

## **CAPÍTULO VI**

### **PREPARACIÓN DEL MODELO EN ALGOR.**

En este capítulo, se hablará acerca de los pasos a seguir para poder realizar el análisis de cualquier modelo en el software Algor. La preparación de un modelo, en el programa ya mencionado, va desde la exportación del mismo desde cualquier software hasta el como abrir, seleccionar el tipo de diseño y unidades con las que se trabajará, la elaboración y modificación del mallado si es necesario, la identificación de cada pieza en el modelo y finalmente el inicio del Finite Element Analysis (FEA).

En el FEA se crean los parámetros de análisis, como la selección de los materiales de cada elemento del modelo, la preparación de este para la determinación de las condiciones de frontera, la aplicación de fuerzas, y el ángulo en que se pueden colocar.

Por otro lado, a los tres amortiguadores ha analizar se le tendrán que poner casos. Esto quiere decir que a cada uno de ellos se le aplicarán las mismas fuerzas y ángulos para ver como se comportan. Los resultados deberán de ser distintos ya que los amortiguadores son de materiales diferentes, por esta razón su comportamiento ante las fuerzas aplicadas variará.

Este capítulo puede ser considerado como fundamental, ya que de acuerdo a los resultados arrojados por el análisis se podrá hacer la elección del amortiguador. Se determinará cual es el más adecuado, para ser colocado en la aeronave que se llevará a

la competencia SAE Aero Design 2007, después de que los tres amortiguadores sean sometidos de igual manera a distintas fuerzas y ángulos.

### **Instrucción 1.- Modelo en Software Pro Engineer.**

Terminado el dibujo en el software Pro-Engineer se debe verificar cuidadosamente que no tenga errores para que así se pueda analizar correctamente, ya que en el programa Algor no se permite tener errores de geometría. Si esto sucede no será posible realizar el análisis del modelo. (Ver Figura 6.1)

### **Instrucción 2.- Como Guardar el Modelo en software Pro-Engineer.**

Para poder guardar el modelo en el software Pro-Engineer es necesario verificar que no tenga errores. Una copia debe ser guardada en la misma carpeta donde se trabajó, con la finalidad de no tener que buscar el archivo y hacer más sencillo el acceso a este. También cuando se guarda el modelo se tiene que indicar que la pieza es un sólido para que se exporte todo el elemento, pues si no se realiza de esta manera la pieza será tomada como una superficie y no servirá para el análisis. (Ver Figura 6.2)

### **Instrucción 3.- Formato para exportar el archivo del software Pro-Engineer a Algor.**

Para poder exportar el archivo se tiene que guardar con la extensión IGES, ya que con este formato las piezas son pasadas sin errores y se puede trabajar correctamente en ellas. También de esta manera los ensambles se exportan tal cual se

realizaron en el software Pro-Engineer. Esto puede ser considerado como una ventaja puesto que si el modelo tiene piezas de distintos materiales se pueden colocar sin problemas. (Ver Figura 6.3)

#### **Instrucción 4.- Modelo en software Algor.**

En esta cuarta etapa del proceso es cuando se exporta el modelo del software Pro-Engineer al software Algor. De esta manera, todos aquellos elementos por los cuales esta compuesto nuestro modelo serán exportados. Ya estando el modelo en Algor se puede comenzar a trabajar en el, para así continuar con los pasos siguientes del análisis. (Ver Figura 6.4)

#### **Instrucción 5.- Seleccionar el Diseño que se realizara en el software Algor.**

En esta sección se selecciona el diseño que se va a realizar y la manera en cómo se va a trabaja con el modelo. En el caso de esta tesis se realizó un solo diseño de tipo estático. (Ver Figura 6.5)

#### **Instrucción 6.- Definición de Unidades del Modelo en el software Algor.**

Aquí se eligen las unidades en las que el modelo se realizó. En el caso de los amortiguadores las unidades en el software Pro-Engineer fueron métricas (mm). Por esta razón en Algor se eligió el comando “metric”, después “custom” y finalmente en “lenght” se indico la unidad métrica. Esto con la finalidad de que el modelo tenga las mismas unidades en ambos software y evitar problemas. (Ver Figura 6.6)

### **Instrucción 7.- Selección de Mallado del Modelo en el Software Algor.**

En esta parte del proceso es necesario indicar que el modelo es un sólido y que el estándar de mallado seleccionado sea al 100% para poder obtener resultados satisfactorios. Entre más grande sea el mallado el análisis será mas corto. Cuando los elementos son muy grandes, como en este caso, es considerable elegir un mallado al 50% para poder tener resultados mas aproximados a la realidad. (Ver Figura 6.7)

### **Instrucción 8.- Proceso de Mallado del Modelo en el software Algor.**

En esta parte del proceso se puede observar la evolución del mallado, pues va pieza por pieza, tomando en cuenta todos los elementos en que fue dividido, verificando que no halla imperfecciones. (Ver Figura 6.8)

### **Instrucción 9.- Termina del Proceso de Mallado del Modelo en el Software Algor.**

Cuando termina el proceso de mallado el mismo software pregunta si se requieren ver los resultados obtenidos para verificar que todos los elementos tengan malla. (Ver Figura 6.9)

### **Instrucción 10.- Resultados del Proceso de Mallado del Modelo en el Software Algor.**

En la instrucción nueve se le indicó al programa que mostrara los resultados obtenidos de todo el modelo. Informó que realizó el mallado en 17 partes obteniendo un resultado de: 71055 elementos y un sólido de 56625 elementos. Esto implica que se realizó correctamente el mallado, ya que el modelo es un sólido compuesto por 17 piezas. (Ver Figura 6.10)

**Instrucción 11.- Identificación de cada pieza en el amortiguador del modelo en el Software Algor.**

Esta sección tiene como fin identificar cada una de las piezas del modelo. En lo particular lo seleccioné para nombrar cada una de las piezas, facilitar la colocación de materiales y conocer el orden en que está ensamblado el modelo. (Ver Figura 6.11)

**Instrucción 12.- Abrir Ventana Finite Element Análisis (FEA) en el Software Algor.**

En la parte inferior izquierda de la ventana se pueden apreciar unas pestañas. La segunda es la de Finite Element Analysis (FEA). En ella se indicarán todos los parámetros, la selección de materiales, las condiciones de frontera, las fuerzas y ángulos en los que se aplicarán las fuerzas. Este paso es importante ya que aquí se realiza la preparación del modelo. (Ver Figura 6.12)

**Instrucción 13.- Ventana de inicio para Finite Element Análisis (FEA) en el Software Algor.**

En esta ventana se puede ver como aparece en cada pieza del modelo el tipo, definición, superficie y material que tienen. También se menciona que el modelo es de tipo estructural y se verifica que todo sea correcto. Lo único restante es dar de alta los materiales. (Ver Figura 6.13)

**Instrucción 14.- Modificar Parámetros de Análisis para Finite Element Análisis (FEA) en el Software Algor.**

En esta sección aparece la ventana de modificar parámetros. Esto significa que dependiendo del análisis que se este realizando, por ejemplo en el caso de los amortiguadores es estructural, se colocará únicamente lo correspondiente a lo estático. (Ver Figura 6.14)

**Instrucción 15.- Ventana de Factores para Finite Element Análisis (FEA) en el Software Algor.**

En esta instrucción los factores que se utilizarán serán únicamente aceleración y gravedad. Como se mencionó anteriormente mi modelo será analizado estructuralmente. Por esto, no es necesario poner otros factores, más, si fuese necesario analizarlo detalladamente o en otras condiciones, si se podrían utilizar todos ellos. (Ver Figura 6.15)

**Instrucción 16.- Ventana de Aceleración y Gravedad para Finite Element Análisis (FEA) en el Software Algor.**

En esta ventana se indica que la descripción del modelo es estructural. Se da clic en la pestaña de aceleración y gravedad, y posteriormente en la de gravedad estándar la cual debe de estar en el sistema de unidades seleccionado, que en este caso fue métrico. El valor de aceleración de la fuerza del cuerpo fue de  $9814.56 \text{ mm/s}^2$  y es dado por el programa Algor. (Ver Figura 6.16)

### **Instrucción 17.- Ventana de Salidas de Documento para Finite Element Análisis (FEA) en el Software Algor.**

Esta sección se relaciona con los parámetros de análisis de Algor. En este caso la pestaña que se utilizará es la de “output”. Se seleccionan los elementos, que servirían para poder hacer el análisis estructural. Al hacer la elección en la ventana se seleccionan automáticamente las primeras dos opciones de cada columna que son las más utilizadas dentro del análisis estático. (Ver Figura 6.17)

### **Instrucción 18.-Ventanas para seleccionar un material para Finite Element Análisis (FEA) en el Software Algor.**

En esta instrucción se selecciona cada pieza del modelo y se da clic con el botón derecho del mouse para que se abra la ventana. Después nos vamos a modif. y se abre otra ventana que en la parte inferior dice “material”. Se le da clic y se sigue el mismo proceso con cada pieza, esto si sucede como el caso de los amortiguadores que algunas piezas son de materiales distintos. (Ver Figura 6.18)

**Instrucción 19.- Ventana de Selección de Materiales para Finite Element Análisis (FEA) en el Software Algor.**

En esta sección después de hacer el paso dieciocho, se le da clic a material y se abre otra ventana que nos indica los materiales, ya con sus propiedades y unidades. En mi caso hay algunos materiales que no vienen en el directorio de Algor. Cuando es así, se le da clic a “editar propiedades” y se asigna el material. Dentro de las propiedades más importantes están la densidad y el módulo de elasticidad. En algunas ocasiones es necesario hacer algunas conversiones de unidades para que se asemejen a las que maneja el software Algor. (Ver Figura 6.19)

**Instrucción 20.- Preparación del Modelo para las Condiciones de Frontera para Finite Element Análisis (FEA) en el Software Algor.**

Tomando en cuenta las instrucciones anteriores se coloca el modelo en buena posición de acuerdo al lugar en donde se vayan a colocar las condiciones de frontera. Esto indicará la sección en donde se sujetará el modelo para poder hacerle el análisis. A continuación se le da clic a la parte superior del programa debajo de la ventana con un botón verde que se aprecia ligeramente sumido, para así poder colocar las condiciones de frontera. (Ver Figura 6.20)

**Instrucción 21.- Como Abrir la Ventana para Determinar las Condiciones de Frontera para Finite Element Análisis (FEA) en el Software Algor.**



En esta sección se tiene que dar clic con el botón derecho del mouse para poder seleccionar el comando “add”. Posteriormente se abre otra ventana en donde hay una función que indica las condiciones de frontera. Se le da clic para dar de alta lo que se seleccionará en el modelo. (Ver Figura 6.21)

**Instrucción 22.- Ventana para Determinar las Condiciones de Frontera para Finite Element Análisis (FEA) en el Software Algor.**

En esta instrucción se determinarán el desplazamiento que abra en los ejes y rotación en los nodos deseados. (Ver Figura 6.22)

**Instrucción 23.- Como Determinar las Condiciones de Frontera para Finite Element Análisis (FEA) en el Software Algor.**

En este caso a la ventana presentada se le aplicó el comando “fixed” que se refiere a fijar toda la zona seleccionada. Por lo tanto no abra movimiento ni datación en esos nodos. (Ver Figura 6.23)

**Instrucción 24.- Aplicación de las Condiciones de Frontera para Finite Element Análisis (FEA) en el Software Algor.**

Como podemos ver en esta sección las condiciones de frontera ya están aplicadas en los nodos deseados, y el símbolo que se muestra es de forma triangular, que se refiere a que no habrá ni rotación ni desplazamiento en cualquiera de los ejes. (Ver Figura 6.24)

**Instrucción 25.- Preparación del Modelo para la Aplicación de Fuerzas para Finite Element Análisis (FEA) en el Software Algor.**

Tomando en cuenta las instrucciones anteriores, se coloca el modelo en buena posición referente a donde se vayan a aplicar las fuerzas, para así poder hacer el análisis. Se le da clic a la parte superior de la ventana debajo de la ventana “window” en el botón verde que se aprecia ligeramente sumido, para así poder colocar las condiciones de frontera. (Ver Figura 6.25)

**Instrucción 26.- Como Abrir la Ventana para Determinar la Aplicación de Fuerzas para Finite Element Análisis (FEA) en el Software Algor.**

Se tiene que dar clic con el botón derecho del mouse para seleccionar el comando “add”. Con esto se abre otra ventana en donde hay una función que se titula “superficie de fuerza”. En esta ventana se le da clic para dar de alta lo que se quiere seleccionar en el modelo. (Ver Figura 6.26)

**Instrucción 27.- Ventana para Determinar la Aplicación de Fuerza para Finite Element Análisis (FEA) en el Software Algor.**

En esta instrucción se observa que se puede modificar la magnitud de las fuerzas y la dirección sobre el eje deseado. (Ver Figura 6.27)

**Instrucción 28.- Ventana para la Determinación del eje de Aplicación de la Fuerza para Finite Element Análisis (FEA) en el Software Algor.**

En esta ventana se observa, en la parte inferior derecha, el sistema de coordenadas. Esto nos indica hacia donde se quiere aplicar la fuerza. En mi caso la fuerza fue aplicada en el eje z. Cabe mencionar que en la ventana también se ve la selección de la dirección. (Ver Figura 6.28)

**Instrucción 29.- Aplicación de la Fuerza en el Modelo para Finite Element Análisis (FEA) en el Software Algor.**

Como podemos ver en esta instrucción las fuerzas ya están aplicadas en los nodos deseados, y el símbolo que se muestra es en forma de flecha que significa que va solamente en una sola dirección con respecto al eje seleccionado. (Ver Figura 6.29)

**Instrucción 30.- Modelo Terminado para el Análisis en el Software Algor.**

Para llevar acabo el análisis del modelo en Algor es necesario seguir los veintinueve pasos anteriores. Es de gran importancia seguir estas secuencias ya que de otro modo se generan errores y no se puede efectuar el análisis adecuadamente. A continuación se presenta únicamente uno de los casos de los tres amortiguadores. Sin embargo todos siguen las mismas secuencias. (Ver Figura 6.30)

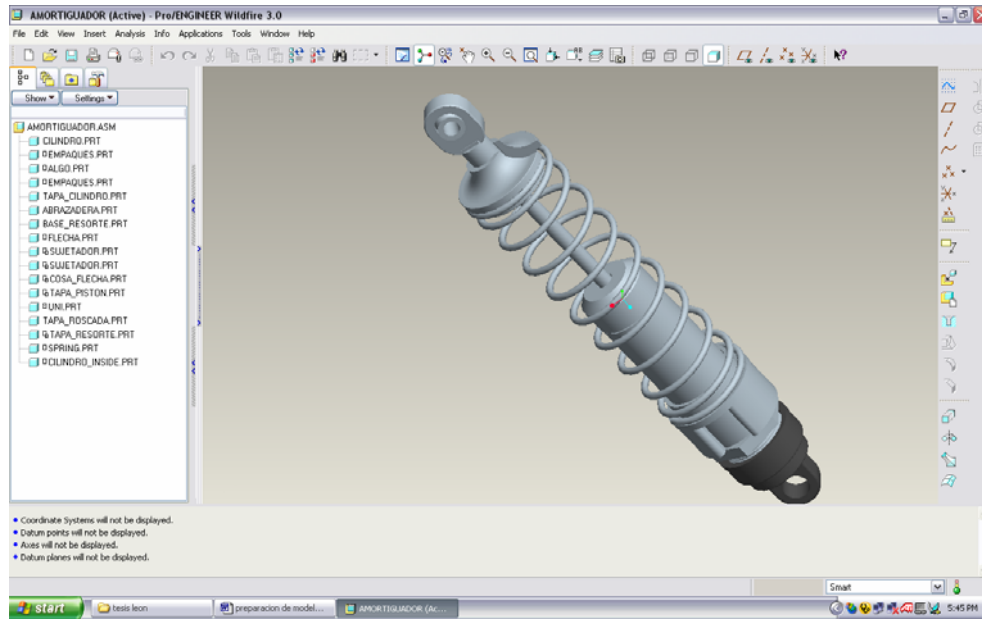


Figura 6.1 Modelo en Software Pro Engineer.

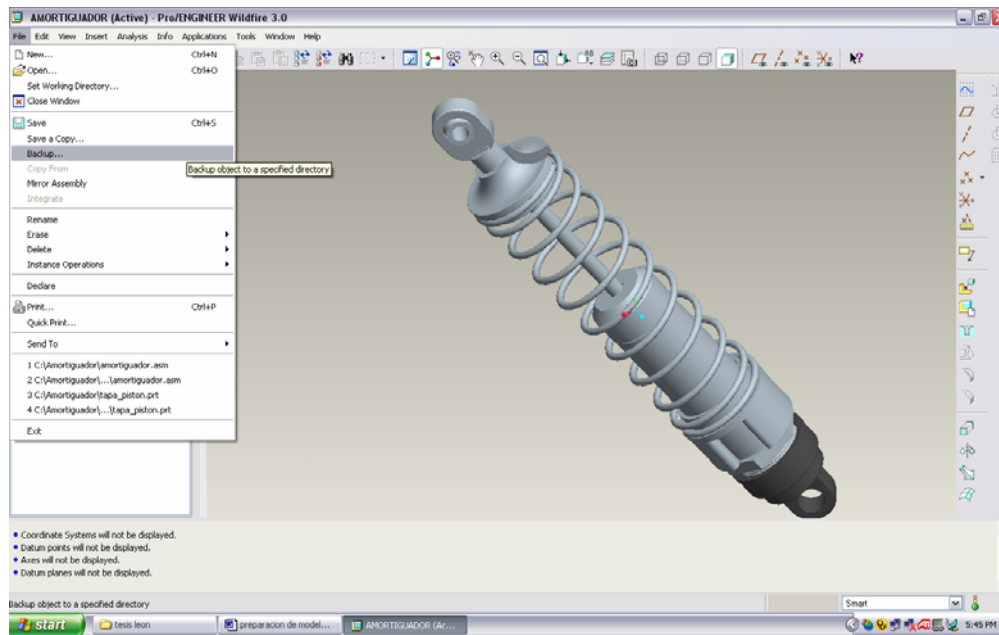


Figura 6.2 Como Guardar el Modelo en Software Pro Engineer.

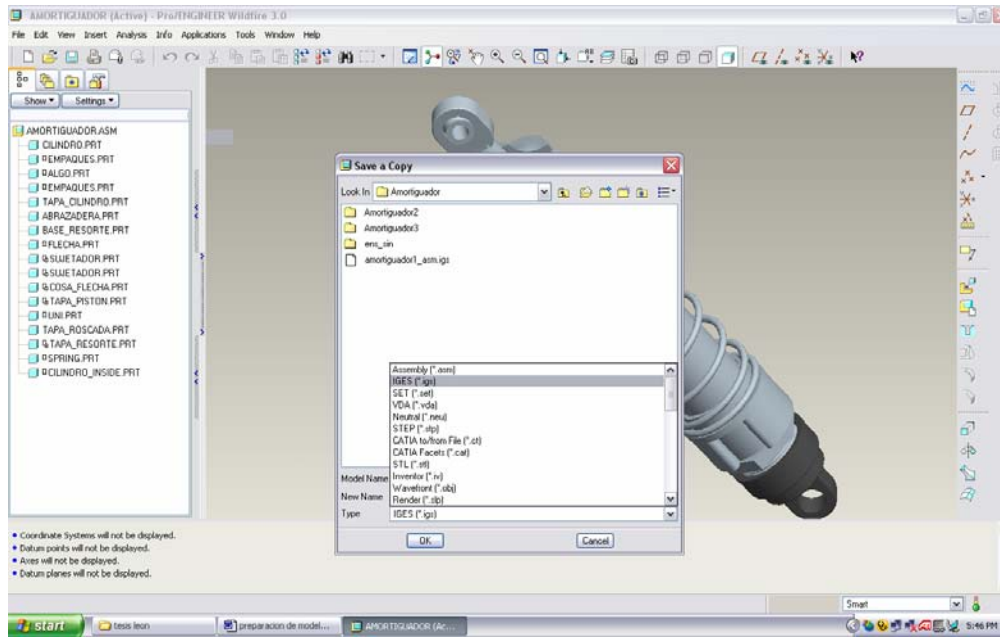


Figura 6.3 Formato para exportar el archivo del Software Pro Engineer a Algor.

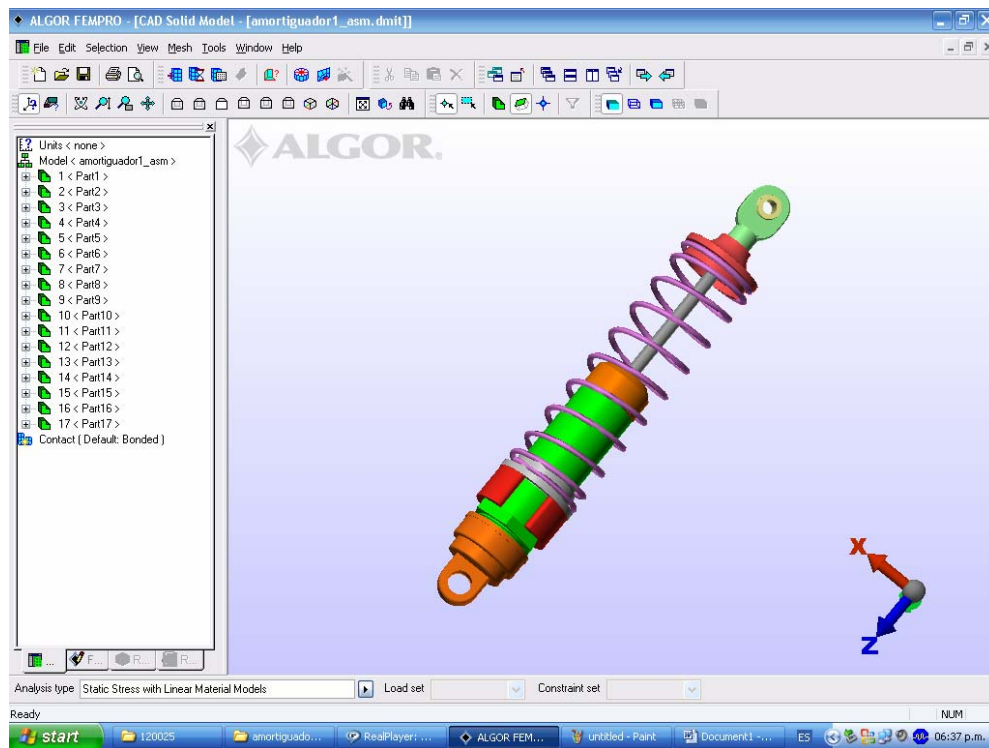


Figura 6.4 Modelo en Software Algor.

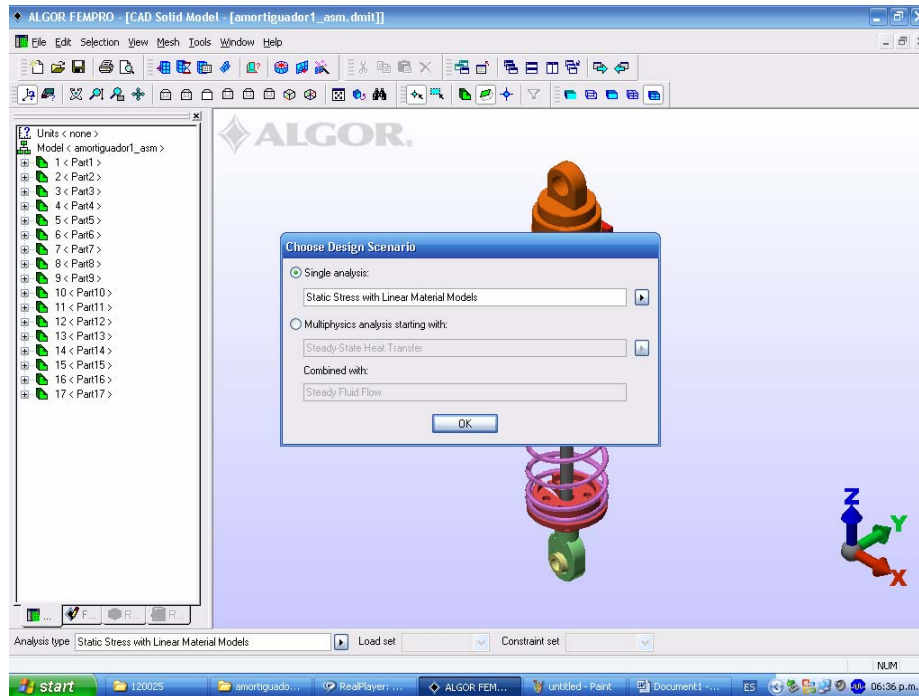


Figura 6.5 Seleccionar el Diseño que se Realizará en el Software Algor.

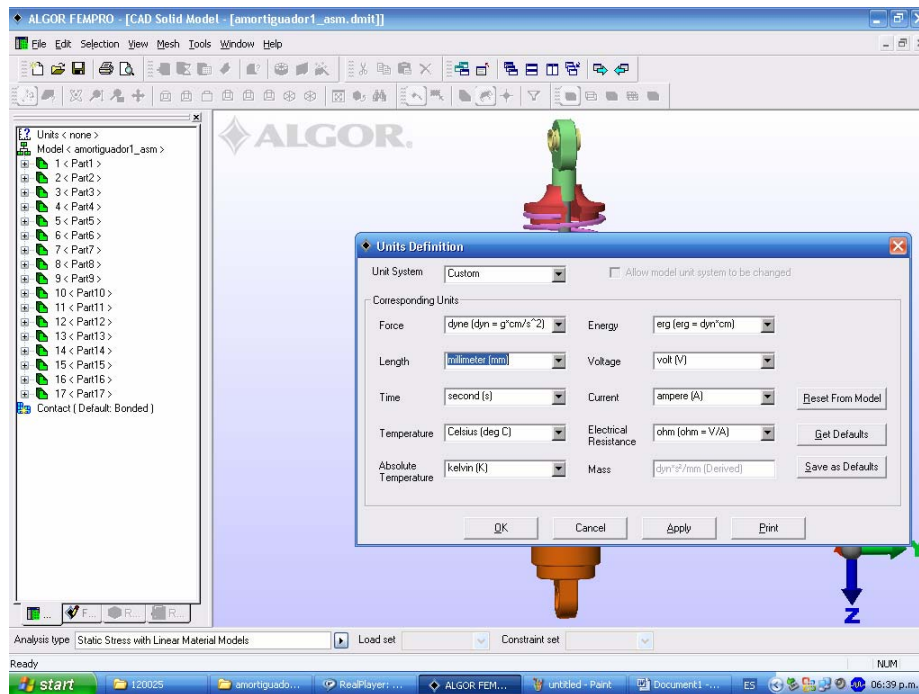


Figura 6.6 Definición de Unidades del Modelo en el Software Algor.

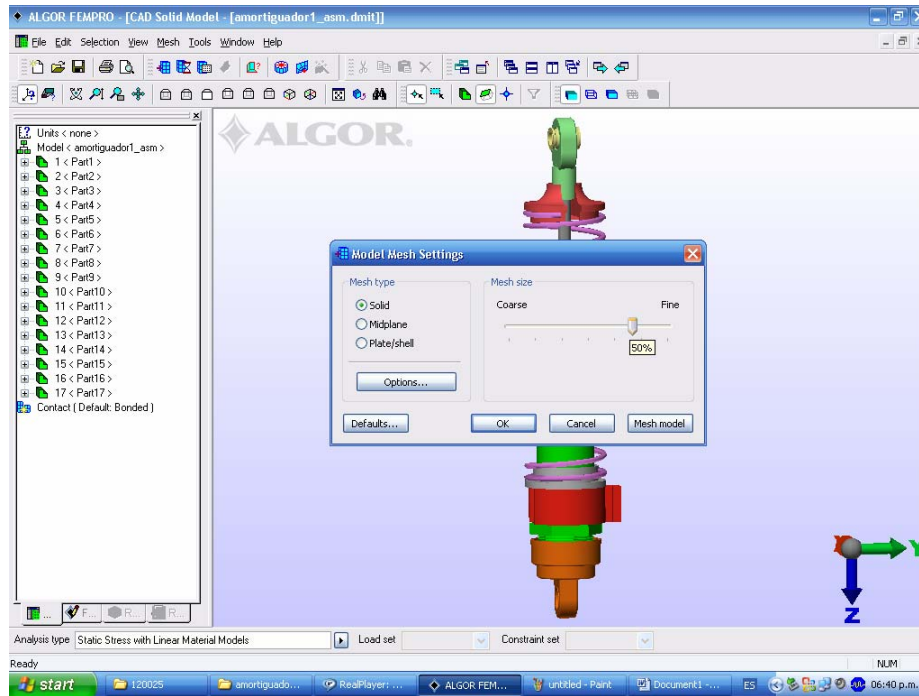


Figura 6.7 Selección de Mallado del Modelo en el Software Algor.

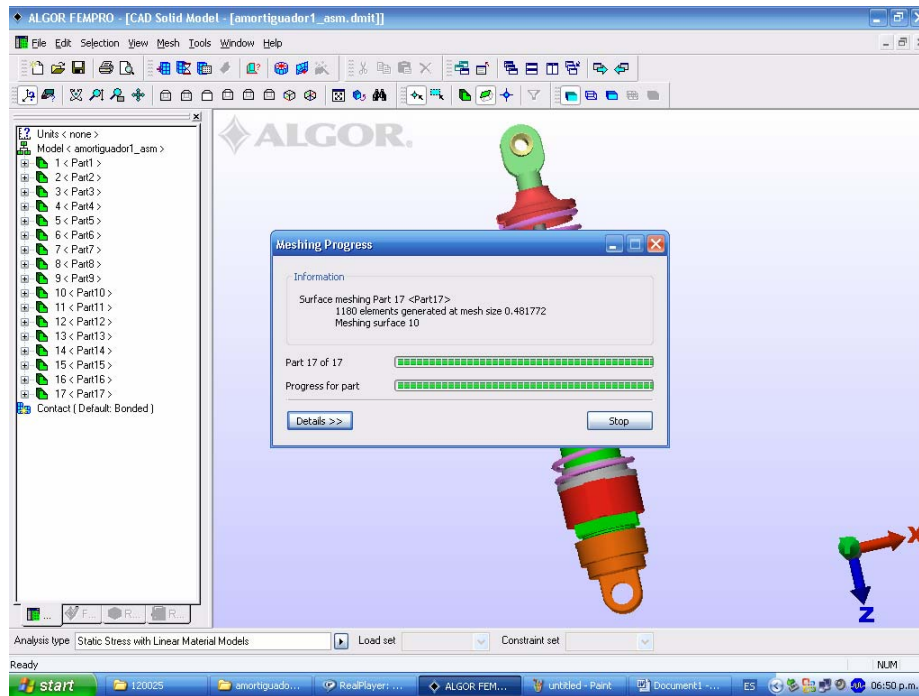


Figura 6.8 Proceso de Mallado del Modelo en el Software Algor.

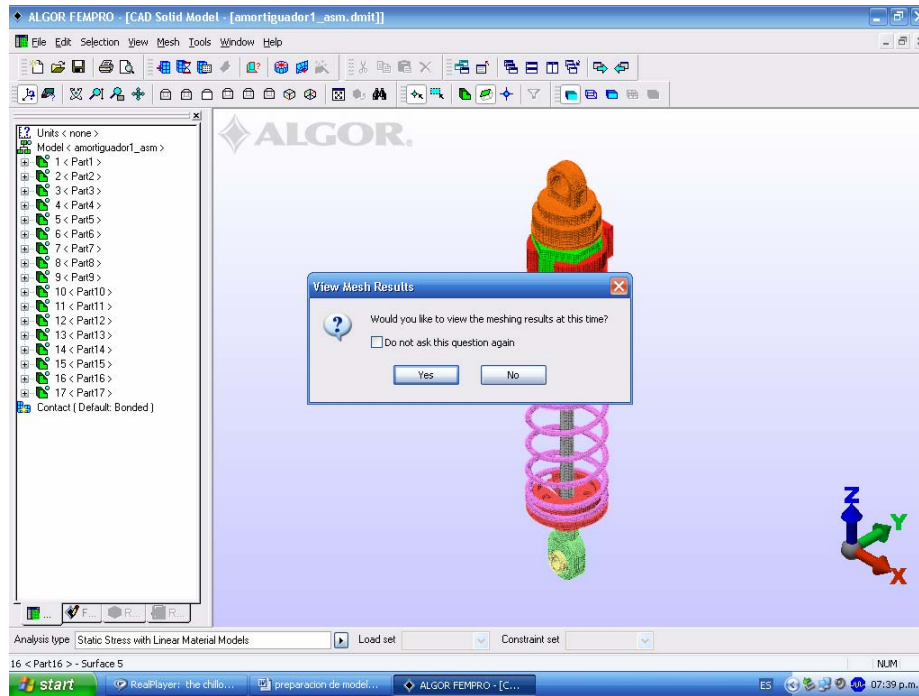


Figura 6.9 Termino del Proceso de Mallado del Modelo en el Software Algor.

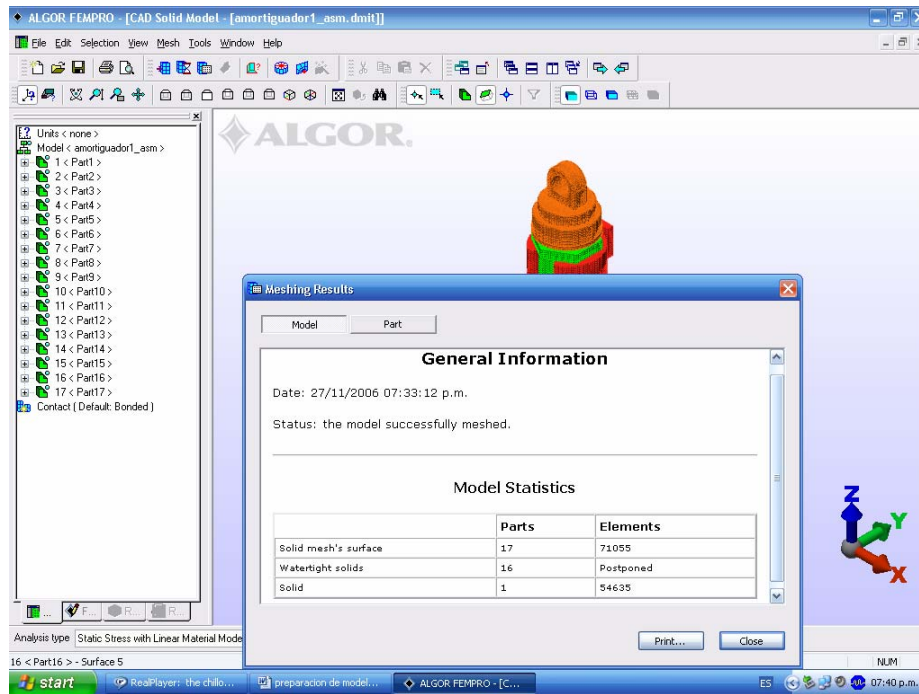


Figura 6.10 Resultados del Proceso de Mallado del Modelo en el Software Algor.



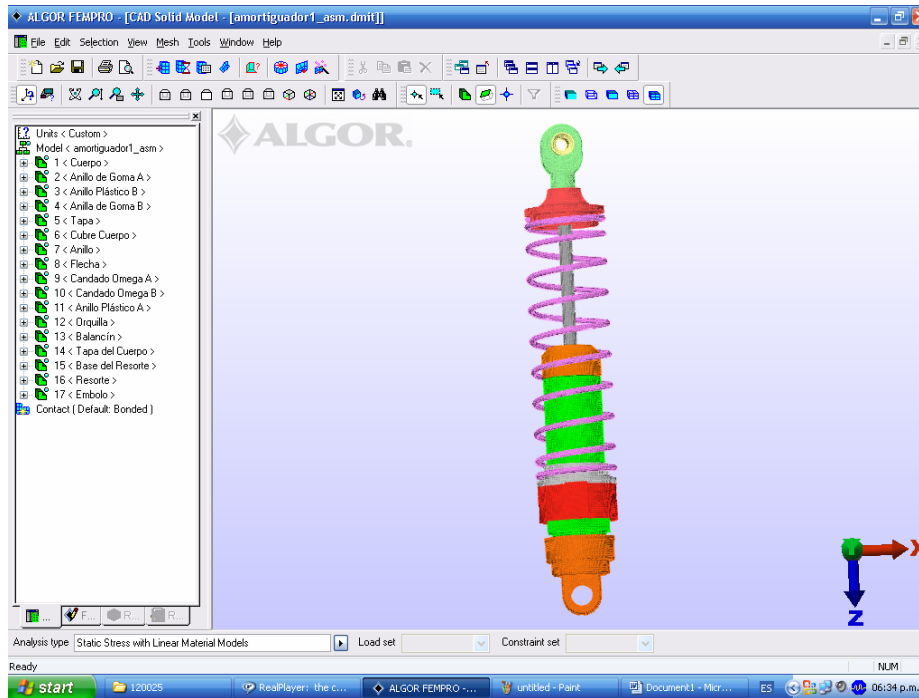


Figura 6.11 Identificación de Cada Pieza en el Amortiguador del Modelo en el Software Algor.

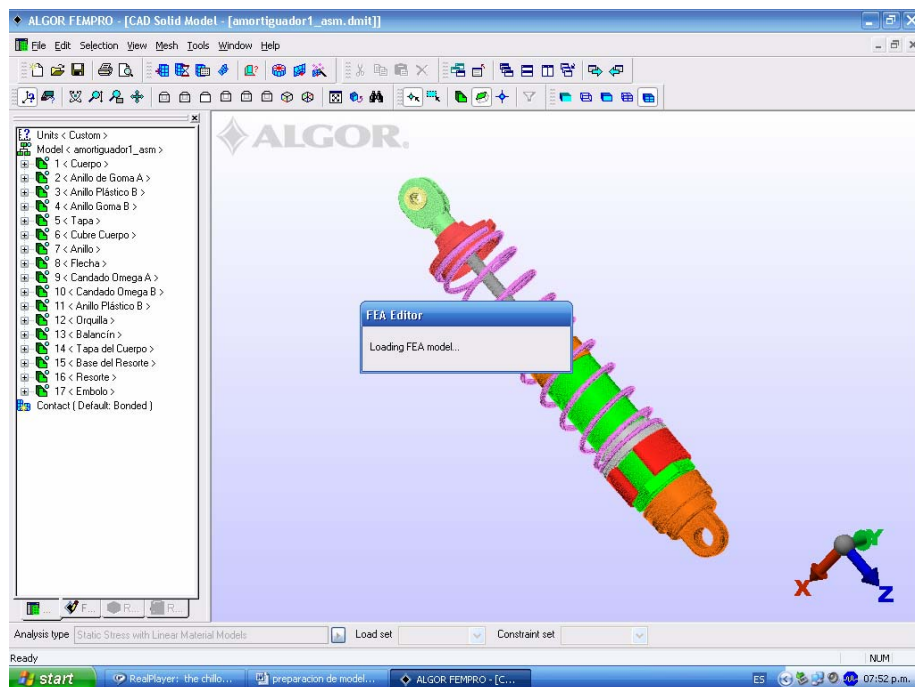


Figura 6.12 Abrir Ventana Finite Element Análisis (FEA) en el Software Algor.

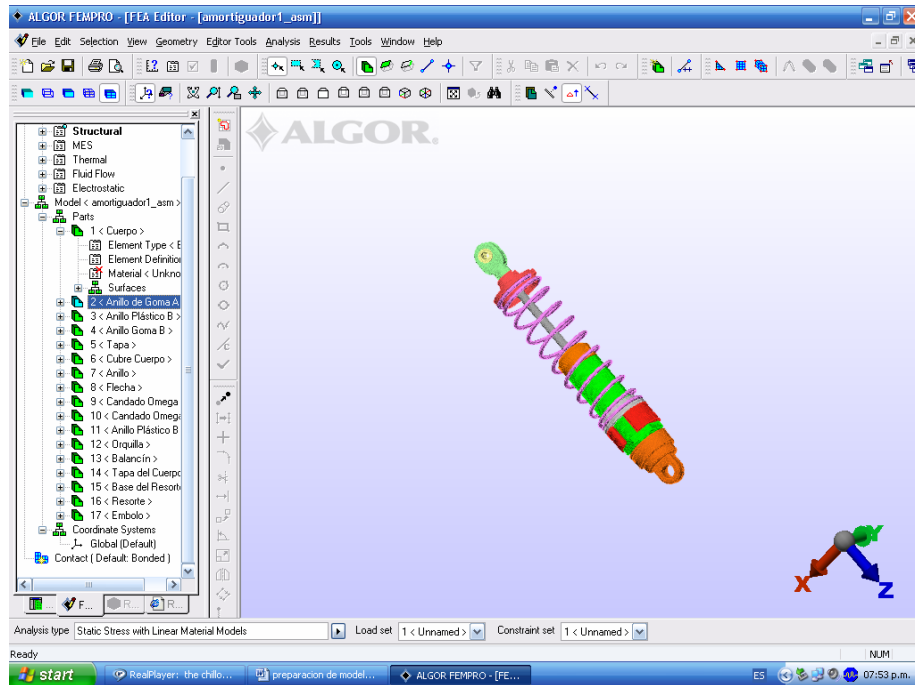


Figura 6.13 Ventana de Inicio para Finite Element Análisis (FEA) en el Software Algor.

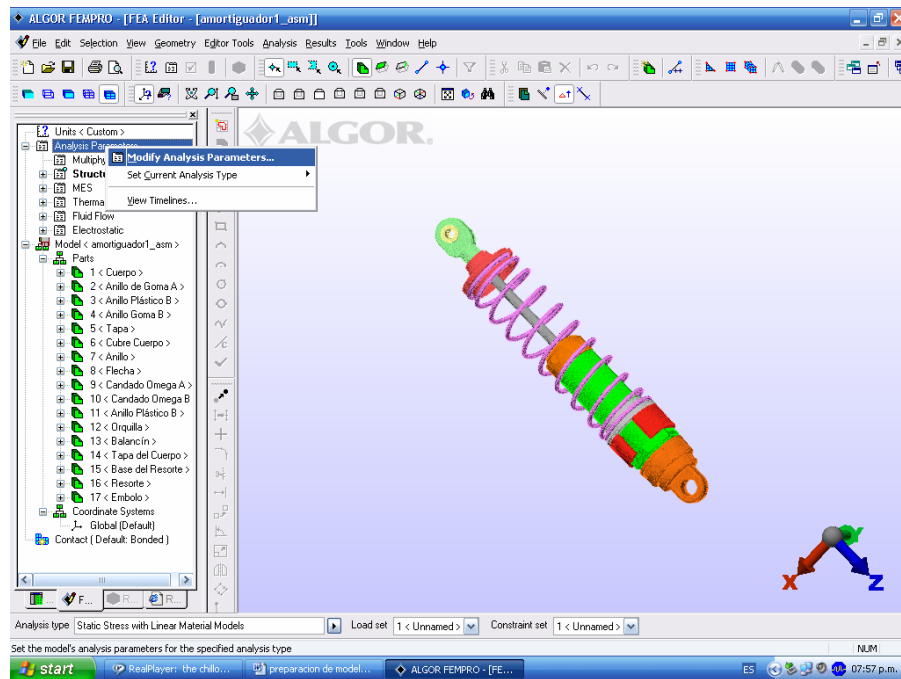


Figura 6.14 Modificación de Parámetros de Análisis para Finite Element Análisis (FEA) en el Software Algor.

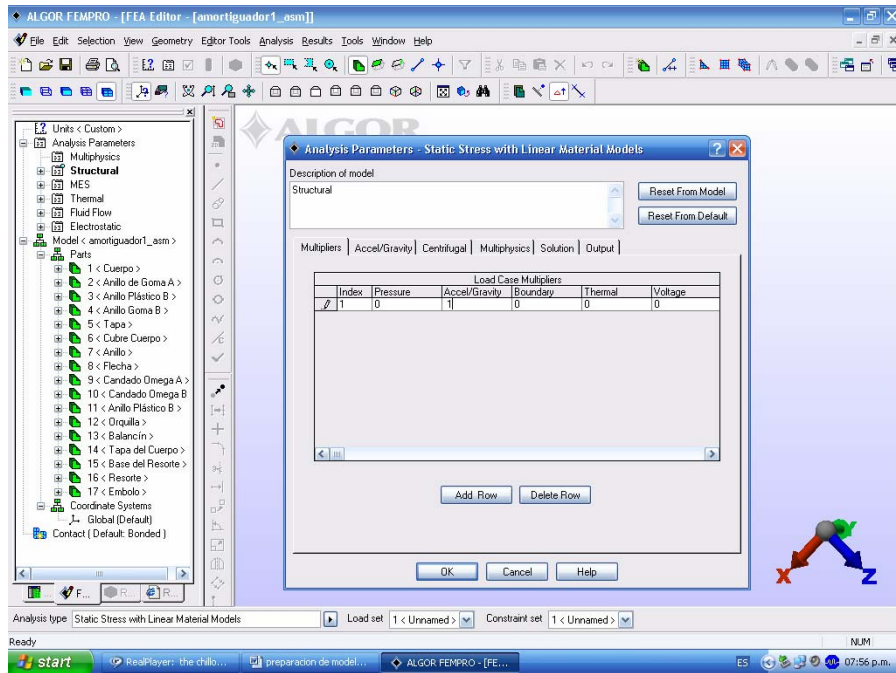


Figura 6.15 Ventana de Factores para Finite Element Análisis (FEA) en el Software Algor.

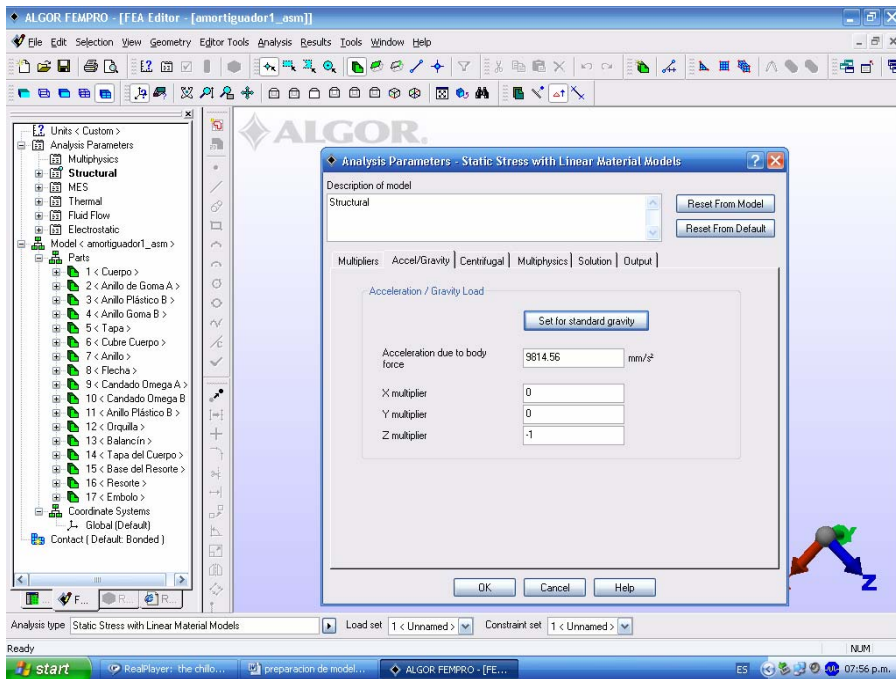


Figura 6.16 Ventana de Aceleración y Gravedad para Finite Element Análisis (FEA) en el Software Algor.

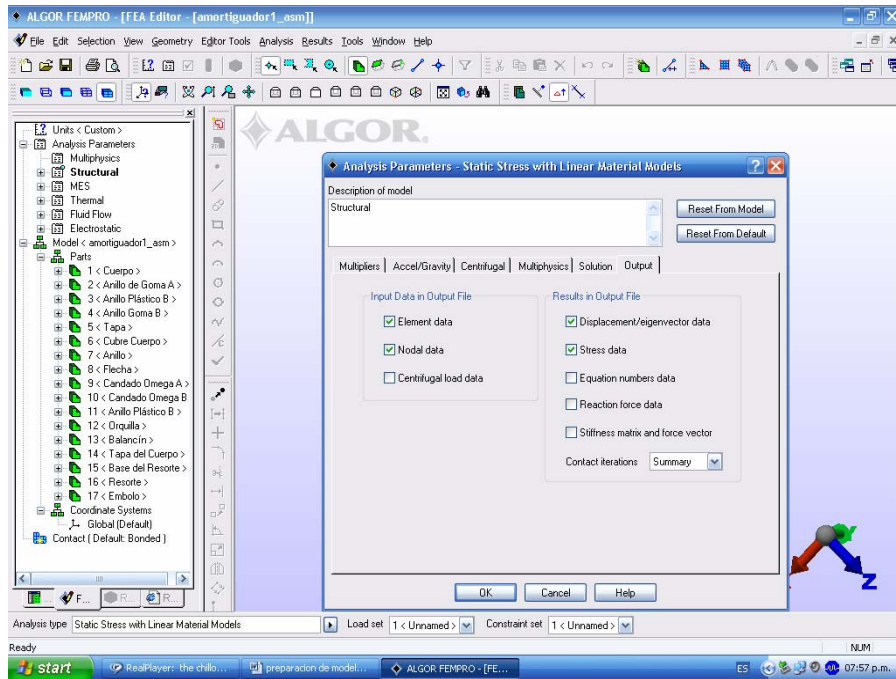


Figura 6.17 Ventana de Salidas de Documento para Finite Element Análisis (FEA) en el Software Algor.

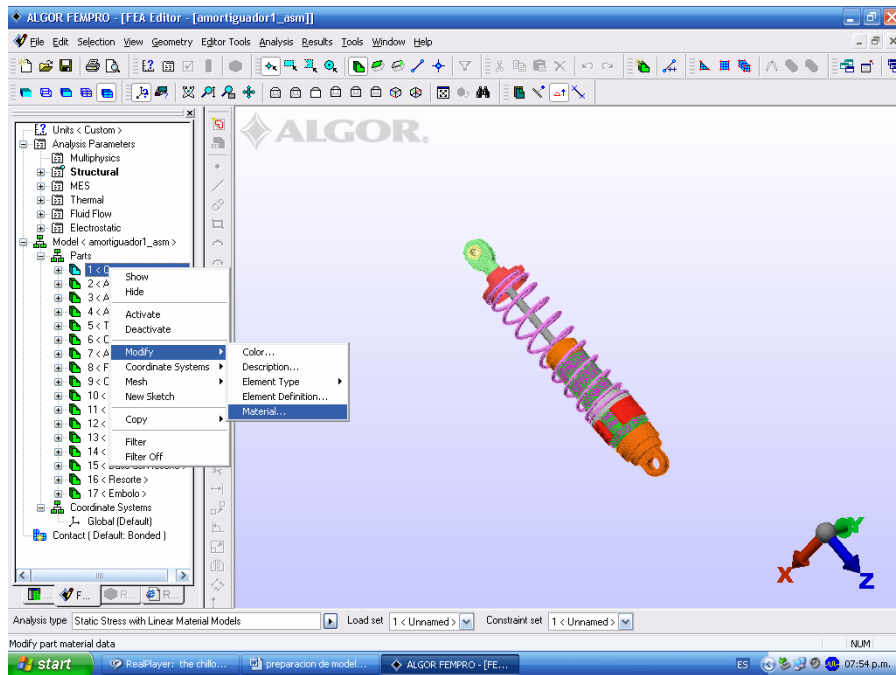


Figura 6.18 Ventanas para Seleccionar un Material para Finite Element Análisis (FEA) en el Software Algor.

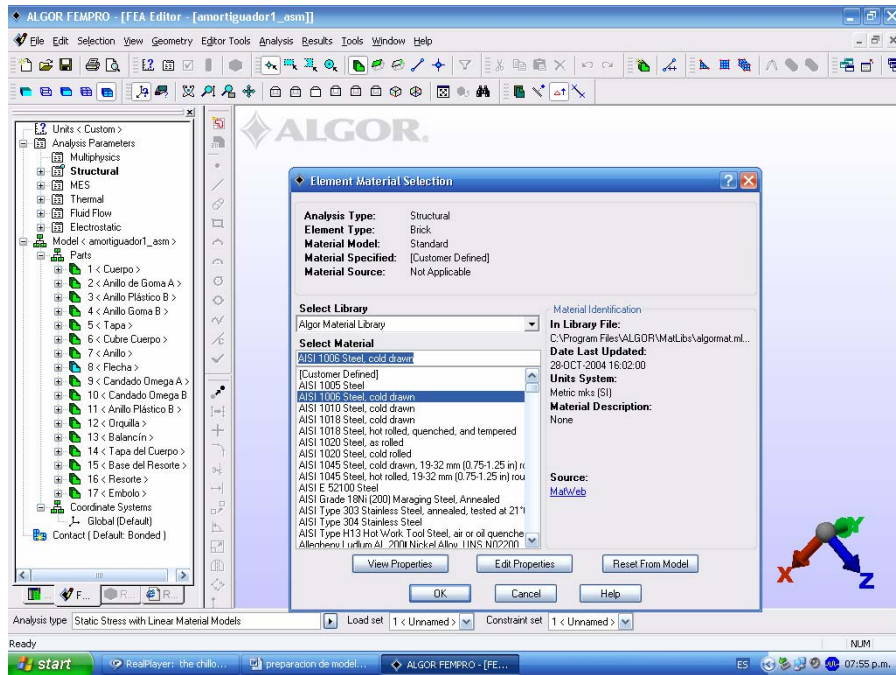


Figura 6.19 Ventana de Selección de Materiales para Finite Element Análisis (FEA) en el Software Algor.

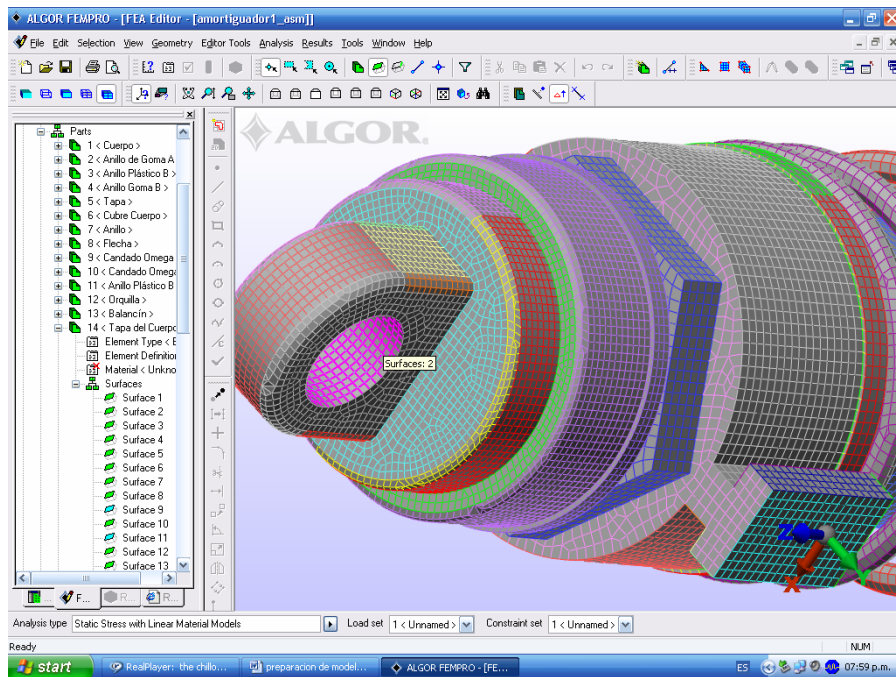


Figura 6.20 Preparación del Modelo para las Condiciones de Frontera para Finite Element Análisis (FEA) en el Software Algor.



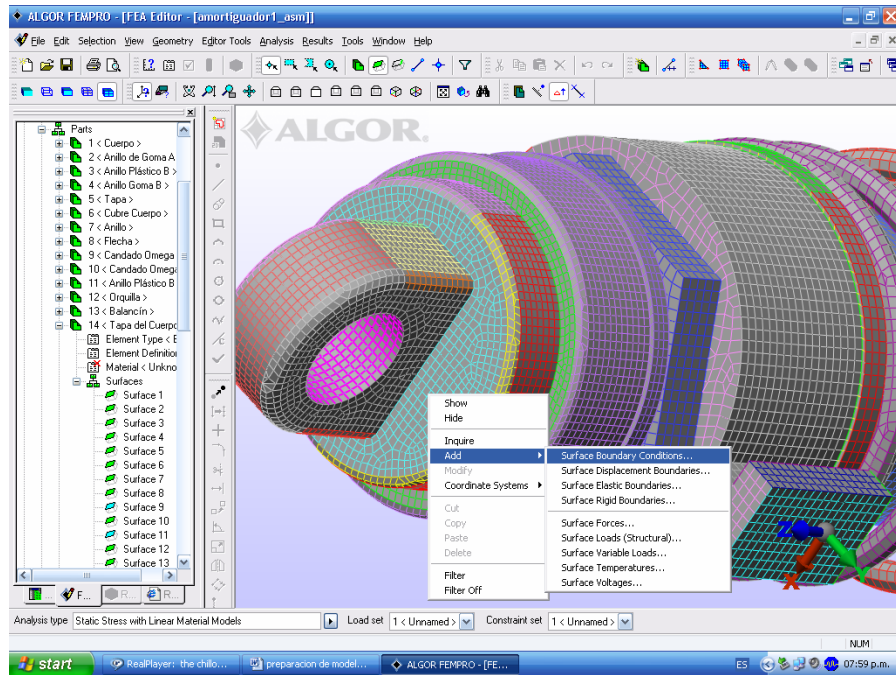


Figura 6.21 Como Abrir la Ventana para Determinar las Condiciones de Frontera para Finite Element Análisis (FEA) en el Software Algor.

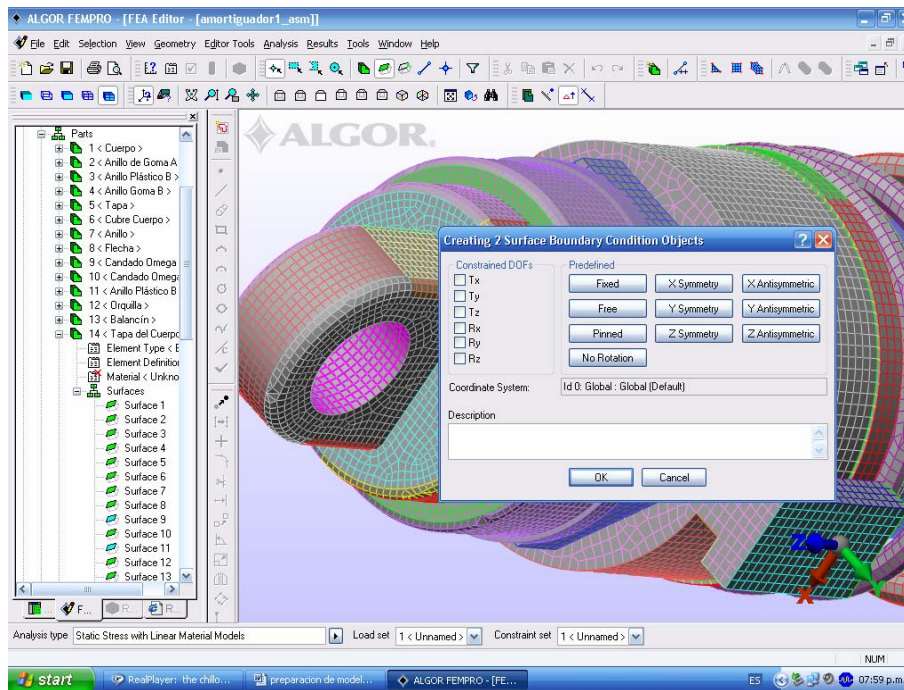


Figura 6.22 Ventana para Determinar las Condiciones de Frontera para Finite Element Análisis (FEA) en el Software Algor.

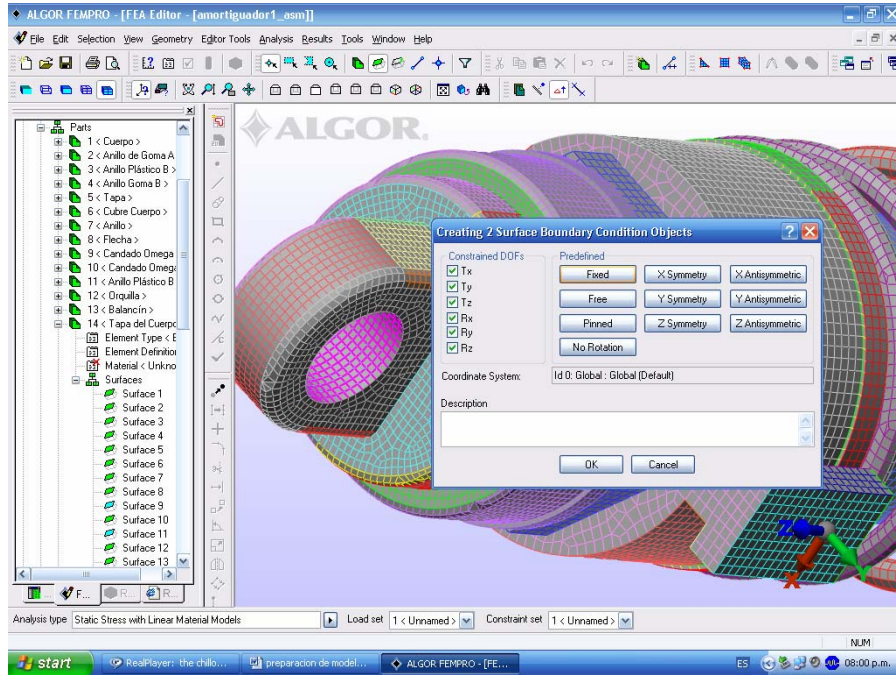


Figura 6.23 Como Determinar las Condiciones de Frontera para Finite Element Análisis (FEA) en el Software Algor.

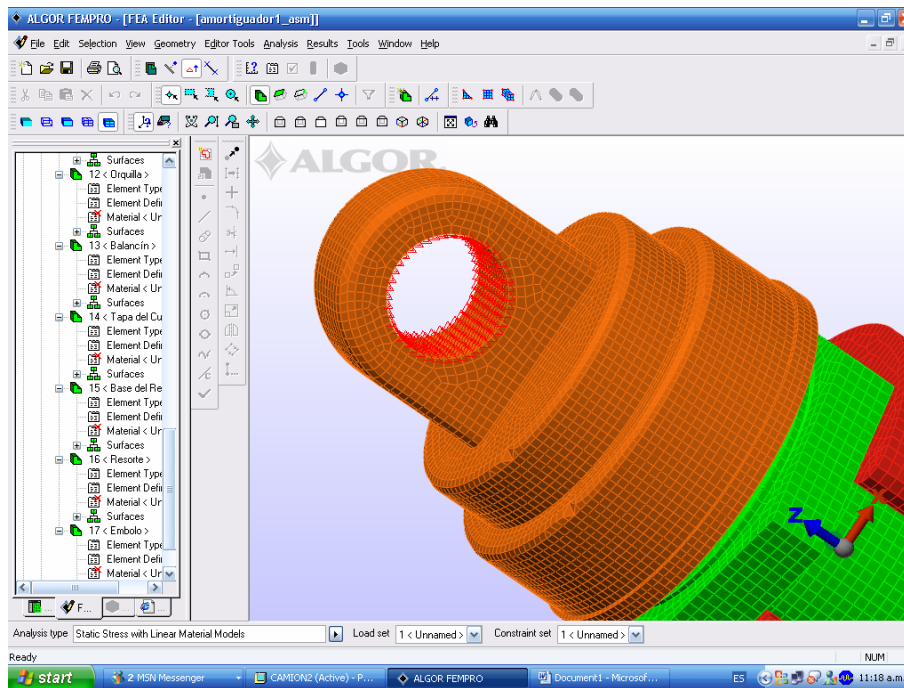


Figura 6.24 Aplicación de las Condiciones de Frontera para Finite Element Análisis (FEA) en el Software Algor.

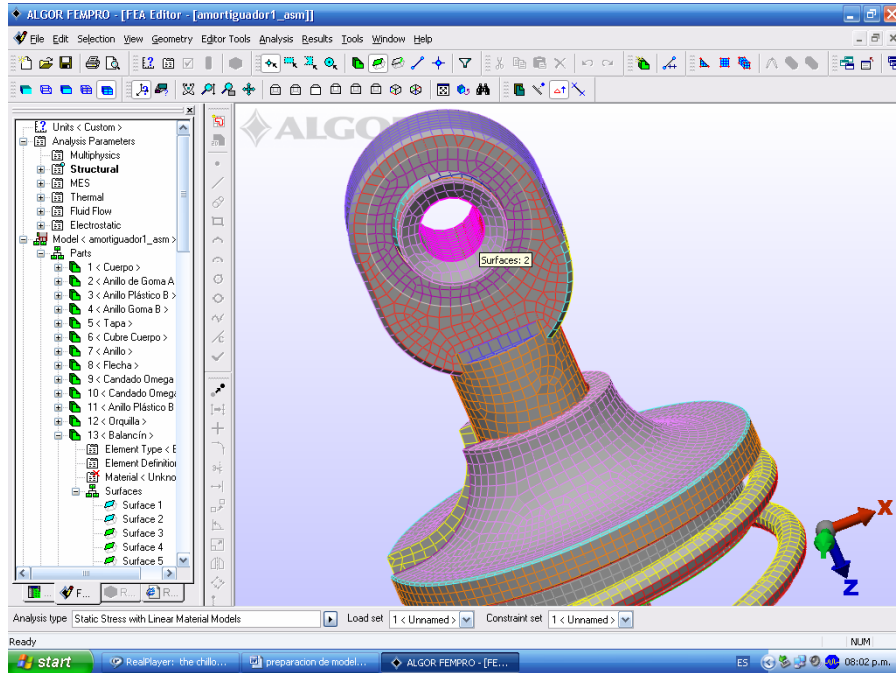


Figura 6.25 Preparación del Modelo para la Aplicación de Fuerzas para Finite Element Análisis (FEA) en el Software Algor.

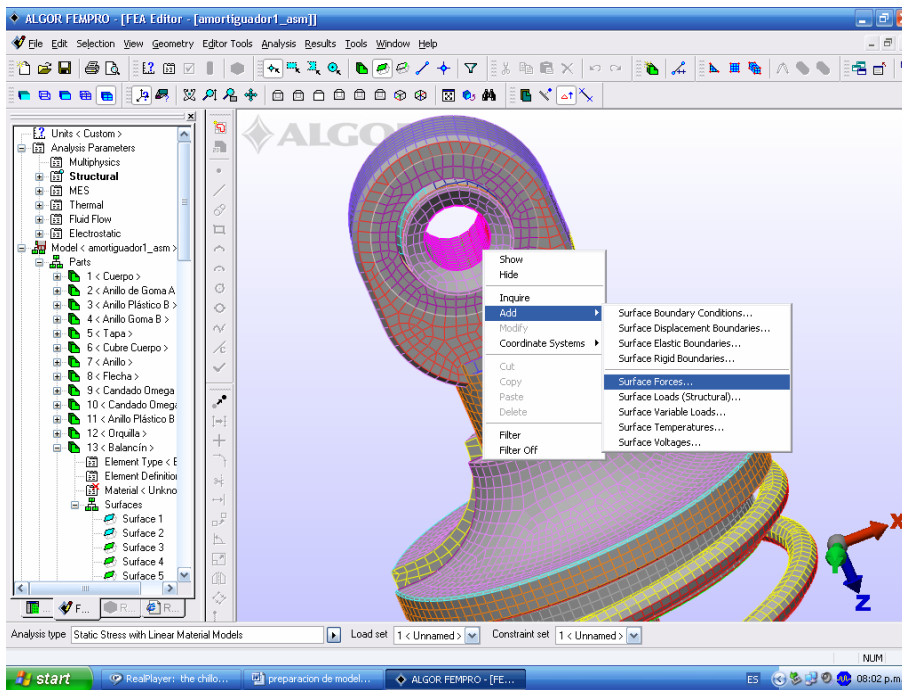


Figura 6.26 Como Abrir la Ventana para Determinar la Aplicación de Fuerzas para Finite Element Análisis (FEA) en el Software Algor.



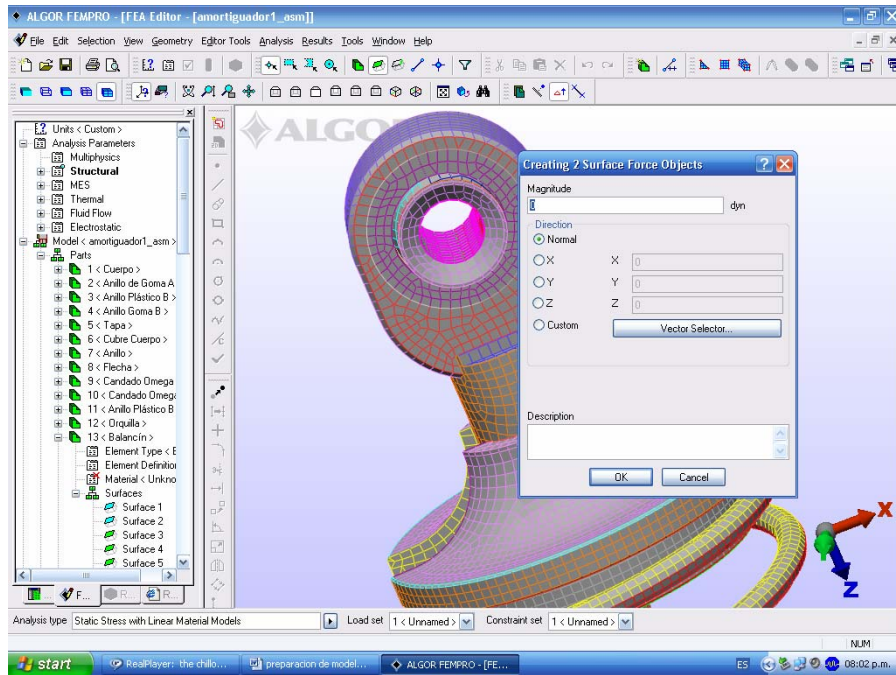


Figura 6.27 Ventana para Determinar la Aplicación de Fuerza para Finite Element Análisis (FEA) en el Software Algor.

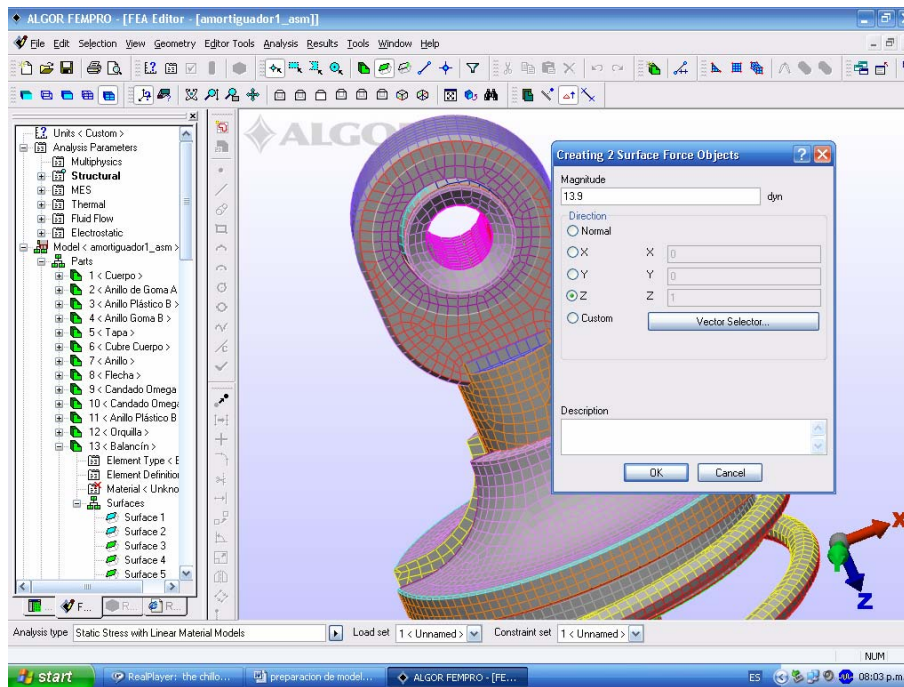


Figura 6.28 Ventana para la Determinación del eje de Aplicación de la Fuerza para Finite Element Análisis (FEA) en el Software Algor.

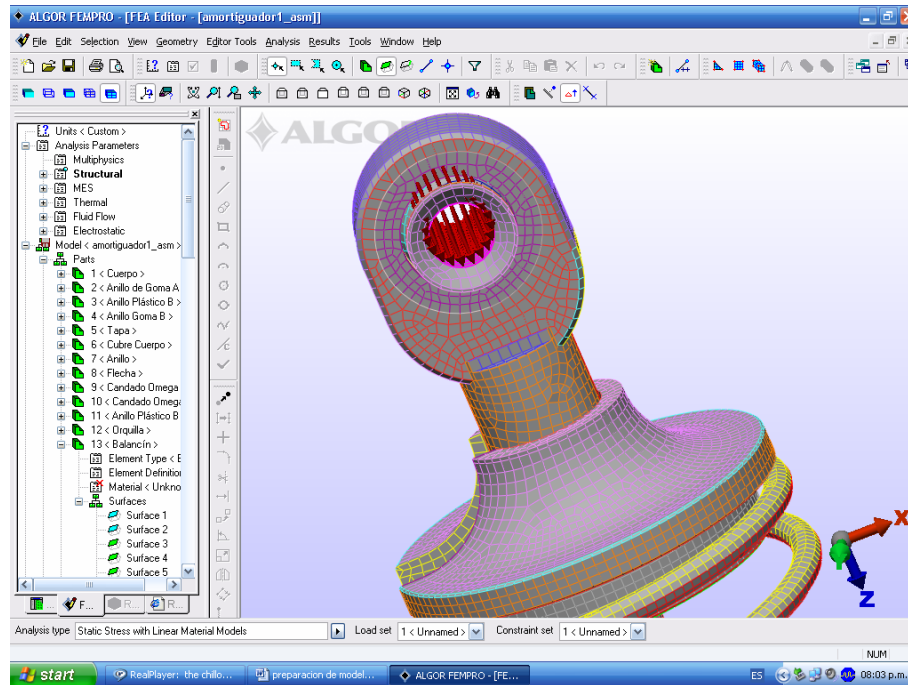


Figura 6.29 Aplicación de la Fuerza en el Modelo para Finite Element Análisis (FEA) en el Software Algor.

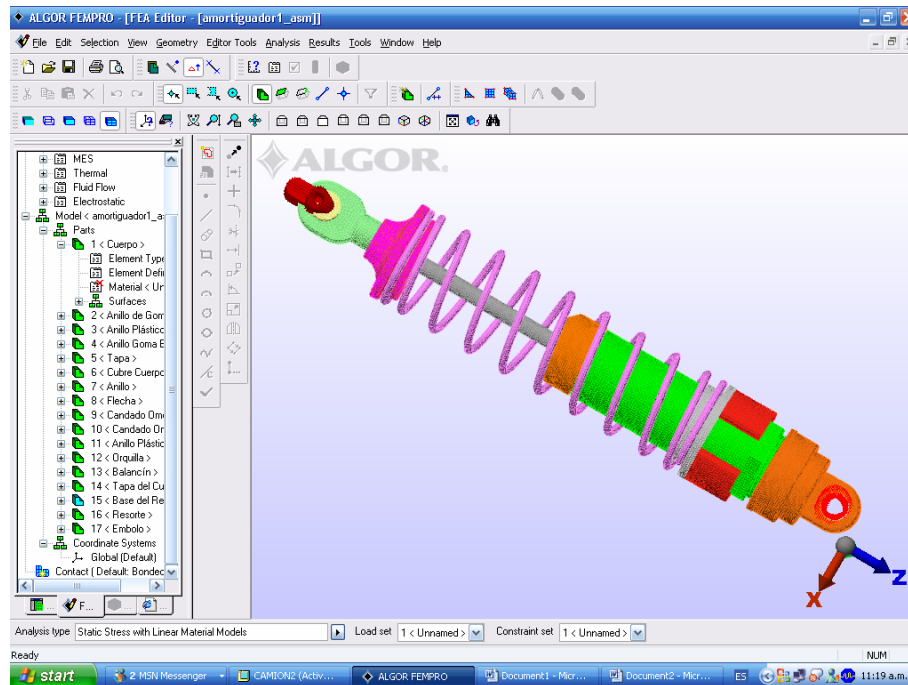


Figura 6.30 Modelo Terminado para el Análisis en el Software Algor.