

CAPÍTULO 5

ANÁLISIS DE LA COMPATIBILIDAD DEL MODELO SÓLIDO Y SUS ELEMENTOS EN EL PROGRAMA DE ELEMENTOS FINITOS Y SU PROBABILIDAD DE ANÁLISIS DE CARGAS ESTÁTICAS

5.1 TIPOS DE ARCHIVOS CON FORMATOS BÁSICOS EN UN PROGRAMA CAD

Existen tres tipos de archivos básicos con formatos: Neutrales, de Propietario, y Kernel.

1. Los formatos Neutrales fueron diseñados de tal manera que el modelo creado en un determinado paquete pueda ser leído fácilmente en cualquier otro sistema CAD/CAE. Los tres formatos básicos neutrales son STEP, IGES, y STL.
2. Los archivos de propietario son aquellos que están salvados y usados por algún programa CAD/CAE. Estos son usualmente solo accesibles por el software original. Los datos de formatos nativos incluyen Unigraphics, CATIA, Pro/ENGINEER, Mechanical Desktop, I-DEAS, SolidWorks, Solid Edge y AutoCAD.
3. Los terceros son los formatos Kernel, estos son librerías de software que son usadas para guardar el Modelo CAD detallándolo y operando sobre las características del modelo. Cada sistema CAD esta construido sobre el tope de algún tipo de Kernel. Los Kernel acarrean operaciones geométricas para crear entidades, características y operaciones booleanas. Los más comunes formatos Kernel son Parasolid y ACIS.

5.2 ARCHIVOS QUE PUEDEN LEER LOS PRE PROCESADORES

Los pre/post procesadores pueden usualmente leer todos los formatos neutrales. En términos de los formatos neutrales, la translación CAD es requerida para convertir el modelo CAD original al formato neutral. A continuación se dará una explicación breve de cada uno de estos.

- STEP (Standard for the Exchange of Product model data) es el mejor formato neutral y es un estándar ISO que traslada sólidos individuales y ensambles enteros, mientras que mantiene la estructura del ensamble y el posicionamiento de los componentes dentro del ensamble. La información paramétrica, incluyendo las características, colores y layers son perdidas durante la translación, pero la habilidad para trasladar los sólidos elimina cuando menos la mitad del trabajo de limpieza requerido cuando se usa una alternativa de métodos de translación. Los archivos STEP utilizan una definición de lenguaje llamado EXPRESS que es humana y maquinamente legible (como XML) y por lo tanto como una sola y única interpretación lo hace poderosamente legible.

```
ENTITY circle
SUBTYPE OF (conic);
  position : axis2_placement;
  radius   : length_measure;
DERIVE
  dim      : INTEGER := coordinate_space(position);
WHERE
  WR1     : radius > 0.0;
END_ENTITY;
```

Figura 5.1 Ejemplo del lenguaje EXPRESS

- IGES (Initial Graphics Exchange Specification), ha sido desarrollado en un buen soporte con una robusta y madura especificación. Es un formato estándar ANSI aprobado que es usado en modelos 3D de alambre. La especificación de un archivo IGES es detallado en un manual de cerca de 620 páginas, muchas de las cuales detalla un sin número de diferentes entidades geométricas y atributos. Las especificaciones son usadas para la descripción de geometría poligonal en 3D y NURBS, geometría B-Rep, entidades en 2D como líneas, símbolos de corte y entidades de texto. Las entidades de sólidos en IGES son soportados por muy pocos sistemas de CAD de tal manera que mucha gente ha intentado usar a IGES para intercambiar los modelos sólidos usualmente para exportar el modelo como un conjunto de superficies reducidas. Por lo tanto, si se utiliza un archivo con formato IGES para el intercambio, el proceso de conversión usualmente envolverá algún tipo del modelo ya compuesto que envuelve una alternativa substitutiva de las entidades IGES, apuntalando espacios entre superficies y recalculando intersecciones para reparar inexactitudes.

```

1H, 1H; 8HVIEWDWG2, 12HVIEWDWG2. IGS, 13H<unspecified>, 13H<unspecified>, ... G..... 19
32, 38, 6, 38, 15, 8HVIEWDWG2, 1, 1, 2HIN, 8, 0.016, 13H900729.231904, 0.0001, 71., . G..... 29
25HIGES·RFC·Review·Committee, 8HIPPO/NIST, 6, 0; ..... G..... 39
.....406.....1.....0.....0.....0.....0.....0.....0.....10300D..... 19
.....406.....0.....0.....1.....15.....0D..... 29

```

Figura 5.2 Ejemplo de un archivo IGES en 3D (Tamaño = 32K)

- STL es un formato que fue diseñado para las aplicaciones de estereolitografía como los prototipos rápidos. El formato contiene simplemente una triangularización de las superficies exteriores, así que sólo consiste en una colección de triángulos. Se necesita la capacidad de un especialista para convertir esta superficie mallada en un

volumen mallado y por lo tanto como no hay geometría asociada con el formato del archivo no es posible aplicar cargas o condiciones de frontera a las características geométricas tales como una orilla o una cara como usualmente se haría cuando la geometría esta disponible. Este formato se debe ocupar solamente como un último recurso.

Dado este todo este rango de opciones, primeramente es recomendable usar un archivo con formato de propietario que este disponible, (aunque usualmente no lo son), la siguiente opción es usar un archivo con formato Kernel, aunque muchos sistemas CAD no provean este soporte todas las variantes en todos los formatos y también para importaciones frecuentemente fallidas. Y en caso de usar los archivos neutrales se pueden utilizar los archivos STEP, ya que el tamaño de los archivos es mucho más pequeño y la geometría más limpia, aunque también se pueden utilizar los archivos (IGES o STL).

5.3 EXPORTACIÓN DE LOS ARCHIVOS NEUTRALES DESDE EL SISTEMA

PRO/ENGINEER

Estos archivos con formato neutral tales, en la traslación del programa CAD Pro/ENGINEER es un archivo de texto el cuál contiene el cuál contiene la información acerca de los *parts* y los ensambles creados en Pro/ENGINEER.

Tabla 5.1 Entidades que soportan los archivos IGES

Tipo de Entidad	Descripción (Inglés)	Entidad No.
Punto	Point	116
Curvas	Circular arc	100
	Composite Curve	102
	Copious Data	106, Form 1,2,11,12
	Line	110
	Rational B-Spline Curve	126
Superficies	Plane	108
	Ruled Surface	118
	Surface of Revolution	120
	Tabulated Cylinder	122
	Rational B-Spline Surface	128
Entidades recortadas	Curve on Parametric Surface	142
	Trimmed Parametric Surface	144
	Boundary	141
	Bounded Surface	143
Entidades de estructura	Transformation Matrix	124
	Subfigure Definition	308
	Singular Subfigure	408
since SD 7.0	Group	402, Form 1,7,14,15
since SD 7.0	Property / Name	406

Pro/ENGINEER formatea los datos de geometría de un *part* para que otros sistemas y softwares puedan leerlo fácilmente y una amplia variedad de aplicaciones puedan usarlo. Pueden crearse archivos neutrales de *parts* y de ensambles. Un archivo neutral de un *part* contiene información acerca de la geometría de un *part* y de las características de un *part*. Un archivo neutral de ensamble contiene información acerca de cómo los *parts* y los subensambles están colocados en el ensamble y la información general acerca de los componentes de los *parts*. Cuando se crea un archivo neutral de un ensamble el sistema genera un archivo neutral para cada componente de un *part*, y el archivo neutral de ensamble contiene una lista de nombres de archivos individuales de los *parts*. Sin embargo para fines de traslación de superficies utilizaremos el formato neutral IGES, ya que los

archivos puramente neutrales contienen información que nos es soportada por IGES tales como los atributos de un *part* o de un ensamble. Es así como dentro del programa de Pro/ENGINEER exportamos el modelo sólido como un archivo con formato IGES.

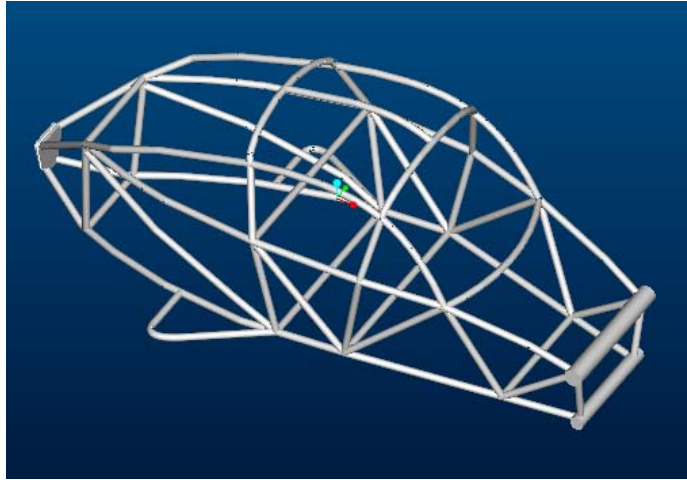


Figura 5.3 Modelo *part* de la estructura del automóvil creada en Pro/ENGINEER.

5.4 EXPORTACIÓN DEL MODELO TUBOLARE DESDE PRO/ENGINEER AL PROGRAMA ALGOR

Una vez que se ha analizado la capacidad de exportación optima de un modelo sólido o *part* desde el programa Pro/ENGINEER, a un pre/post procesador podemos proceder con el proceso de exportación el cual es muy sencillo, ya que sólo requiere que se exporten las superficies que se generaron del modelo sólido del automóvil, ya que el programa de elementos finitos es capaz de aceptar estas entidades que son soportadas por los archivos IGES. Lo primero es tener el modelo abierto en la ventana principal del software de Pro/ENGINEER y una vez que se tiene el modelo se procede a salvar una copia como. Esto se hace desde el Menú principal en el submenú File, y después de eso se guarda la copia en la opción “Save a copy”

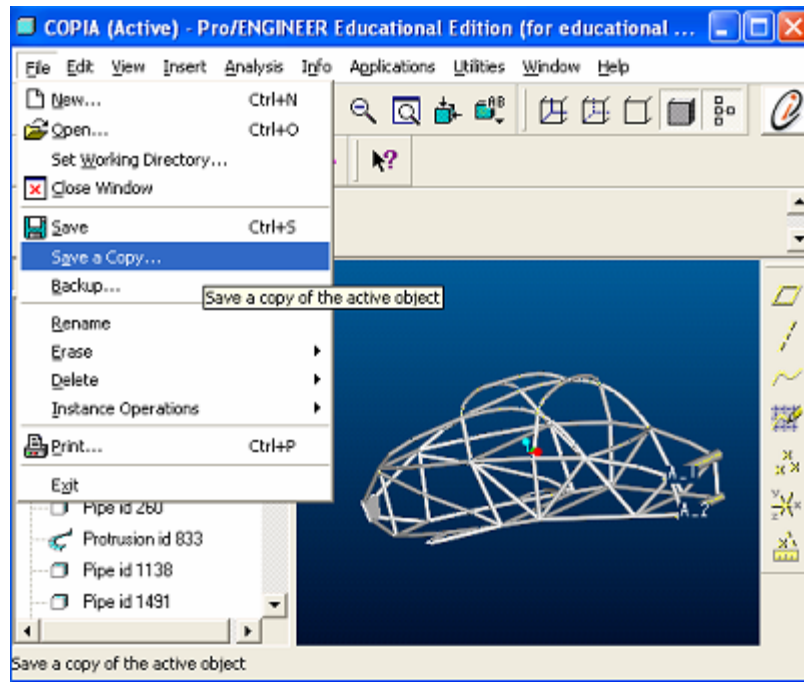


Figura 5.4 Ventana que muestra la opción de exportar

Ya elegida esta opción aparece una ventana con las opciones de guardado, como lo son: lugar en donde se va a copiar el archivo, nuevo nombre del modelo y formato de la extensión nueva con la cual se va a guardar.

Es en esta última opción en donde vamos a asignarle el formato IGES a nuestro modelo. Aunque existen dos tipos de formato IGES en los cuales se pueden guardar de igual manera, pero es recomendable que con el primer formato IGES. El segundo formato es llamado Photo Render, y tiene extensión *.igs, que se encuentra mucho más abajo en los subsiguientes formatos con los que se puede guardar el modelo.

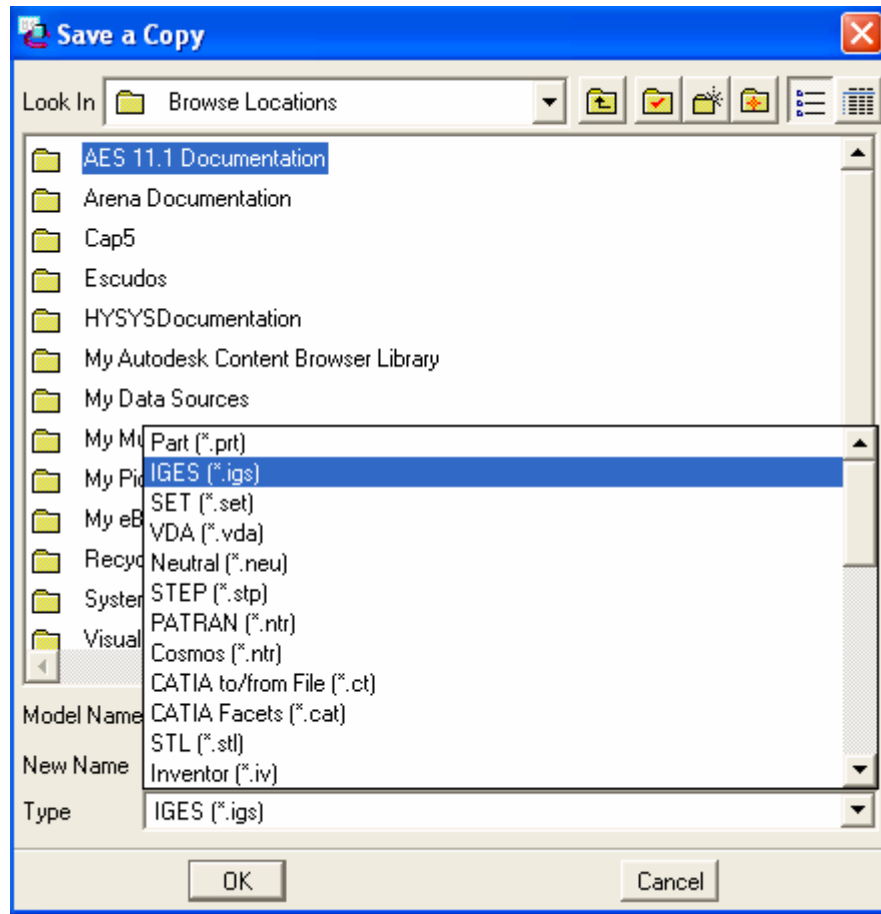


Figura 5.5 Ventana de exportación en ProE

Una vez que se ha elegido el formato IGES, aparece una pantalla en donde se especifica el tipo general de entidad que se quiere exportar, en este caso que nos interesa solo la superficie se debe uno de asegurar que la opción “surfaces” este señalada, y que los el recuadro donde esta escrita la palabra “Quilts” tenga a un lado la opción predeterminada “ALL”, ya que con esto aseguramos que todas las superficies con las que están hechas los elementos del modelo en sólido sean exportadas de una manera segura.

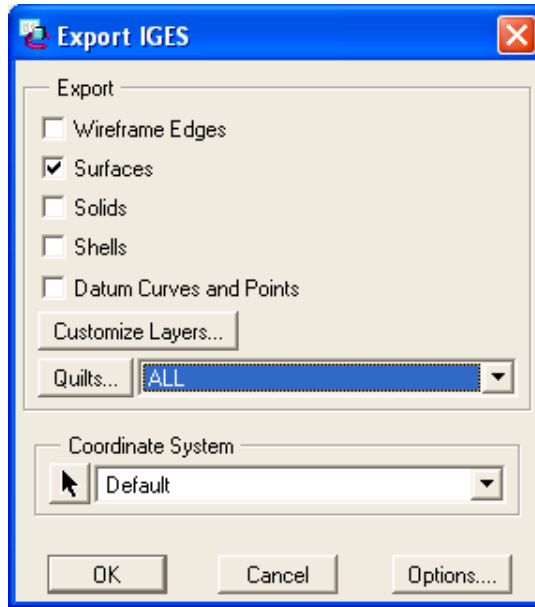


Figura 5.6 Opciones de exportación para archivos IGES en ProE

Ya señalado todo lo anterior se exporta dando “Ok” en la ventana y a continuación se observará en la línea de estado del programa como es que se genera el archivo IGES en porcentaje incremental y al final aparecerá un mensaje que indica la creación del archivo.

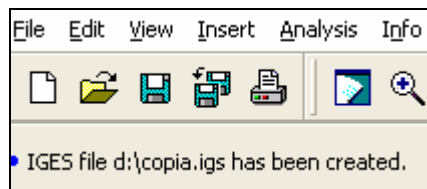


Figura 5.7 Indicación en la ventana de creación del archivo

5.5 IMPORTACIÓN DEL MODELO AL PROGRAMA DE ELEMENTOS FINITOS ALGOR

Ya teniendo nuestro modelo con formato IGES, se procede a importarlo en el programa de elementos finitos, el cual tiene la capacidad de leer archivos con este tipo de extensión. Es importante considerar que hay algunas veces que los modelos importados presentan problemas de geometría y que tienen la necesidad de redefinirse según el caso que sea para

que se pueda importar con éxito dentro del programa de elementos finitos. Los problemas que se pueden presentar son distintos, desde la ausencia del modelo, hasta la aparición de líneas excesivas que no estaban contempladas dentro del modelo, esto se da por una mala importación o creación del modelo de alambre y que es depurable, corrigiendo las secciones abiertas, inconclusas o no intersectadas dentro de un mismo punto que se pueden presentar dentro del modelo de alambre.

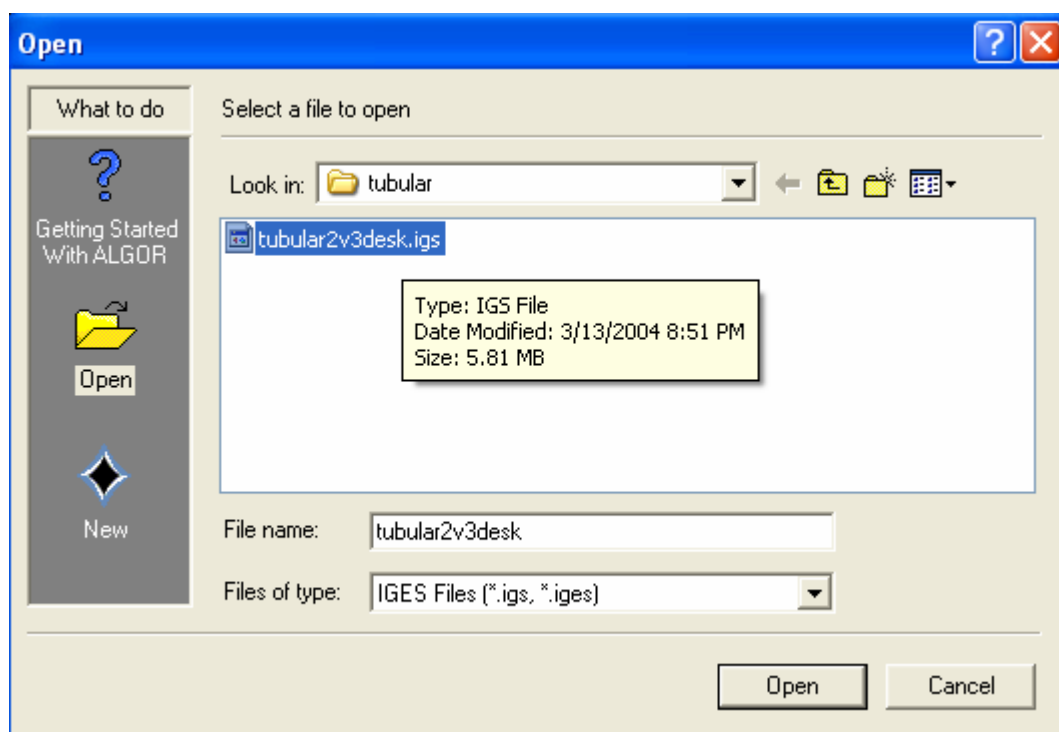


Figura 5.8 Ventana principal de apertura de archivos en ALGOR.

La importación es tan fácil y sencilla como la exportación. Una vez que se abre el programa ALGOR, se le indica el tipo de archivo a abrir dentro de la ventana de apertura de archivos. Lo que se hace a continuación es escoger el tipo de extensión que tiene el archivo, en este programa se observará que los archivos IGES están contemplados para importarse de manera directa. Una vez que se abre el archivo con formato IGES, se

observará que el modelo aparecerá dentro de la opción de pantalla de pre procesamiento en donde se tiene que escoger el tipo de mallado que se va a utilizar. Existen dos opciones, una es mallar el modelo como un sólido “Brick” y la otra es mallarlo como placa/cáscara o mezcla de los dos “Plate/shell”. Es en este punto en donde observando las características de nuestro modelo real se deben ajustar estas opciones de mallado para que se pueda acercarse al problema y así el resultado sea lo más aproximado posible.

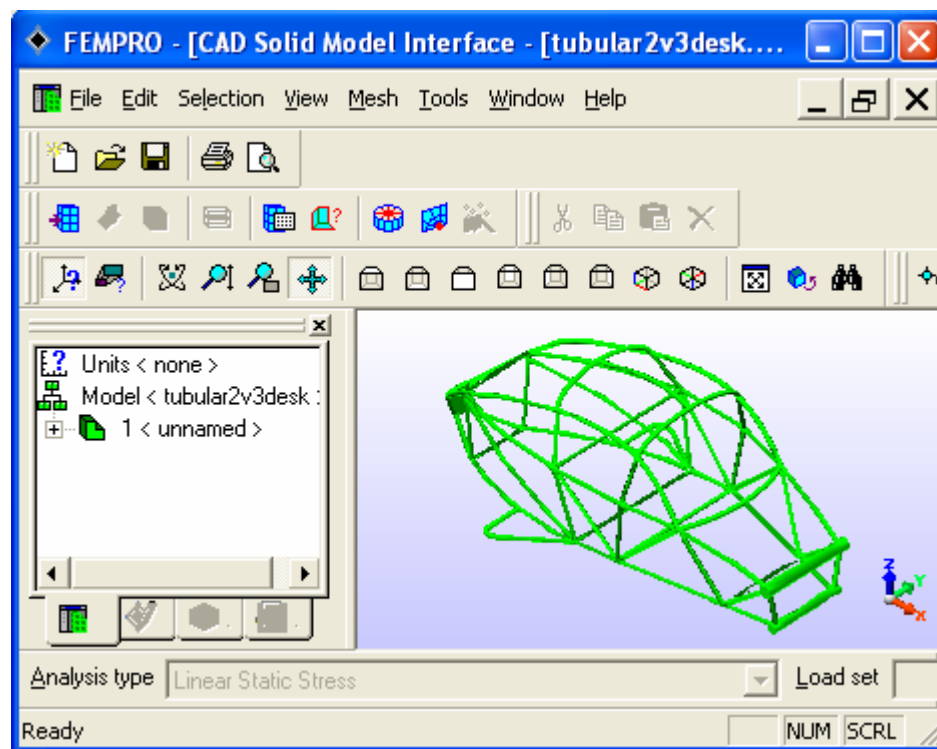


Figura 5.9 Modelo renderizado en ALGOR del automóvil.

Ya que nuestro modelo tiene una estructura tubular debemos comprender que cada tubo que constituye nuestro modelo actúa como si el modelo de alambre tuviera una cáscara es por eso que debemos utilizar preferentemente esta opción de mallado, ya que

como sólido nuestro modelo no tendrá la propiedad de hueco dentro del tubo, sino que lo tomará todo como una extrusión sólida.

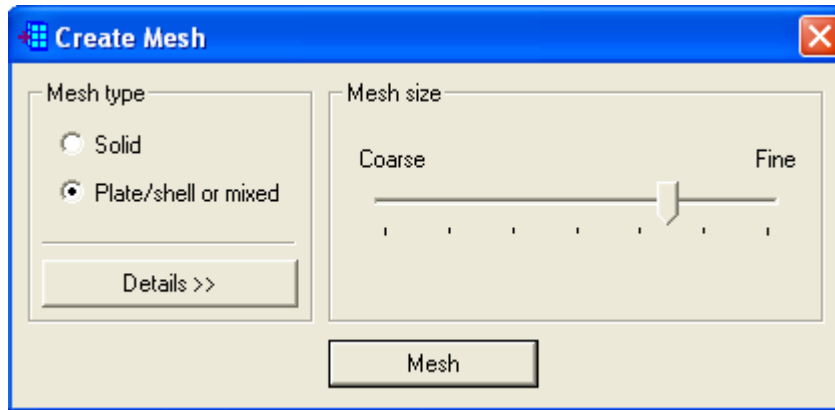


Figura 5.10 Ventana que establece el mallado para los modelos.

Lo único que falta para poder mallar el modelo es definir la densidad de la malla, esta densidad se escoge en base a un criterio personal del problema, si queremos resultados más veraces hay que indicar un mallado mucho más fino de lo normal, ya que con un mallado más grueso podemos tener problemas de geometría o resultados muy inexactos.

Es así que escogiendo estas dos opciones se procede a mallar el modelo, Este paso es muy importante ya que si no hay evidencias de error en el mallado es muy probable la realización del análisis del modelo, esto no es una garantía pero si el paso a seguir para que el post proceso sea un éxito.

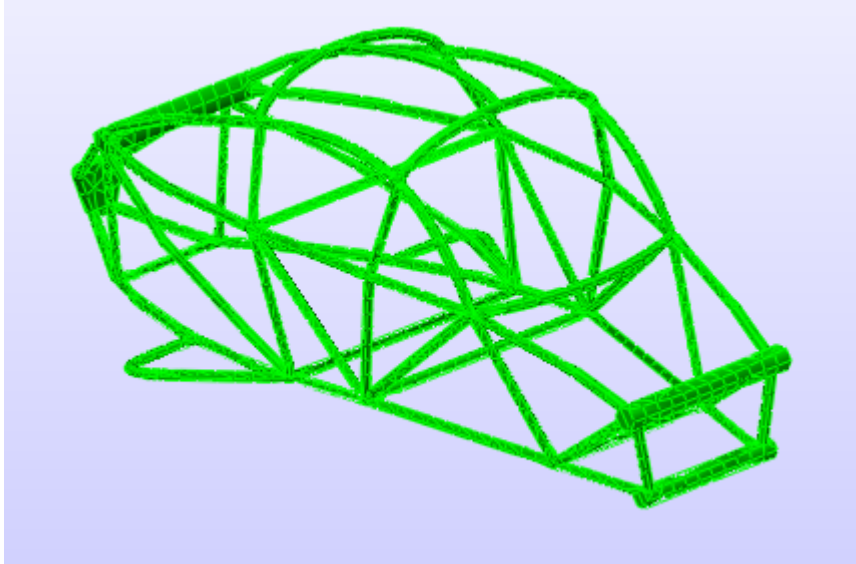


Figura 5.11 Modelo del automóvil Tubolare mallado en ALGOR.

Así una vez que se ha tenido éxito en el mallado, se procederá a establecer las condiciones de frontera y de fuerzas que se relacionen con el problema real para su posterior análisis dentro del programa de análisis de elementos finitos.