, añadiremos imágenes de la cara inferior de la lámina, ya que, como hemos mencionado antes, esta zona dispone de un mayor número de tensiones.

10300 N

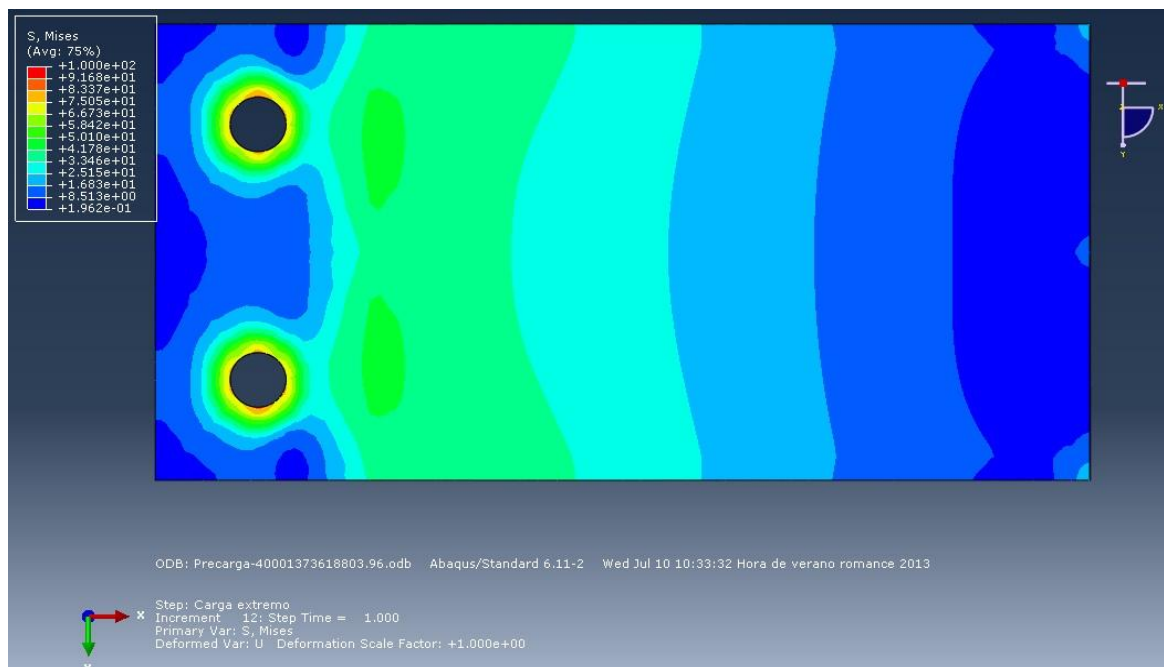
(61)

8000 N

(62)

6000 N

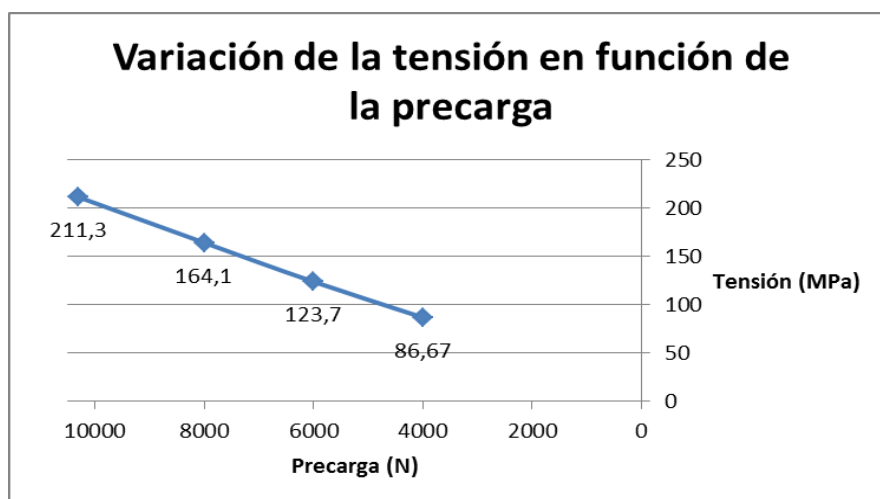
(63)

4000 N

(64)



Al igual que nos pasaba con la lámina anterior, ésta no dispone de las tensiones máximas de todo el conjunto, sino que tiene unas tensiones máximas propias inferiores. Para saber cómo varían las tensiones máximas en función de las cargas a las que hemos sometido al conjunto, adjunto el siguiente gráfico –imagen 65–:



(65)

Como se puede apreciar la tensión va disminuyendo linealmente y la diferencia entre máximos en función de la precarga es considerablemente mayor que en la otra lámina, puesto que en esta lámina la diferencia supera los 120 MPa.



6. CONCLUSIONES

La primera conclusión a la que llegamos con los resultados obtenidos es que la pieza se deforma visualmente poco, pero entrando en detalle en estas deformaciones se va notando la gran importancia de estas deformaciones.

Dicha deformación irá aumentando en función de que la precarga vaya disminuyendo, puesto que la unión entre las láminas se supone inicialmente inamovible, por lo tanto, si partimos desde ese supuesto en el que en dicha sección el desplazamiento es nulo, se prorrogará a lo largo de las láminas, especialmente de la *Lámina 2*, haciéndola más rígida y firme, y por lo tanto, disminuyendo el desplazamiento.

Otra conclusión que se obtiene, es que la pieza sufre el desplazamiento debido a la fuerza vertical descendente en el extremo, ya que la lámina se encuentra en voladizo y la fuerza ejercida le produce una flexión.

Hemos observado durante toda la explicación de la evaluación que, pese a que la precarga en los tornillos es alrededor de unas cien veces mayor –en el caso de la mayor precarga-, no consigue que la unión atornillada quede perfectamente unida sin desplazarse. Esto es debido a la geometría de la pieza y a la posición de las láminas; ya que por muy poca carga que haya en el extremo, siempre se va a deformar, puesto que al estar en voladizo y a tanta distancia de los tornillos y de la otra lámina, facilita dicha deformación.



Finalmente, para terminar con las conclusiones, es necesario comentar que si comparamos las concentraciones de tensiones que aparecen en las piezas, se ve con claridad que el lugar donde más aparecen es en los tornillos, debido a los motivos explicados anteriormente. Pero, por otro lado, a la hora de examinar y comparar las láminas entre sí, se aprecia que la *Lámina 2* sufre mayores tensiones que la primera; esto se produce porque dicha lámina sufre una deformación, lo que provoca que las tensiones que aparecen en contacto con la otra lámina, aumenten.



7. BIBLIOGRAFÍA

HIBBITT, KARLSSON & SORENSEN, COP. (2002): *Abaqus : release notes : versión 6.3*. Farmington Hills, Estados Unidos.

HIBBITT, KARLSSON & SORENSEN, COP. (2002): *Abaqus/Standard user's manual : versión 6.3*. Farmington Hills, Estados Unidos.

BARBERO, ENRIQUE; SINC (SERIVIO DE INFORMACIÓN Y NOTICIAS CIENTÍFICAS), UC3M (2011): *Tecnologías: tecnología e ingeniería mecánicas*. Madrid.

ZAYAS FIGUERAS, ENRIQUE; MARTÍNEZ MIRALLES, JORDI (2008): *Tecnologías de fabricación y tecnologías de máquinas*. Barcelona.

8. ANEXOS

ESCUELA DE INGENIERÍA TÉCNICA INDUSTRIAL DE ZARAGOZA



ÁREA DE EXPRESIÓN GRÁFICA EN LA INGENIERÍA

TEMA:

**ELEMENTOS NORMALIZADOS
(ELEMENTOS ROSCADOS, DE
UNIÓN Y SEGURIDAD)**

CODIGO 537
ESP. MECÁNICA
PRECIO 0,70 € 24

Dibujo II

Especialidad: MECÁNICA

CURSO 2010-2011

CHAVETAS PARALELAS

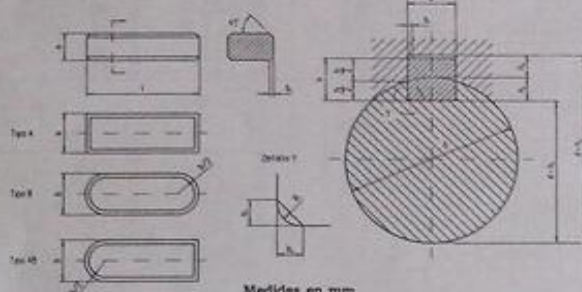
Serie normal

Esta norma establece las medidas y tolerancias de las chavetas paralelas, de sección cuadrada o rectangular, utilizadas en mecánica general, así como las de los chavetines en que se alojan.

DESIGNACION

Una chaveta paralela, tipo A, de ancho $b = 32$ mm, altura $h = 16$ mm y longitud $l = 180$ mm, se designa así:

Chaveta paralela A 32 x 16 x 180 UNE 17-102 h1



Medidas en mm

Sección $b \times h$	Ancho b		Altura h		Chavetín b_1		Longitud ⁽¹⁾ l	
	Nominal	Tolerancia ⁽¹⁾ $\pm 0,025$	Nominal	Tolerancia ⁽¹⁾ $\pm 0,025$	Mínimo	Máximo	de	a
2 x 2	2	0	2	0	0,16	0,25	6	27
3 x 3	3	-0,025	3	-0,025	0,16	0,25	6	36
4 x 4	4	0	4	0	0,16	0,25	8	45
5 x 5	5	-0,030	5	-0,030	0,25	0,40	10	56
6 x 6	6	0	6	0	0,25	0,40	14	70
8 x 8	8	0	7	0	0,25	0,40	18	90
10 x 8	10	-0,036	8	0	0,40	0,60	22	110
12 x 8	12	0	8	-0,090	0,40	0,60	28	140
14 x 9	14	0	9	0	0,40	0,60	36	160
16 x 10	16	-0,043	10	0	0,40	0,60	45	180
18 x 11	18	0	11	0	0,40	0,60	50	200
20 x 12	20	0	12	0	0,60	0,80	56	220
22 x 14	22	0	14	0	0,60	0,80	63	250
25 x 14	25	-0,052	14	-0,110	0,60	0,80	70	280
28 x 16	28	0	16	0	0,60	0,80	80	320
32 x 18	32	0	18	0	0,60	0,80	90	360
36 x 20	36	0	20	0	1,00	1,20	100	400
40 x 22	40	-0,062	22	0	1,00	1,20	—	—
45 x 25	45	0	25	-0,130	1,00	1,20	—	—
50 x 28	50	0	28	0	1,00	1,20	—	—
56 x 32	56	0	32	0	1,60	2,00	—	—
63 x 32	63	0	32	0	1,60	2,00	—	—
70 x 36	70	-0,074	36	0	1,60	2,00	—	—
80 x 40	80	0	40	-0,180	2,50	3,00	—	—
90 x 45	90	0	45	0	2,50	3,00	—	—
100 x 50	100	-0,087	50	0	2,50	3,00	—	—

(1) Tolerancia sobre la altura h de la chaveta: $\pm 0,025$ para las de sección cuadrada, y $\pm 0,030$ para las rectangulares.

(2) Las longitudes recomendadas son: 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 25, 28, 30, 36, 40, 45, 50, 56, 63, 70, 80, 90, 100, 110, 125, 140, 160, 180, 200, 220, 250, 280, 320, 360 y 400.

MATERIAL

Generalmente se emplea acero F-114 UNE 36-011 (CR).

Observaciones:

Hay que tener en cuenta las observaciones siguientes:

- Para los enchavetados normales, es de aplicación la relación entre el diámetro del eje y la sección de la chaveta.

Se permite el empleo de chavetas de sección más débil si su resistencia es suficiente para el esfuerzo a transmitir. En este caso, las profundidades h_1 y h_2 se calcularán para mantener las alturas portantes laterales iguales a $h/2$. No se permite el empleo de chavetas de sección más fuerte.

- La verificación de la profundidad de las ranuras en el eje y en el cubo se efectúa por medida directa, o por medición de las dimensiones $2t - h_1$ y $2t + h_2$. Las tolerancias dadas para h_1 y h_2 sirven para estos casos; la tolerancia sobre h , que figura en el cuadro de medidas de ajuste, se aplicará a la medida de $2t - h_1$ y $2t + h_2$. Las profundidades de las ranuras no se miden nunca apoyándose sobre las aristas exteriores de las mismas.

La tolerancia sobre h_1 y h_2 es aproximadamente igual a la calidad $h/12$ que se obtendría tomando como cota nominal la altura h de la chaveta.

Aplicación

Diámetro del eje d		Sección de la chaveta $b \times h$	Chavetas										
			Ancho b			Profundidad			Chaveta P_1				
			Tolerancia			En h_1	Cubo h_2						
			Clase de ajuste del enchavetado										
			Libre	Normal	Ajustado								
más de	hasta		Es H 9	Cubo D 18	Es H 9	Cubo Js 9	Es y cubo F 9	Normal	Tolerancia	Normal	Tolerancia	Módulo	Módulo
8	8	2 × 3	2	+ 0,025	+ 0,000	- 0,004	- 0,008	1,2		1		0,08	0,10
8	10	2 × 3	3	0	+ 0,030	- 0,008	- 0,012	1,3	+ 0,1	1,4	+ 0,1	0,08	0,10
10	12	4 × 4	4	+ 0,030	+ 0,010	0	- 0,012	2,3	3	1,5	0	0,08	0,10
12	17	5 × 5	5	0	+ 0,030	- 0,010	- 0,012	3	3	2,3		0,10	0,15
17	22	5 × 5	5	0	+ 0,030	- 0,010	- 0,012	3,5		2,8		0,10	0,15
22	30	8 × 7	8	+ 0,036	+ 0,008	0	- 0,015	4		3,5		0,14	0,20
30	36	10 × 6	10	0	+ 0,040	- 0,008	- 0,015	5		3,5		0,20	0,30
36	44	12 × 8	12					5		3,5		0,20	0,30
44	50	14 × 8	14	+ 0,043	+ 0,010	0	- 0,018	5,5		3,8		0,20	0,30
50	58	16 × 10	16	0	+ 0,050	- 0,010	- 0,020	6		4,3		0,20	0,30
58	65	18 × 11	18					7	+ 0,1	4,4	+ 0,1	0,20	0,30
65	75	20 × 12	20					7,5	0	4,4	0	0,20	0,30
75	85	22 × 14	22	+ 0,052	+ 0,010	0	- 0,022	8		5,4		0,40	0,60
85	95	25 × 14	25	0	+ 0,050	- 0,010	- 0,020	8		5,4		0,40	0,60
95	110	28 × 16	28					10		5,4		0,40	0,60
110	130	32 × 18	32					11		5,4		0,40	0,60
130	150	36 × 20	36	+ 0,062	+ 0,010	0	- 0,026	12		5,4		0,70	1,00
150	170	40 × 22	40	0	+ 0,060	- 0,010	- 0,026	13		10,4		0,70	1,00
170	200	45 × 25	45					15		10,4		0,70	1,00
200	230	50 × 28	50					17		11,4		0,70	1,00
230	260	56 × 32	56					20		12,4		0,70	1,00
260	290	63 × 32	63	+ 0,074	+ 0,020	0	- 0,030	20	+ 0,2	12,4	+ 0,1	1,20	1,60
290	330	70 × 36	70	0	+ 0,070	- 0,010	- 0,030	22	0	14,4	0	1,20	1,60
330	380	80 × 40	80					25		15,4		2,00	2,50
380	440	90 × 45	90	+ 0,087	+ 0,020	0	- 0,037	26		17,4		2,00	2,50
440	500	100 × 50	100	0	+ 0,070	- 0,010	- 0,037	31		19,5		2,00	2,50

LENGÜETAS REDONDAS DIN 6888

LENGÜETAS REDONDAS DIN 6888

Designación: lengüeta redonda b x h DIN 6888

Dimensiones de la lengüeta redonda

Sección de la lengüeta	anchura b	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5	5.5	6	6.5	7	7.5	8	8.5	9	10	10
altura h	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5	5.5	6	6.5	7	7.5	8	8.5	9	10	11	12	13
Perf. obtinible	mód. de	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
del eje d	tipo	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Diámetro d2	d2 mín.	0	0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Longitud l		7.82	8.78	9.74	10.70	11.66	12.62	13.58	14.54	15.50	16.46	17.42	18.38	19.34	20.30	21.26	22.22	23.18	24.14	25.10

Dimensiones del chavetero del eje

Acab. b	Acab. tipo PS	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5	5.5	6	6.5	7	7.5	8	8.5	9	10	10
Acab. tipo PS		1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5	5.5	6	6.5	7	7.5	8	8.5	9	10	10
Profundidad f1	Serie A	1	2	1.8	2.9	2.9	2.3	3.8	3.2	3.5	3	4.5	3.5	7	5.1	6.6	7.6	8.6	8.2	10.2
	Serie B	1	2	1.8	2.9	2.9	2.3	3.8	3.2	3.5	3	4.5	3.5	7	5.1	6.6	7.6	8.6	8.2	10.2
d2 mín. para A y B		+0.1	+0.1	+0.1	+0.1	+0.1	+0.1	+0.1	+0.1	+0.1	+0.1	+0.1	+0.1	+0.1	+0.1	+0.1	+0.1	+0.1	+0.1	+0.1
Diámetro d2 + 0.5		4	5	7	10	10	10	13	18	13	18	18	16	22	18	23	25	28	22	28

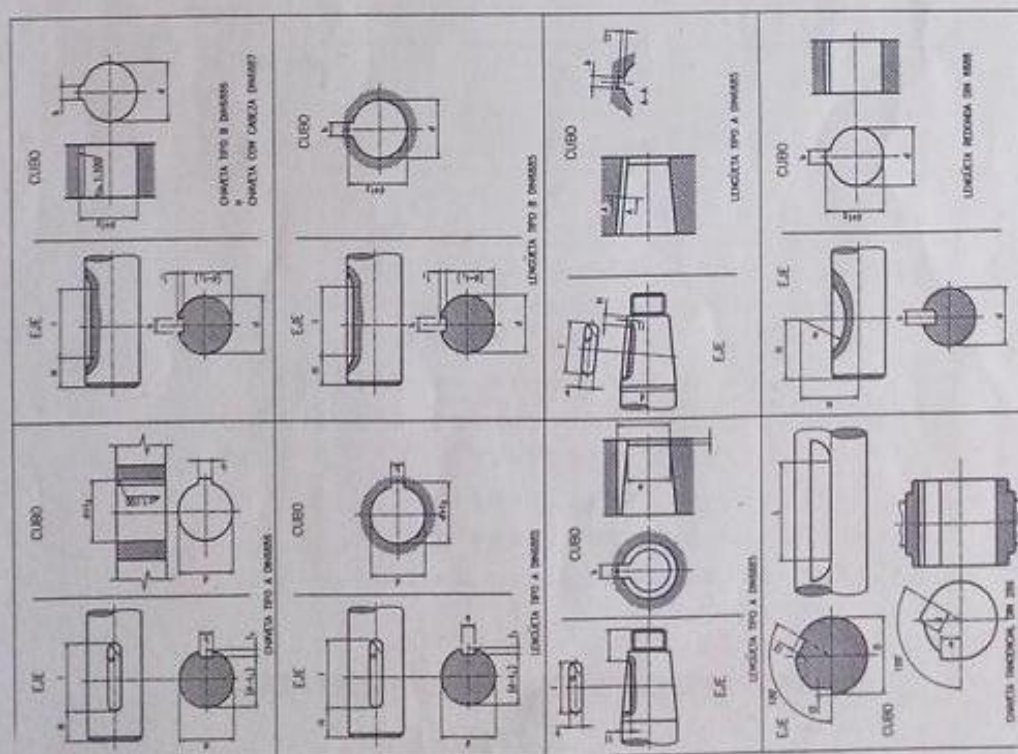
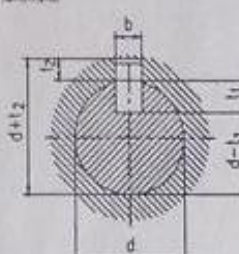
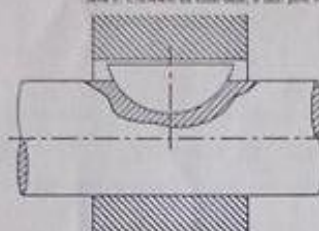
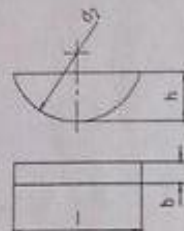
Dimensiones del chavetero del cubo

Acab. b	Acab. tipo PS	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5	5.5	6	6.5	7	7.5	8	8.5	9	10	10
Acab. tipo PS		1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5	5.5	6	6.5	7	7.5	8	8.5	9	10	10
Profundidad f2	Serie A	0.2	0.8	1	1	1	1.4	1.4	1.7	1.7	2.2	2.2	2.3	2.8	2.8	2.8	2.6	3	3	3.4
	Serie B	0.2	0.8	1	1	1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3
d2 mín. para A y B		+0.1	+0.1	+0.1	+0.1	+0.1	+0.1	+0.1	+0.1	+0.1	+0.1	+0.1	+0.1	+0.1	+0.1	+0.1	+0.1	+0.1	+0.1	+0.1
d2 mín. para A y B		+0.1	+0.1	+0.1	+0.1	+0.1	+0.1	+0.1	+0.1	+0.1	+0.1	+0.1	+0.1	+0.1	+0.1	+0.1	+0.1	+0.1	+0.1	+0.1

Acabado: Acero St 60

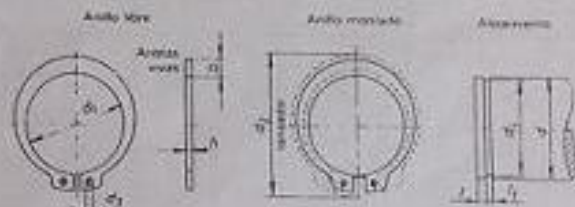
Serie A: Chavetero de cubo alto, se usa preferentemente

Serie B: Chavetero de cubo bajo, se usa para aplicaciones secundarias



Asociación de ranuras para chavetas y lengüetas.

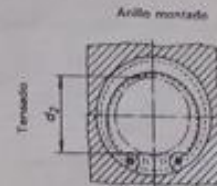
Interior
Se ancha con d_1 interior



Designación convencional Diámetro del eje d	Anillo					Alojamiento			Designación convencional Diámetro del eje d	Anillo					Alojamiento		
	h Tol 0 -0,05	b %	d_1 Tol	d_1 %	d_1 Tol +0,2 0	d_2 Tol	l Tol +0,2	l		h Tol 0 -0,05	b %	d_1 Tol	d_1 %	d_1 Tol +0,2 0	d_2 Tol	l Tol +0,2 0	l
12	1	1,8	11,0	+0,2 0	1,7	0 -0,2	1,1	1,5	50	2	5	45,8	+0,5 0	64	2,5	41 -0,5	2,2
13			11,9						52			47,8					
14			12,9						55			50,8					
15			13,8						58			53,8					
16	1,2	2,3	14,8	+0,2 0	2	0 -0,2	1,3	1,5	60	2,5	5,5	55,8	+0,5 0	75	3	57 -0,5	2,8
17			15,7						62			57,8					
18			16,7						65			60,8					
19			17,5						68			63,5					
20	1,5	3	18,5	+0,3 0	2,5	0 -0,3	1,7	2	70	3	8	65,5	+0,5 0	80	3,5	67 -0,5	3,3
21			19,5						75			70,5					
22			20,5						80			74,5					
24			22,3						85			79,5					
25	1,75	4	23,3	+0,3 0	2,5	0 -0,3	1,96	2	90	4	10	84,5	+1,0 0	110	4,3	85,5 -0,5	4
26			24,3						95			89,5					
28			25,9						100			94,5					
30			27,9						105			98					
32	4,8	4,5	29,5	+0,3 0	2,5	0 -0,3	1,96	2	110	11	10,5	103	+1,0 0	132	3,5	106 -0,5	4
34			31,5						115			108					
35			32,2						120			113					
36			33,2						125			118					
38	4,8	4,5	35,2	+0,3 0	2,5	0 -0,3	1,96	2	130	11	10,5	123	+1,0 0	158	3,5	126 -0,5	4
40			36,5						135			128					
42			38,5						140			133					
45			41,5						145			138					
48	4,8	4,5	44,5	+0,3 0	2,5	0 -0,3	1,96	2	150	11	10,5	143	+1,0 0	168	3,5	146 -0,5	4

Anillos elásticos de seguridad UNE 26075

Exterior



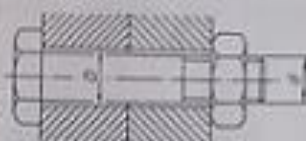
Designación convencional	Año						Alojamiento			Designación convencional	Año						Alojamiento					
	$\frac{h}{\text{Tol.}}$ 0 - 0,05	b =	d_1 Tol.	d_2	d_3 Tol. + 0,2 0	d_4 Tol.	l_1 Tol. + 0,2 0	l	$\frac{h}{\text{Tol.}}$ 0 - 0,05		b =	d_1 Tol.	d_2	d_3 Tol. + 0,2 0	d_4 Tol.	l_1 Tol. + 0,2 0	l					
12	1	1,6	13,0	0 - 0,2	4	1,7	12,5	+ 0,2 0	1,1	1,5	50	2	4,5	54,2	0 - 0,5	37	53	+ 0,5 0	2,7			
13			14,1		8		13,6				52			39		55						
14		2	15,1		7		14,6				55		5	58,2		41	58					
15			16,2		9		15,7				58			44		61						
16		17,3	10		16,8		60				2,5		64,2	45		63						
17		18,3	11		17,8		62						66,3	47		65						
18		2,4	19,3		13		19				2,5		69,3	50		68	2,5			72,5	52	71
19			20,5				20						65	55		73						
20		21,5	21		68		56				75											
22		23,5	23		72		57				78											
24	1,2	2,7	25,8	2	25,2	1,3	75	2,5	6	79,5	0 - 0,5	62	2,5	81	2,8	2,5						
25			26,8		15		26,2		78	6		82,5		64			83,5					
26		27,8	16		27,2		80		7	85,5		69		88,5								
28		30,1	18		29,4		85			3		90,5		73			93,5					
30	3	0 - 0,3	32,1	21	31,4	1,7	90	3	7,5		95,5	0 - 0,5	77	3	98,5	3,3	3					
32			34,4		23		33,7		95	100,5	81		104									
34	1,5	3,5	36,5	25	35,7	+ 0,3 0	100	1,7	8	105	0 - 1,0	84	3	109	+ 0,5 0	4,3	4					
35			37,8		37		105		8	112		89		114								
36			38,8		38		110		9	117		92		119								
37			39,8		39		115		10	122		96		124								
38	1,75	4	40,8	28	40	2,5	120	1,95	2	127	0 - 1,0	105	3,5	134	4,3	4						
40			43,5		42,5		132			99		129										
42			45,5		44,5		137			105		139										
45			48,5		47,5		142			110		144										
47	4,5	50,5	33	34	49,5	50,5	140	1,95	2	147	0 - 1,0	115	3,5	144	4,3	4						
48			51,5		50,5		145			152		120		149								

Ejecuciones m, mg, g			
Superficie	m (medida)	mg (semi-basta)	g (basta)
	Profundidad de surcos P_s en μm máx.		
Flancos de rosca en tornillos y tuercas Núcleos de rosca en tornillos Superficies de apoyo	25	25	40
Excentros entrocados	100	arbitrario	arbitrario
Núcleos de rosca en tuercas Diámetro exterior de rosca en tornillos	arbitrario		
Otras superficies	25		

Sistema de designación de las características mecánicas de los tornillos DIN 913, hoja 2

Marcas para tornillos		2 - 3	4 - 6	4 - 8	5 - 6	5 - 8	6 - 8	6 - 10	8 - 10	8 - 12	10 - 12	12 - 16
Ensam	Resistencia a tracción R_t (kgf/cm ²)	34	40	45	50	55	60	65	70	80	100	120
	Limit de elongación A_2 (%)	18	24	32	30	40	36	48	54	64	90	106
Marcas para tuercas			4	4	5	5	6	6	8	8	10	12

Agujeros pasantes para tornillos de rosca métrica UNE 17-058-75



Diámetro nominal d	Diámetro del agujero D Serie					
	Fina		Medio		Basta	
	Medida	Tol. H12	Medida	Tol. H13	Medida	Tol. H14
1,6	1,7	+ 0,100 0	1,8	+ 0,140 0	2	+ 0,250 0
2	2,2		2,4		2,6	
2,5	2,7		2,9		3,1	
3	3,2	+ 0,120 0	3,4	+ 0,180 0	3,6	+ 0,300 0
4	4,3		4,5		4,8	
5	5,3		5,5		5,8	
6	6,4	+ 0,160 0	6,6	+ 0,220 0	7	+ 0,360 0
7	7,4		7,6		8	
8	8,4		9		10	
10	10,5	+ 0,180 0	11	+ 0,270 0	12	+ 0,430 0
12	13		14		15	
14	15		16		17	
16	17	+ 0,210 0	18	+ 0,330 0	19	+ 0,520 0
18	19		20		21	
20	21		22		24	
22	23	+ 0,250 0	24	+ 0,390 0	26	+ 0,620 0
24	25		26		28	
27	28		30		32	
30	31	+ 0,250 0	33	+ 0,390 0	35	+ 0,620 0
33	34		36		38	
37	37		39		42	
40	40		47		45	

Scutellaria hexagonalis Marshall 1842
1842-1843



	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044	2045	2046	2047	2048	2049	2050	2051	2052	2053	2054	2055	2056	2057	2058	2059	2060	2061	2062	2063	2064	2065	2066	2067	2068	2069	2070	2071	2072	2073	2074	2075	2076	2077	2078	2079	2080	2081	2082	2083	2084	2085	2086	2087	2088	2089	2090	2091	2092	2093	2094	2095	2096	2097	2098	2099																																																																																																																																																																																																																																							
1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179	180	181	182	183	184	185	186	187	188	189	190	191	192	193	194	195	196	197	198	199	200	201	202	203	204	205	206	207	208	209	210	211	212	213	214	215	216	217	218	219	220	221	222	223	224	225	226	227	228	229	230	231	232	233	234	235	236	237	238	239	240	241	242	243	244	245	246	247	248	249	250	251	252	253	254	255	256	257	258	259	260	261	262	263	264	265	266	267	268	269	270	271	272	273	274	275	276	277	278	279	280	281	282	283	284	285	286	287	288	289	290	291	292	293	294	295	296	297	298	299	300	301	302	303	304	305	306	307	308	309	310	311	312	313	314	315	316	317	318	319	320	321	322	323	324	325	326	327	328	329	330	331	332	333	334	335	336	337	338	339	340	341

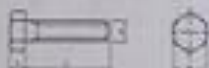
	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0
90	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0
80	80	70	60	50	40	30	20	10	0	-10
70	70	60	50	40	30	20	10	0	-10	-20
60	60	50	40	30	20	10	0	-10	-20	-30
50	50	40	30	20	10	0	-10	-20	-30	-40
40	40	30	20	10	0	-10	-20	-30	-40	-50
30	30	20	10	0	-10	-20	-30	-40	-50	-60
20	20	10	0	-10	-20	-30	-40	-50	-60	-70
10	10	0	-10	-20	-30	-40	-50	-60	-70	-80
0	0	-10	-20	-30	-40	-50	-60	-70	-80	-90
-10	-10	-20	-30	-40	-50	-60	-70	-80	-90	-100
-20	-20	-30	-40	-50	-60	-70	-80	-90	-100	-110
-30	-30	-40	-50	-60	-70	-80	-90	-100	-110	-120
-40	-40	-50	-60	-70	-80	-90	-100	-110	-120	-130
-50	-50	-60	-70	-80	-90	-100	-110	-120	-130	-140
-60	-60	-70	-80	-90	-100	-110	-120	-130	-140	-150
-70	-70	-80	-90	-100	-110	-120	-130	-140	-150	-160
-80	-80	-90	-100	-110	-120	-130	-140	-150	-160	-170
-90	-90	-100	-110	-120	-130	-140	-150	-160	-170	-180
-100	-100	-110	-120	-130	-140	-150	-160	-170	-180	-190
-110	-110	-120	-130	-140	-150	-160	-170	-180	-190	-200
-120	-120	-130	-140	-150	-160	-170	-180	-190	-200	-210
-130	-130	-140	-150	-160	-170	-180	-190	-200	-210	-220
-140	-140	-150	-160	-170	-180	-190	-200	-210	-220	-230
-150	-150	-160	-170	-180	-190	-200	-210	-220	-230	-240
-160	-160	-170	-180	-190	-200	-210	-220	-230	-240	-250
-170	-170	-180	-190	-200	-210	-220	-230	-240	-250	-260
-180	-180	-190	-200	-210	-220	-230	-240	-250	-260	-270
-190	-190	-200	-210	-220	-230	-240	-250	-260	-270	-280
-200	-200	-210	-220	-230	-240	-250	-260	-270	-280	-290
-210	-210	-220	-230	-240	-250	-260	-270	-280	-290	-300
-220	-220	-230	-240	-250	-260	-270	-280	-290	-300	-310
-230	-230	-240	-250	-260	-270	-280	-290	-300	-310	-320
-240	-240	-250	-260	-270	-280	-290	-300	-310	-320	-330
-250	-250	-260	-270	-280	-290	-300	-310	-320	-330	-340
-260	-260	-270	-280	-290	-300	-310	-320	-330	-340	-350
-270	-270	-280	-290	-300	-310	-320	-330	-340	-350	-360
-280	-280	-290	-300	-310	-320	-330	-340	-350	-360	-370
-290	-290	-300	-310	-320	-330	-340	-350	-360	-370	-380
-300	-300	-310	-320	-330	-340	-350	-360	-370	-380	-390
-310	-310	-320	-330	-340	-350	-360	-370	-380	-390	-400
-320	-320	-330	-340	-350	-360	-370	-380	-390	-400	-410
-330	-330	-340	-350	-360	-370	-380	-390	-400	-410	-420
-340	-340	-350	-360	-370	-380	-390	-400	-410	-420	-430
-350	-350	-360	-370	-380	-390	-400	-410	-420	-430	-440
-360	-360	-370	-380	-390	-400	-410	-420	-430	-440	-450
-370	-370	-380	-390	-400	-410	-420	-430	-440	-450	-460
-380	-380	-390	-400	-410	-420	-430	-440	-450	-460	-470
-390	-390	-400	-410	-420	-430	-440	-450	-460	-470	-480
-400	-400	-410	-420	-430	-440	-450	-460	-470	-480	-490
-410	-410	-420	-430	-440	-450	-460	-470	-480	-490	-500
-420	-420	-430	-440	-450	-460	-470	-480	-490	-500	-510
-430	-430	-440	-450	-460	-470	-480	-490	-500	-510	-520
-440	-440	-450	-460	-470	-480	-490	-500	-510	-520	-530
-450	-450	-460	-470	-480	-490	-500	-510	-520	-530	-540
-460	-460	-470	-480	-490	-500	-510	-520	-530	-540	-550
-470	-470	-480	-490	-500	-510	-520	-530	-540	-550	-560
-480	-480	-490	-500	-510	-520	-530	-540	-550	-560	-570
-490	-490	-500	-510	-520	-530	-540	-550	-560	-570	-580
-500	-500	-510	-520	-530	-540	-550	-560	-570	-580	-590
-510	-510	-520	-530	-540	-550	-560	-570	-580	-590	-600
-520	-520	-530	-540	-550	-560	-570	-580	-590	-600	-610
-530	-530	-540	-550	-560	-570	-580	-590	-600	-610	-620
-540	-540	-550	-560	-570	-580	-590	-600	-610	-620	-630
-550	-550	-560	-570	-580	-590	-600	-610	-620	-630	-640
-560	-560	-570	-580	-590	-600	-610	-620	-630	-640	-650
-570	-570	-580	-590	-600	-610	-620	-630	-640	-650	-660
-580	-580	-590	-600	-610	-620	-630	-640	-650	-660	-670
-590	-590	-600	-610	-620	-630	-640	-650	-660	-670	-680
-600	-600	-610	-620	-630	-640	-650	-660	-670	-680	-690
-610	-610	-620	-630	-640	-650	-660	-670	-680	-690	-700
-620	-620	-630	-640	-650	-660	-670	-680	-690	-700	-710
-630	-630	-640	-650	-660	-670	-680	-690	-700	-710	-720
-640	-640	-650	-660	-670	-680	-690	-700	-710	-720	-730
-650	-650	-660	-670	-680	-690	-700	-710	-720	-730	-740
-660	-660	-670	-680	-690	-700	-710	-720	-730	-740	-750
-670	-670	-680	-690	-700	-710	-720	-730	-740	-750	-760
-680	-680	-690	-700	-710	-720	-730	-740	-750	-760	-770
-690	-690	-700	-710	-720	-730	-740	-750	-760	-770	-780
-700	-700	-710	-720	-730	-740	-750	-760	-770	-780	-790
-710	-710	-720	-730	-740	-750	-760	-770	-780	-790	-800
-720	-720	-730	-740	-750	-760	-770	-780	-790	-800	-810
-730	-730	-740	-750	-760	-770	-780	-790	-800	-810	-820
-740	-740	-750	-760	-770	-780	-790	-800	-810	-820	-830
-750	-750	-760	-770	-780	-790	-800	-810	-820	-830	-840
-760	-760	-770	-780	-790	-800	-810	-820	-830	-840	-850
-770	-770	-780	-790	-800	-810	-820	-830	-840	-850	-860
-780	-780	-790	-800	-810	-820	-830	-840	-850	-860	-870
-790	-790	-800	-810	-820	-830	-840	-850	-860	-870	-880
-800	-800	-810	-820	-830	-840	-850	-860	-870	-880	-890
-810	-810	-820	-830	-840	-850	-860	-870	-880	-890	-900
-820	-820	-830	-840	-850	-860	-870	-880	-890	-900	-910
-830	-830	-840	-850	-860	-870	-880	-890	-900	-910	-920
-840	-840	-850	-860	-870	-880	-890	-900	-910	-920	-930
-850	-850	-860	-870	-880	-890	-900	-910	-920	-930	-940
-860	-860	-870	-880	-890	-900	-910	-920	-930	-940	-950
-870	-870	-880	-890	-900	-910	-920	-930	-940	-950	-960
-880	-880	-890	-900	-910	-920	-930	-940	-950	-960	-970
-890	-890	-900	-910	-920	-930	-940	-950	-960	-970	-980
-900	-900	-910	-920	-930	-940	-950	-960	-970	-980	-990



Downloaded from <http://ajphaphysiol.org/> at University of California, San Diego on June 11, 2015

[illegible][illegible]

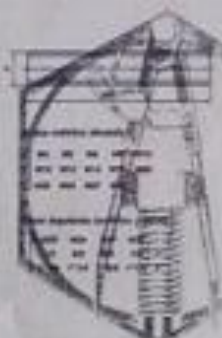
Tornillo hexagonal todo mecado
2000 x 1



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100

Category	Value
Category 1	1.00
Category 2	1.00
Category 3	1.00
Category 4	1.00
Category 5	1.00
Category 6	1.00
Category 7	1.00
Category 8	1.00
Category 9	1.00
Category 10	1.00
Category 11	1.00
Category 12	1.00
Category 13	1.00
Category 14	1.00
Category 15	1.00
Category 16	1.00
Category 17	1.00
Category 18	1.00
Category 19	1.00
Category 20	1.00
Category 21	1.00
Category 22	1.00
Category 23	1.00
Category 24	1.00
Category 25	1.00
Category 26	1.00
Category 27	1.00
Category 28	1.00
Category 29	1.00
Category 30	1.00
Category 31	1.00
Category 32	1.00
Category 33	1.00
Category 34	1.00
Category 35	1.00
Category 36	1.00
Category 37	1.00
Category 38	1.00
Category 39	1.00
Category 40	1.00
Category 41	1.00
Category 42	1.00
Category 43	1.00
Category 44	1.00
Category 45	1.00
Category 46	1.00
Category 47	1.00
Category 48	1.00
Category 49	1.00
Category 50	1.00
Category 51	1.00
Category 52	1.00
Category 53	1.00
Category 54	1.00
Category 55	1.00
Category 56	1.00
Category 57	1.00
Category 58	1.00
Category 59	1.00
Category 60	1.00
Category 61	1.00
Category 62	1.00
Category 63	1.00
Category 64	1.00
Category 65	1.00
Category 66	1.00
Category 67	1.00
Category 68	1.00
Category 69	1.00
Category 70	1.00
Category 71	1.00
Category 72	1.00
Category 73	1.00
Category 74	1.00
Category 75	1.00
Category 76	1.00
Category 77	1.00
Category 78	1.00
Category 79	1.00
Category 80	1.00
Category 81	1.00
Category 82	1.00
Category 83	1.00
Category 84	1.00
Category 85	1.00
Category 86	1.00
Category 87	1.00
Category 88	1.00
Category 89	1.00
Category 90	1.00
Category 91	1.00
Category 92	1.00
Category 93	1.00
Category 94	1.00
Category 95	1.00
Category 96	1.00
Category 97	1.00
Category 98	1.00
Category 99	1.00
Category 100	1.00

Vanilla apocynifolia
DC. 1795: 48.

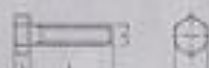
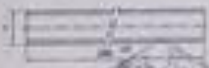


Bayer numbers								
1	100	101	102	103	104	105	106	107
2	108	109	110	111	112	113	114	115
3	116	117	118	119	120	121	122	123

Data 2017 (Millions)							
	18	20	22	24	26	28	30
1	100	110	120	130	140	150	160
2	170	180	190	200	210	220	230
3	240	250	260	270	280	290	300



Terrestrial hexagonal boron compounds
see 71434

[illegible][illegible]Verilla reade
204-471-8-4

Index values

Figure 10.10.10

Base Price (Minimum):

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----

Read carefully before using



Arandela plana DIN 125 biselada

[illegible]

Acanthella phara standard broods													
Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Total
1980-81	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	1200
1981-82	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	1200
1982-83	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	1200
1983-84	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	1200
1984-85	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	1200
1985-86	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	1200
1986-87	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	1200
1987-88	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	1200
1988-89	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	1200
1989-90	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	1200
1990-91	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	1200
1991-92	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	1200
1992-93	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	1200
1993-94	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	1200
1994-95	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	1200
1995-96	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	1200
1996-97	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	1200
1997-98	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	1200
1998-99	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	1200
1999-00	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	1200
2000-01	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	1200
2001-02	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	1200
2002-03	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	1200
2003-04	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	1200
2004-05	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	1200
2005-06	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	1200
2006-07	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	1200
2007-08	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	1200
2008-09	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	1200
2009-10	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	1200
2010-11	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	1200
2011-12	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	1200
2012-13	100	100	100	100	100								

Arundinella plana CYN 9025

Arandola plana DIN 128

Arandele plane DIN 433

Arandela plana DIN 7929

Arandela plana DIN 1440

Aracelis de muelle Grower
DIN 127-6

Figure 1


Arundo donax L. o caña de azúcar

[illegible][illegible]

Avizos de contacto	
400 250 000	
Clase de contacto	100 250 300 400 500 600 700 800 900 1000
1	100 250 300 400 500 600 700 800 900 1000

Acropora cyda
Dun. 420

Acasacela de creștină



From the DHE TST at
1.0, 1.25, 1.5, 1.75, 2.0, 2.25, 2.5, 2.75, 3.0, 3.25, 3.5, 3.75, 4.0, 4.25, 4.5, 4.75, 5.0, 5.25, 5.5, 5.75, 6.0, 6.25, 6.5, 6.75, 7.0, 7.25, 7.5, 7.75, 8.0, 8.25, 8.5, 8.75, 9.0, 9.25, 9.5, 9.75, 10.0, 10.25, 10.5, 10.75, 11.0, 11.25, 11.5, 11.75, 12.0, 12.25, 12.5, 12.75, 13.0, 13.25, 13.5, 13.75, 14.0, 14.25, 14.5, 14.75, 15.0, 15.25, 15.5, 15.75, 16.0, 16.25, 16.5, 16.75, 17.0, 17.25, 17.5, 17.75, 18.0, 18.25, 18.5, 18.75, 19.0, 19.25, 19.5, 19.75, 20.0, 20.25, 20.5, 20.75, 21.0, 21.25, 21.5, 21.75, 22.0, 22.25, 22.5, 22.75, 23.0, 23.25, 23.5, 23.75, 24.0, 24.25, 24.5, 24.75, 25.0, 25.25, 25.5, 25.75, 26.0, 26.25, 26.5, 26.75, 27.0, 27.25, 27.5, 27.75, 28.0, 28.25, 28.5, 28.75, 29.0, 29.25, 29.5, 29.75, 30.0, 30.25, 30.5, 30.75, 31.0, 31.25, 31.5, 31.75, 32.0, 32.25, 32.5, 32.75, 33.0, 33.25, 33.5, 33.75, 34.0, 34.25, 34.5, 34.75, 35.0, 35.25, 35.5, 35.75, 36.0, 36.25, 36.5, 36.75, 37.0, 37.25, 37.5, 37.75, 38.0, 38.25, 38.5, 38.75, 39.0, 39.25, 39.5, 39.75, 40.0, 40.25, 40.5, 40.75, 41.0, 41.25, 41.5, 41.75, 42.0, 42.25, 42.5, 42.75, 43.0, 43.25, 43.5, 43.75, 44.0, 44.25, 44.5, 44.75, 45.0, 45.25, 45.5, 45.75, 46.0, 46.25, 46.5, 46.75, 47.0, 47.25, 47.5, 47.75, 48.0, 48.25, 48.5, 48.75, 49.0, 49.25, 49.5, 49.75, 50.0, 50.25, 50.5, 50.75, 51.0, 51.25, 51.5, 51.75, 52.0, 52.25, 52.5, 52.75, 53.0, 53.25, 53.5, 53.75, 54.0, 54.25, 54.5, 54.75, 55.0, 55.25, 55.5, 55.75, 56.0, 56.25, 56.5, 56.75, 57.0, 57.25, 57.5, 57.75, 58.0, 58.25, 58.5, 58.75, 59.0, 59.25, 59.5, 59.75, 60.0, 60.25, 60.5, 60.75, 61.0, 61.25, 61.5, 61.75, 62.0, 62.25, 62.5, 62.75, 63.0, 63.25, 63.5, 63.75, 64.0, 64.25, 64.5, 64.75, 65.0, 65.25, 65.5, 65.75, 66.0, 66.25, 66.5, 66.75, 67.0, 67.25, 67.5, 67.75, 68.0, 68.25, 68.5, 68.75, 69.0, 69.25, 69.5, 69.75, 70.0, 70.25, 70.5, 70.75, 71.0, 71.25, 71.5, 71.75, 72.0, 72.25, 72.5, 72.75, 73.0, 73.25, 73.5, 73.75, 74.0, 74.25, 74.5, 74.75, 75.0, 75.25, 75.5, 75.75, 76.0, 76.25, 76.5, 76.75, 77.0, 77.25, 77.5, 77.75, 78.0, 78.25, 78.5, 78.75, 79.0, 79.25, 79.5, 79.75, 80.0, 80.25, 80.5, 80.75, 81.0, 81.25, 81.5, 81.75, 82.0, 82.25, 82.5, 82.75, 83.0, 83.25, 83.5, 83.75, 84.0, 84.25, 84.5, 84.75, 85.0, 85.25, 85.5, 85.75, 86.0, 86.25, 86.5, 86.75, 87.0, 87.25, 87.5, 87.75, 88.0, 88.25, 88.5, 88.75, 89.0, 89.25, 89.5, 89.75, 90.0, 90.25, 90.5, 90.75, 91.0, 91.25, 91.5, 91.75, 92.0, 92.25, 92.5, 92.75, 93.0, 93.25, 93.5, 93.75, 94.0, 94.25, 94.5, 94.75, 95.0, 95.25, 95.5, 95.75, 96.0, 96.25, 96.5, 96.75, 97.0, 97.25, 97.5, 97.75, 98.0, 98.25, 98.5, 98.75, 99.0, 99.25, 99.5, 99.75, 100.0, 100.25, 100.5, 100.75, 101.0, 101.25, 101.5, 101.75, 102.0, 102.25, 102.5, 102.75, 103.0, 103.25, 103.5, 103.75, 104.0, 104.25, 104.5, 104.75, 105.0, 105.25, 105.5, 105.75, 106.0, 106.25, 106.5, 106.75, 107.0, 107.25, 107.5, 107.75, 108.0, 108.25, 108.5, 108.75, 109.0, 109.25, 109.5, 109.75, 110.0, 110.25, 110.5, 110.75, 111.0, 111.25, 111.5, 111.75, 112.0, 112.25, 112.5, 112.75, 113.0, 113.25, 113.5, 113.75, 114.0, 114.25, 114.5, 114.75, 115.0, 115.25, 115.5, 115.75, 116.0, 116.25, 116.5, 116.75, 117.0, 117.25, 117.5, 117.75, 118.0, 118.25, 118.5, 118.75, 119.0, 119.25, 119.5, 119.75, 120.0, 120.25, 120.5, 120.75, 121.0, 121.25, 121.5, 121.75, 122.0, 122.25, 122.5, 122.75, 123.0, 123.25, 123.5, 123.75, 124.0, 124.25, 124.5, 124.75, 125.0, 125.25, 125.5, 125.75, 126.0, 126.25, 126.5, 126.75, 127.0, 127.25, 127.5, 127.75, 128.0, 128.25, 128.5, 128.75, 129.0, 129.25, 129.5, 129.75, 130.0, 130.25, 130.5, 130.75, 131.0, 131.25, 131.5, 131.75, 132.0, 132.25, 132.5, 132.75, 133.0, 133.25, 133.5, 133.75, 134.0, 134.25, 134.5, 134.75, 135.0, 135.25, 135.5, 135.75, 136.0, 136.25, 136.5, 136.75, 137.0, 137.25, 137.5, 137.75, 138.0, 138.25, 138.5, 138.75, 139.0, 139.25, 139.5, 139.75, 140.0, 140.25, 140.5, 140.75, 141.0, 141.25, 141.5, 141.75, 142.0, 142.25, 142.5, 142.75, 143.0, 143.25, 143.5, 143.75, 144.0, 144.25, 144.5, 144.75, 145.0, 145.25, 145.5, 145.75, 146.0, 146.25, 146.5, 146.75, 147.0, 147.25, 147.5, 147.75, 148.0, 148.25, 148.5, 148.75, 149.0, 149.25, 149.5, 149.75, 150.0, 150.25, 150.5, 150.75, 151.0, 151.25, 15

Arredola especial para tor

Grupillo o anillo de seguridad para eje
DN 40

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75
76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125
126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150
151	152	153	154	155	156	157	158	159	160	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175
176	177	178	179	180	181	182	183	184	185	186	187	188	189	190	191	192	193	194	195	196	197	198	199	200
201	202	203	204	205	206	207	208	209	210	211	212	213	214	215	216	217	218	219	220	221	222	223	224	225
226	227	228	229	230	231	232	233	234	235	236	237	238	239	240	241	242	243	244	245	246	247	248	249	250
251	252	253	254	255	256	257	258	259	260	261	262	263	264	265	266	267	268	269	270	271	272	273	274	275
276	277	278	279	280	281	282	283	284	285	286	287	288	289	290	291	292	293	294	295	296	297	298	299	300
301	302	303	304	305	306	307	308	309	310	311	312	313	314	315	316	317	318	319	320	321	322	323	324	325
326	327	328	329	330	331	332	333	334	335	336	337	338	339	340	341	342	343	344	345	346	347	348	349	350
351	352	353	354	355	356	357	358	359	360	361	362	363	364	365	366	367	368	369	370	371	372	373	374	375
376	377	378	379	380	381	382	383	384	385	386	387	388	389	390	391	392	393	394	395	396	397	398	399	400
401	402	403	404	405	406	407	408	409	410	411	412	413	414	415	416	417	418	419	420	421	422	423	424	425
426	427	428	429	430	431	432	433	434	435	436	437	438	439	440	441	442	443	444	445	446	447	448	449	450
451	452	453	454	455	456	457	458	459	460	461	462	463	464	465	466	467	468	469	470	471	472	473	474	475
476	477	478	479	480	481	482	483	484	485	486	487	488	489	490	491	492	493	494	495	496	497	498	499	500
501	502	503	504	5																				

Grupilla o anillo de seguridad para agujero
DIN 472

M	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	36	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	110	120	130	140	150	160	180	200	220	240	260	280	300	320	360	400	450	500	550	600	650	700	750	800	900	1000	1100	1200	1400	1600	1800	2000	2200	2400	2600	2800	3000	3200	3600	4000	4500	5000	5500	6000	6500	7000	7500	8000	9000	10000	11000	12000	14000	16000	18000	20000	22000	24000	26000	28000	30000	32000	36000	40000	45000	50000	55000	60000	65000	70000	75000	80000	90000	100000	110000	120000	140000	160000	180000	200000	220000	240000	260000	280000	300000	320000	360000	400000	450000	500000	550000	600000	650000	700000	750000	800000	900000	1000000	1100000	1200000	1400000	1600000	1800000	2000000	2200000	2400000	2600000	2800000	3000000	3200000	3600000	4000000	4500000	5000000	5500000	6000000	6500000	7000000	7500000	8000000	9000000	10000000	11000000	12000000	14000000	16000000	18000000	20000000	22000000	24000000	26000000	28000000	30000000	32000000	36000000	40000000	45000000	50000000	55000000	60000000	65000000	70000000	75000000	80000000	90000000	100000000	110000000	120000000	140000000	160000000	180000000	200000000	220000000	240000000	260000000	280000000	300000000	320000000	360000000	400000000	450000000	500000000	550000000	600000000	650000000	700000000	750000000	800000000	900000000	1000000000	1100000000	1200000000	1400000000	1600000000	1800000000	2000000000	2200000000	2400000000	2600000000	2800000000	3000000000	3200000000	3600000000	4000000000	4500000000	5000000000	5500000000	6000000000	6500000000	7000000000	7500000000	8000000000	9000000000	10000000000	11000000000	12000000000	14000000000	16000000000	18000000000	20000000000	22000000000	24000000000	26000000000	28000000000	30000000000	32000000000	36000000000	40000000000	45000000000	50000000000	55000000000	60000000000	65000000000	70000000000	75000000000	80000000000	90000000000	100000000000	110000000000	120000000000	140000000000	160000000000	180000000000	200000000000	220000000000	240000000000	260000000000	280000000000	300000000000	320000000000	360000000000	400000000000	450000000000	500000000000	550000000000	600000000000	650000000000	700000000000	750000000000	800000000000	900000000000	1000000000000	1100000000000	1200000000000	1400000000000	1600000000000	1800000000000	2000000000000	2200000000000	2400000000000	2600000000000	2800000000000	3000000000000	3200000000000	3600000000000	4000000000000	4500000000000	5000000000000	5500000000000	6000000000000	6500000000000	7000000000000	7500000000000	8000000000000	9000000000000	10000000000000	11000000000000	12000000000000	14000000000000	16000000000000	18000000000000
---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------


Arandela de seguridad para eje
Des. 1709

Arctostaphylos densata (L.) A. N. S. P.
D. W. 6707

Forma 40	
A	10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 110 120 130 140 150 160 170 180 190 200
B	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20
C	10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 110 120 130 140 150 160 170 180 190 200
Forma 41	

Asamblea de la comunidad en el interior

CHN 4796
Preliminary

[illegible]



d	D	B	Referencia
10	30	9	7200
12	32	11	7202
15	42	13	7302
20	47	14	7204
25	52	15	7304
28	62	16	7206
32	62	17	7306
36	62	18	7208
40	72	18	7308
48	72	17	7207
52	80	21	7307
60	80	18	7209
65	90	23	7309

d	D	B	Referencia
45	85	10	7205
50	90	23	7305
55	100	21	7211
60	110	27	7311
65	120	29	7311
70	125	34	7214
75	130	35	7314
80	140	36	7216
85	150	39	7316
90	160	41	7217
95	170	43	7317
100	180	45	7218
110	190	47	7318
120	200	48	7220
130	215	51	7320



d	D	B	Referencia
15	35	15.5	3202
20	47	20.8	3204
25	52	22.2	3204
28	62	22.8	3206
32	62	25.4	3306
36	72	27	3207
40	80	30.2	3208
45	80	34.5	3308

d	D	B	Referencia
45	85	30.2	3205
50	90	33.7	3210
55	100	33.3	3211
60	110	44.4	3210
65	120	38.1	3213
70	125	38.7	3313
75	135	39.7	3214
80	150	50.5	3314
85	160	41.3	3215
90	160	44.8	3315
95	170	44.8	3216
100	170	46.3	3316
105	180	49.2	3217
110	180	52.4	3317
115	190	52.4	3218
120	190	55.6	3318
125	200	57.8	3219
130	200	60.3	3319
135	215	62.6	3220
140	215	65.8	3320



d	D	B	Referencia
10	30	9	1200
12	30	14	2200
15	32	16	1201
17	32	14	2201
20	37	17	2301
25	36	11	1202
28	36	14	2202
32	42	13	1302
36	42	17	2302
40	40	12	1203
45	40	16	2303
50	47	14	1303
55	47	18	2303
60	47	14	1204
65	47	18	2304
70	50	15	1304
75	52	21	2304
80	52	15	1205
85	52	18	2305
90	62	17	1305
95	62	24	2305

d	D	B	Referencia
30	62	16	1206
35	62	20	2206
40	72	19	1306
45	72	27	2306
50	72	17	1207
55	72	23	2207
60	80	21	1307
65	80	31	2307
70	80	16	1208
75	80	23	2208
80	90	23	1308
85	90	33	2308
90	85	18	1209
95	85	23	2209
100	100	25	1309
105	100	36	2309
110	90	20	1210
115	90	29	2210
120	110	27	1310
125	100	21	1211
130	100	25	2211
135	120	29	1311
140	120	43	2311
145	110	22	1212
150	110	28	2212
155	130	31	1312
160	130	46	2312
165	120	23	1213
170	120	31	2213
175	140	33	1313
180	140	48	2313

d	D	B	Referencia
70	125	24	1214
75	125	31	2214
80	150	25	1314
85	150	31	2314
90	130	25	1215
95	130	31	2215
100	150	37	1315
105	150	55	2315
110	140	28	1216
115	140	33	2216
120	170	39	1316
125	170	58	2316
130	150	28	1217
135	150	34	2217
140	160	41	1317
145	160	60	2317
150	160	30	1218
155	160	40	2218
160	190	43	1318
165	190	64	2318

Fig. 10.8. Dimensiunile de calcul ale rulmenților rigizi de serie A, seri B, normalizate de C, simplificate

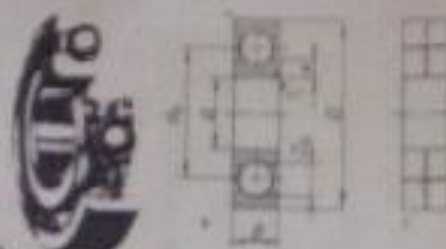


Fig. 10.9. Dimensiunile rulmenților de serie A, seri B, normalizate de C, simplificate

$$d_1 = 0.5 (d_1 + d_2) \\ d_2 = 0.5 (d_1 + d_2) \\ d_3 = 0.5 (d_1 + d_2)$$

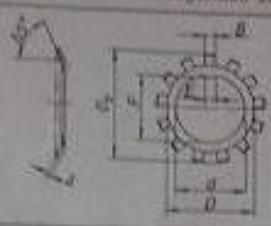
Tablă 10.7.A. Rulmenți rigizi de serie A

Dimensiuni de calcul ale rulmenților de serie A	Dimensiuni				Capacitatea de încălzire		Dimensiuni de calcul ale rulmenților		
	d	D	B	r	C	Ca	Seria A d ₁ d ₂ d ₃ cu g ₁ g ₂ g ₃	Seria B d ₁ d ₂ d ₃ cu g ₁ g ₂ g ₃	Ser. A/B d ₁ d ₂ d ₃ cu g ₁ g ₂ g ₃
10.7.A.1	10	25	8	0.5	300	250	25.000	30.000	10.000
10.7.A.2	12	28	8	0.5	400	320	25.000	32.000	10.000
10.7.A.3	15	32	8	0.5	400	320	25.000	32.000	10.000
10.7.A.4	17	35	10	0.5	475	395	25.000	35.000	14.000
10.7.A.5	20	40	12	1	700	560	10.000	20.000	11.000
10.7.A.6	25	47	12	1	700	560	10.000	20.000	11.000
10.7.A.7	30	55	12	1.5	1.000	800	11.000	14.000	3.000
10.7.A.8	35	62	14	1.5	1.200	960	10.000	12.000	2.000
10.7.A.9	40	68	15	1.5	1.300	1.040	9.000	11.000	1.500
10.7.A.10	45	75	16	1.5	1.500	1.180	8.000	10.000	1.500
10.7.A.11	50	80	16	1.5	1.600	1.280	7.000	9.000	1.000
10.7.A.12	55	85	16	2	2.000	1.580	6.000	8.000	4.000
10.7.A.13	60	90	18	2	2.400	1.900	5.000	7.000	3.000
10.7.A.14	70	110	20	2	3.000	2.300	4.000	6.000	2.000
10.7.A.15	75	115	22	2	3.100	2.400	3.500	5.500	1.500
10.7.A.16	80	120	22	2	3.200	2.500	3.000	5.000	1.000
10.7.A.17	85	125	22	2	3.300	2.600	2.500	4.500	1.000
10.7.A.18	90	130	24	2.5	4.000	3.200	2.000	4.000	1.000

Tablă 10.8. Rulmenți simplificați de serie A

Dimensiuni ale rulmenților de serie A	Dimensiuni						Dimensiuni de calcul ale rulmenților de serie A
	Presiune d_1	d_2	d_3	g_1	g_2	g_3	
10.8.1	10	25	8	0.5	300	250	10.000
10.8.2	12	28	8	0.5	400	320	10.000
10.8.3	15	32	8	0.5	400	320	10.000
10.8.4	17	35	10	0.5	475	395	14.000
10.8.5	20	40	12	1	700	560	11.000
10.8.6	25	47	12	1	700	560	11.000
10.8.7	30	55	12	1.5	1.000	800	3.000
10.8.8	35	62	14	1.5	1.200	960	2.000
10.8.9	40	68	15	1.5	1.300	1.040	1.500
10.8.10	45	75	16	1.5	1.500	1.180	1.500
10.8.11	50	80	16	1.5	1.600	1.280	1.000
10.8.12	55	85	16	2	2.000	1.580	4.000
10.8.13	60	90	18	2	2.400	1.900	3.000
10.8.14	70	110	20	2	3.000	2.300	2.000
10.8.15	75	115	22	2	3.100	2.400	1.500
10.8.16	80	120	22	2	3.200	2.500	1.000
10.8.17	85	125	22	2	3.300	2.600	1.000
10.8.18	90	130	24	2.5	4.000	3.200	1.000

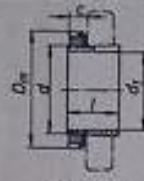
Tabla 10.45 Arandelas de seguridad serie MB



Denominación abreviada	Dimensiones							Tuerca correspondiente
	d	D ₁ h	D	l mm	F ¹⁾	F	B	
MB 0	10	21	13,5	1	3	8,5	3	KM 0
MB 1	12	25	17	1	3	10,5	3	KM 1
MB 2	15	28	21	1	4	13,5	4	KM 2
MB 3	17	32	24	1	4	15,5	4	KM 3
MB 4	20	36	26	1	4	18,5	4	KM 4
MB 5	25	42	32	1,25	5	23	5	KM 5
MB 6	30	49	38	1,25	5	27,5	5	KM 6
MB 7	35	57	44	1,25	6	32,5	6	KM 7
MB 8	40	62	50	1,25	6	37,5	6	KM 8
MB 9	45	68	56	1,25	6	42,5	6	KM 9
MB 10	50	74	61	1,25	6	47,5	6	KM 10
MB 11	55	81	67	1,25	8	52,5	7	KM 11
MB 12	60	86	73	1,5	8	57,5	7	KM 12
MB 13	65	92	79	1,5	8	62,5	7	KM 13
MB 14	70	98	85	1,5	8	66,5	8	KM 14
MB 15	75	104	90	1,5	8	71,5	8	KM 15
MB 16	80	112	96	1,75	10	76,5	8	KM 16
MB 17	85	119	102	1,75	10	81,5	8	KM 17
MB 18	90	126	108	1,75	10	86,5	10	KM 18

¹⁾ La medida F puede tomarse como cola mínima del ancho de la ranura en ejes.

Tabla 10.47 Manguitos de montaje serie H2



Cone 1:10

Denominación abreviada ¹⁾	Dimensiones					Accesorios		Rodamientos correspondientes al manguito de montaje	
	d	d ₁	l mm	D ₁	c h	Tuerca tensora	Arandela de seguridad		
H 204	20	17	24	32	7	KM 4	MB 4	12 04 K	
H 205	25	20	26	38	8	KM 5	MB 5	12 05 K	202 05 K
H 206	30	25	27	45	8	KM 6	MB 6	12 06 K	202 06 K
H 207	35	30	29	52	9	KM 7	MB 7	12 07 K	202 07 K
H 208	40	35	31	58	10	KM 8	MB 8	12 08 K	202 08 K
H 209	45	40	33	65	11	KM 9	MB 9	12 09 K	202 09 K
H 210	50	45	35	70	12	KM 10	MB 10	12 10 K	202 10 K
H 211	55	50	37	75	12	KM 11	MB 11	12 11 K	202 11 K
H 212	60	55	38	80	13	KM 12	MB 12	12 12 K	202 12 K
H 213	65	60	40	85	14	KM 13	MB 13	12 13 K	202 13 K
H 214	70	60	41	92	14	KM 14	MB 14	12 14 K	202 14 K
H 215	75	65	43	98	15	KM 15	MB 15	12 15 K	202 15 K
H 216	80	70	46	105	17	KM 16	MB 16	12 16 K	202 16 K
H 217	85	75	50	110	18	KM 17	MB 17	12 17 K	202 17 K
H 218	90	80	52	120	18	KM 18	MB 18	12 18 K	202 18 K

¹⁾ En la denominación abreviada se incluyen el manguito de montaje, la tuerca y el dispositivo de seguridad.

Tabla 10.7. Anillos de retención de aceite (UNE 26.077)

se entra en el
Orificio y el aceite
se mueve en la ranura (anillo)
y casquillo (alojamiento)

36x62x14

Designación convencional $d \times d_1 \times l$	d	d_1	Tol.		l Tol. mm $\pm 0,2$	i	Designación convencional $d \times d_1 \times l$	d	d_1	Tol.		l Tol. mm $\pm 0,2$	i
			Anillo	Alojamiento H8						Anillo	Alojamiento H8		
6 x 22 x 8 7 x 22 x 8 8 x 22 x 8 9 x 22 x 8 10 x 22 x 8	6 7 8 9 10	22			8	0,5	24 x 50 x 12 25 x 50 x 12 26 x 50 x 12 28 x 50 x 12 30 x 50 x 12	24 25 26 28 30	50	0,200 0,100	-0,038 0		
8 x 30 x 10 9 x 30 x 10 10 x 30 x 10 11 x 30 x 10 12 x 30 x 10 13 x 30 x 10 14 x 30 x 10	8 9 10 11 12 13 14	30		+ 0,033 0			32 x 50 x 12 30 x 56 x 12 32 x 56 x 12 35 x 56 x 12 38 x 56 x 12 35 x 62 x 12 38 x 62 x 12	32 30 32 35 38 35 38	56				12
11 x 35 x 10 12 x 35 x 10 13 x 35 x 10 14 x 35 x 10 15 x 35 x 10 16 x 35 x 10 17 x 35 x 10 18 x 35 x 10	11 12 13 14 15 16 17 18	35	+ 0,200 + 0,100				40 x 62 x 12 42 x 62 x 12 45 x 62 x 12 40 x 72 x 12 42 x 72 x 12 45 x 72 x 12 48 x 72 x 12 50 x 72 x 12	40 42 45 40 42 45 48 50	62 72	0,225 0,125	0,045 0		1,5
15 x 40 x 10 16 x 40 x 10 17 x 40 x 10 18 x 40 x 10 19 x 40 x 10 20 x 40 x 10 21 x 40 x 10 22 x 40 x 10	15 16 17 18 19 20 21 22	40		+ 0,035 0	10	1	52 x 72 x 12 48 x 80 x 13 50 x 80 x 13 52 x 80 x 13 55 x 80 x 13 58 x 80 x 13 60 x 80 x 13 55 x 90 x 13	52 48 50 52 55 58 60 55	80				
19 x 47 x 10 20 x 47 x 10 21 x 47 x 10 22 x 47 x 10 24 x 47 x 10 25 x 47 x 10 26 x 47 x 10 28 x 47 x 10	19 20 21 22 24 25 26 28	47					58 x 90 x 13 60 x 90 x 13 62 x 90 x 13 65 x 90 x 13 68 x 90 x 13 70 x 90 x 13 62 x 100 x 13 65 x 100 x 13	58 60 62 65 68 70 62 65	90 100	0,250 0,150	0,064 0		13

Designación de un anillo de retención de aceite (retén), tipo normal, para árbol de diámetro $d = 20$ mm, alojamiento de diámetro $d_1 = 40$ mm y ancho 10 mm:

Anillo de retención de aceite 20 x 40 x 10 UNE 26077

Según DIN sería:

Retén radial A 20 x 40 DIN 6503

siendo A la designación de la ejecución corriente con caja de acero.

El alojamiento para el retén será de calidad H8. Por otro lado, el acabado superficial del árbol variará en función de su velocidad periférica según los valores siguientes:

- $v < 4$ m/s. Rugosidad $R_a = 0,6$
- 4 m/s $< v < 8$ m/s. Rugosidad $R_a = 0,5$
- $v > 8$ m/s. Rugosidad $R_a = 0,3$

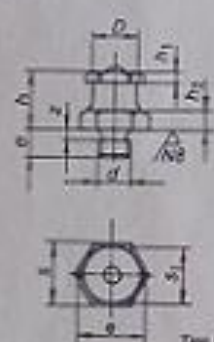


$$h_1 = h_2 \times h$$

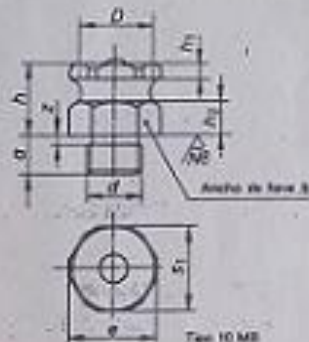
d_0 máxima		d_0 mínima		d_0 mínima		d	d_1 Rosca				d_2 Rosca métrica	d_3 =
Serie ligera	Serie fuerte	Serie ligera	Serie fuerte	Serie ligera	Serie fuerte		Métrica	Whitw.	Métrica	Whitw.		
							Serie ligera		Serie fuerte			
8		14		7		3	M 10 × 1	G 1/8"			M 14 × 1	16
9		15		7		3	M 10 × 1	G 1/8"			M 15 × 1	18
10		16		8		4	M 12 × 1,5	G 1/4"			M 20 × 1	25
10	12	18	22	10	12	4	M 12 × 1,5	G 1/4"	M 16 × 1,5	G 1/4"	M 30 × 1,5	36
10	12	20	24	10	12	4	M 12 × 1,5	G 1/4"	M 16 × 1,5	G 1/4"	M 36 × 1,5	46
10	12	22	26	10	12	4	M 12 × 1,5	G 1/4"	M 16 × 1,5	G 1/4"	M 48 × 1,5	60
10	12	27	32	10	12	4	M 12 × 1,5	G 1/4"	M 16 × 1,5	G 1/4"	M 58 × 1,5	68

Engrasador Stauffer 6 FW acero UNE 18065

Tabla 10.76 Engrasadores a presión de cabeza plana UNE 26030



Typ 6 MA



Typ 10 MB

Designación convencional d	a	D Tol. h 11	e mdx.	h	h1 Tol. e -0,1	h2	z Tol. h 11	s1
6 MA	4,5	7,5 0 -0,090	10	10	2	3,5	10 0 -0,090	9
10 MB	6	12,5 0 -0,110	16,5	12	2,5	6	14 0 -0,110	14

Engrasador de cabeza plana 6 MA UNE 26030

Engrasadores hidráulicos

SIM. DIN 71412

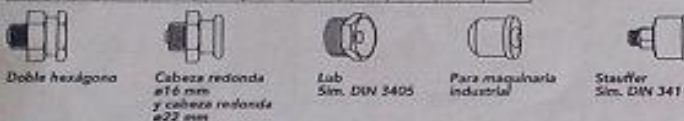


Rosca	M6	M7	M8	M8	M8	M10	M10	M10	M12	M12	GAS10	GAS14
Peso	1	1	1	1,25	1	1,25	1,5	1,5	1,5	1,75	20	15
Rosca	SAE108	SAE118	SAE118	BSA118	BSA118	BSA118	BSA118	BSA118	BSA118	BSA118	BSA118	BSA118
Peso	20	24	24	20	18	18	18	18	18	18	18	18

Engrasadores cabeza plana

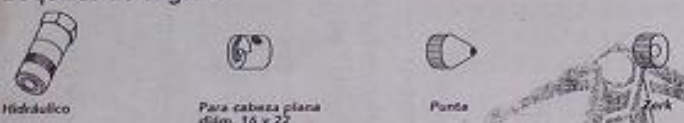
Tecalemit sim. DIN 3404
Ax. 15 mm

Rosca	M6	M7	M8	M8	M8	M10	M10	M10	M12	M12	M12	M14
Peso	1	1	1	1,25	1	1,25	1,5	1	1,25	1,5	1,75	2
Rosca	GAS108	GAS114	SAE118	SAE118	SAE118	BSA118	BSA118	BSA118	BSA118	BSA118	BSA118	BSA118
Peso	20	15	20	20	24	20	18	18	18	18	18	18

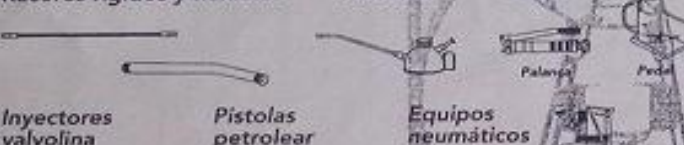


Rosca	M10	GAS108/GAS114/GAS118	Rosca	M6	M8	M10	M10	GAS10	P-6	P-8	M*1	M*2	M*3	M*4
Peso	1	20	19	19	1	1,25	1	1,5	19	P-10	P-12	M*5	M*6	M*7

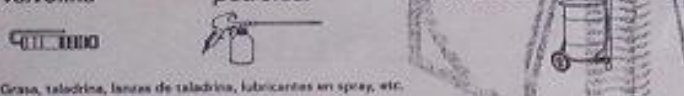
Boquillas de engrase



Racores rígidos y flexibles



Injectores valvolina



Grasa, taladrina, lantex de taladrina, lubricantes en spray, etc.

Cáncamo roscado macho

DIN 580

Rosca métrica	M8	M10	M12	M14	M16	M18	M20	M22	M24	M27	M30	M33	M36	M40	M45
Peso Whitworth	5/16	3/8	1/2	5/8	3/4	1	1 1/8	1 1/4	1 1/2	1 3/4	2	2 1/8	2 1/4	2 3/4	3
Carga de trabajo kg	140	230	340	580	790	980	1200	1300	1600	2000	2400	2700	3100	3600	4000
Long. rosca B	13	17	20,5	23,5	27	30	33	35	40	45	47	54	58	63	68
Altura B	36	45	53	62	71	80	90	98	109	120	128	138	147	158	168



Cáncamo roscado hembra

DIN 582

Rosca métrica	M8	M10	M12	M14	M16	M18	M20	M22	M24	M27	M30	M33	M36	M40	M45
Carga de trabajo kg	140	230	340	580	790	980	1200	1300	1600	2000	2400	2700	3100	3600	4000
Altura B	36	45	53	62	71	80	90	98	109	120	128	138	147	158	168



Grillete recto

DIN 82101

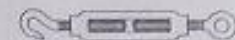
Rosca Whitworth	3/8	1/2	5/8	3/4	1	1 1/8	1 1/4	1 1/2	1 3/4	2	2 1/8	2 1/4	2 3/4	3
Carga de trabajo kg	400	600	1000	1600	2000	2500	3100	3600	4200	5000	6000	7000	8000	9000
a	5,5	12,7	14	16	19	22	25	27	30	36	44	54	64	76
b	25	24	28	32	36	44	48	54	64	76	88	100	112	128
c	40	48	56	64	76	88	96	112	128	144	168	192	216	240



Tensor abierto con cáncamo redondo y gancho

DIN 1490

Rosca Whitworth	3/16	1/8	5/16	3/8	1/2	5/8	3/4	1	1 1/8	1 1/4	1 1/2	1 3/4	2	2 1/8	2 1/4	2 3/4	3
Carga de trabajo kg	75	90	160	250	300	400	500	600	800	1000	1200	1400	1600	1800	2000	2200	2400
Long. total con cable	110	135	160	190	230	265	295	330	370	405	445	485	525	565	605	645	685
Long. total abierta	150	180	225	270	310	350	390	430	475	515	555	595	635	675	715	755	795



Sujetacables

DIN 741

Rosca Whitworth	3/16	1/8	5/16	3/8	1/2	5/8	3/4	1	1 1/8	1 1/4	1 1/2	1 3/4	2	2 1/8	2 1/4	2 3/4	3
Para cable de	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38

Guardacabos

DIN 6899

Long. de	3/4	1"	1 1/8	1 1/4	1 1/2	1 3/4	2"	2 1/8	2 1/4	2 3/4	3"	3 1/8	3 1/4	3 3/4	4"	4 1/8	4 1/4	4 3/4	5"
Cand. de	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21



ELEMENTOS VARIOS