



**Universidad Albert Einstein**

Depto. Ingeniería Eléctrica y mecánica

Diseño de Elementos de Máquinas 1.

## **Guías de laboratorio para la Asignatura de Diseño de elementos de máquinas 1 y Resistencia de Materiales**

### **Guía No.1**

**Tema: Análisis de estrés con Elementos finitos.**

#### **Objetivos:**

- Entender el funcionamiento del programa CATIA para su uso en los laboratorios y para solventar cualquier uso profesional en el futuro.
- Proporcionar al usuario que trabajan con CATIA la posibilidad de analizar, simular y calcular piezas de maquinaria en general GPS Generative Part Structural Analysis y grupo de piezas (montajes) GAS Generative Assembly Structural Analysis, empleando el método de elementos finitos MEF o FEM (Finite Element Method), como se le conoce en inglés, además de otras funciones integradas en este programa.

#### **Introducción teórica**

Pruebas o Análisis de Stress en una figura.

Las pruebas de stress en una figura de 3 dimensiones digitalmente diseñado previamente es un método para analizar lo que podría ocurrir en determinados escenarios y, por tanto, no se utiliza como una herramienta de predicción.

Las simulaciones de estos procesos están basadas en el análisis del impacto de escenarios adversos improbables, pero no imposibles.

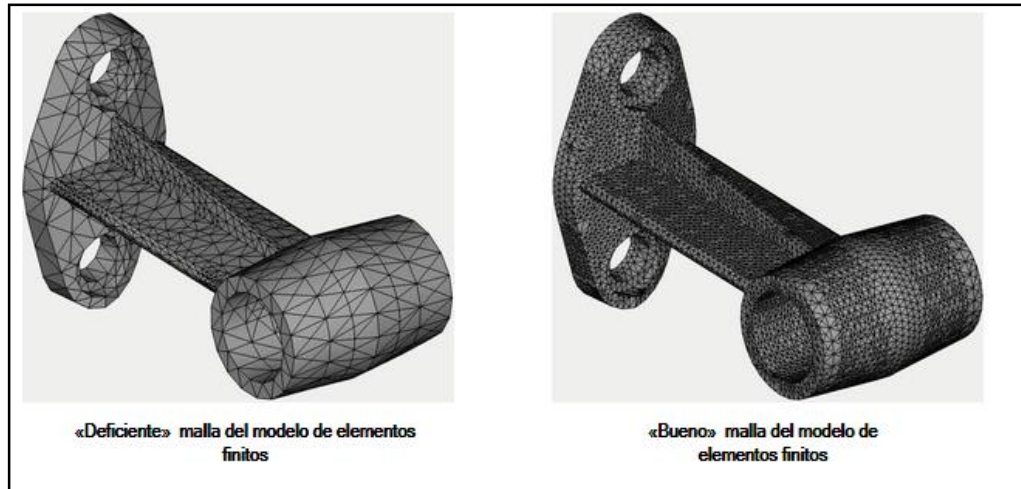
¿Cuál es el objetivo de realizar este tiempo de Ensayos digitalmente?

Un buen diseño empieza cuando se encuentra una carencia que se puede solventar. Un buen diseño debe ser diferenciador, simple, fácil de producir, barato, sencillo de usar y reciclable.

La elección del material, la geometría, la funcionalidad, la validación, la producción, la comercialización y el servicio post-venta influirán en la aceptación y éxito de la pieza.

### Catia y su proceso de simulación de elementos finitos.

El propósito principal de una malla de elementos finitos es a la geometría adecuada aproximada del cuerpo que está siendo modelado, que representen todas las características de la geometría de la parte significativa de la solución.



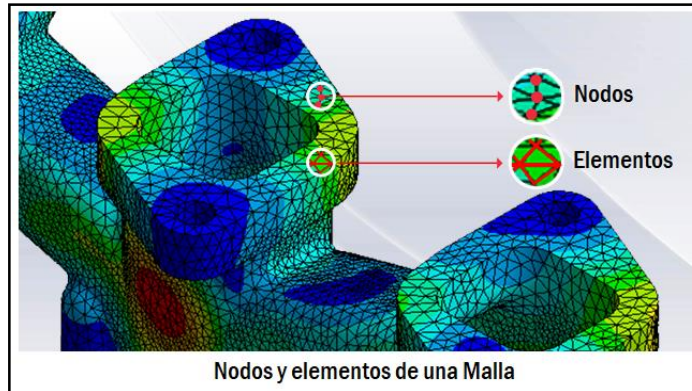
El realizar este tipo de pruebas de análisis puede ayudarle a encontrar las mejores alternativas de diseño para una pieza o un ensamblaje. En las primeras fases de desarrollo del diseño, puede asegurarse de que el diseño es satisfactorio para el uso esperado sin que se rompa o deforme.

La geometría de la pieza, sometida a cargas y restricciones, se subdivide en partes más pequeñas, conocidas como “elementos”, que representan el dominio continuo del problema. La división de la geometría en pequeños elementos resuelve un problema complejo, al subdividirlo en problemas más simples, lo que permite a la computadora hacer las tareas con eficiencia.

El método propone que un número infinito de variables desconocidas, sean sustituidas por un número limitado de elementos de comportamiento bien definido. Esas divisiones pueden tener diferentes formas, tales como triangular, cuadrangular, entre otros, dependiendo del tipo y tamaño del problema. Como el número de elementos es limitado, son llamados de “elementos finitos” – palabra que da nombre al método.

Los elementos finitos están conectados entre sí por puntos, que se llaman nodos o puntos nodales. Al conjunto de todos estos ítems – elementos y nodos – se lo denomina malla. Debido a las subdivisiones de la geometría, las ecuaciones matemáticas que rigen el comportamiento físico no se resolverán de una manera exacta, sino aproximada por este método numérico. La precisión de

los Métodos dos Elementos Finitos depende de la cantidad de nodos y elementos, del tamaño y de los tipos de elementos de la malla. Por lo tanto, cuanto menor sea el tamaño y mayor el número de elementos en una malla, más precisos serán los resultados del análisis.

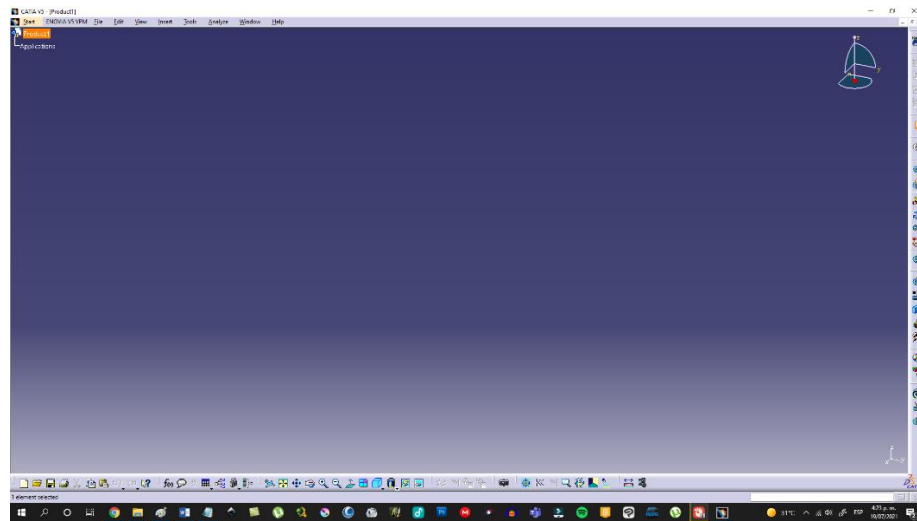


Los softwares de simulación computacional están evolucionando y mejorando los análisis con base en el método, promoviendo la mejora de selección de tipos y generación de malla de elementos, las técnicas de modelado, criterios de aceptación, los errores y la presentación de los resultados, permitiendo la utilización más fácil de las herramientas.

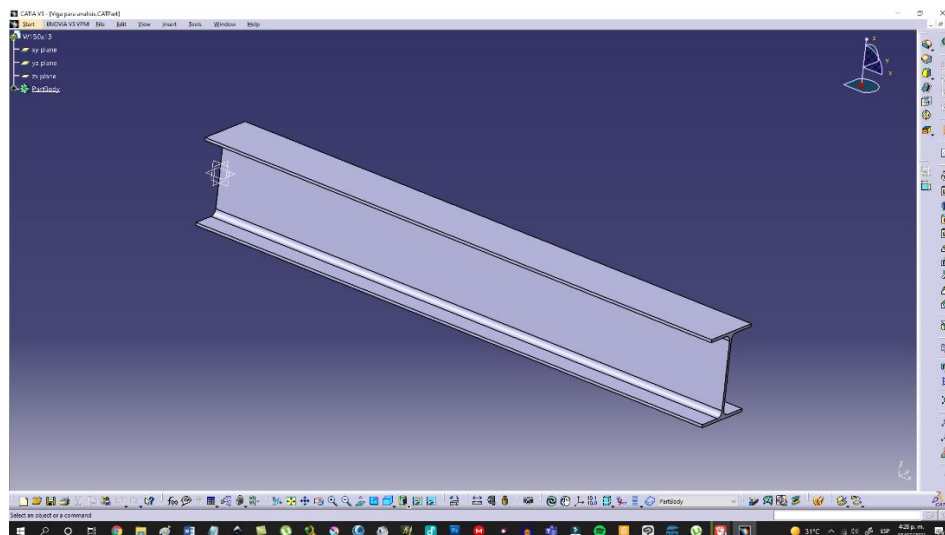
## Desarrollo de Ejercicio de Análisis en viga en voladizo y simulación de desplazamiento con carga vertical hacia abajo con Método de Elementos finitos utilizando el software CATIA.

El método puede ser aplicado en la resolución y diagnóstico de problemas de análisis estructural para la obtención de desplazamientos, deformaciones y tensiones, también permite representar diferentes escenarios y evaluar el rendimiento de productos con aplicación de criterios de resistencia, rigidez o fatiga.

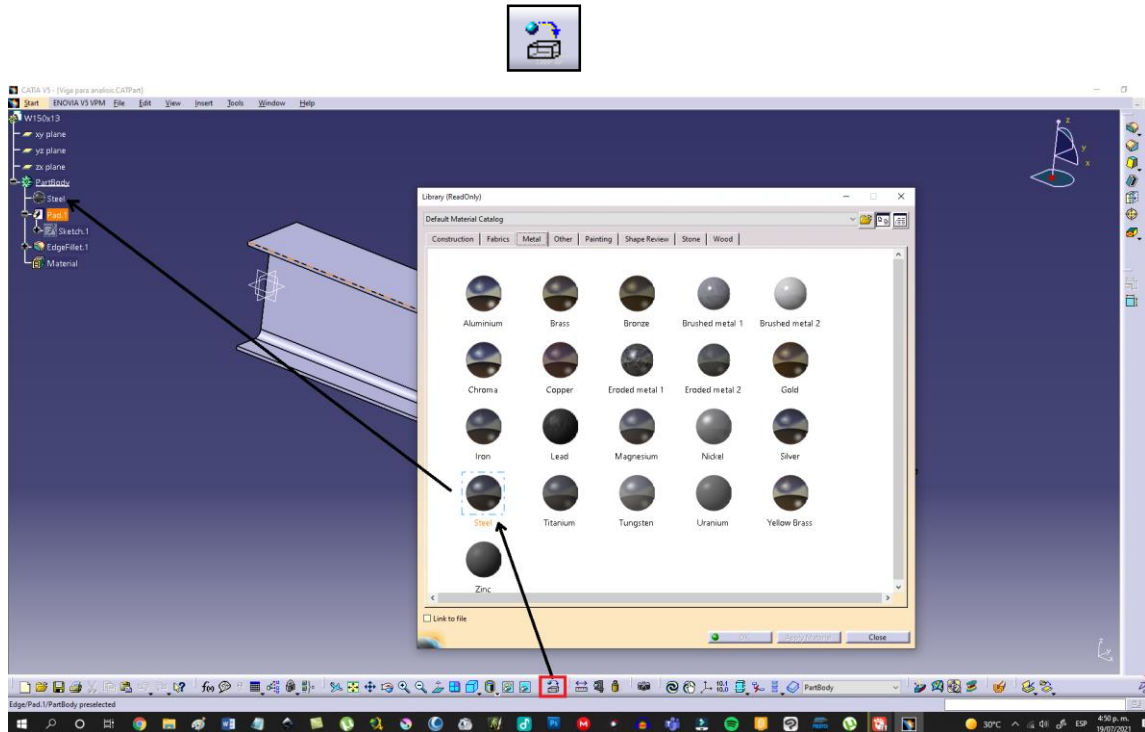
Lo primero que tenemos que hacer es abrir el programa Catia



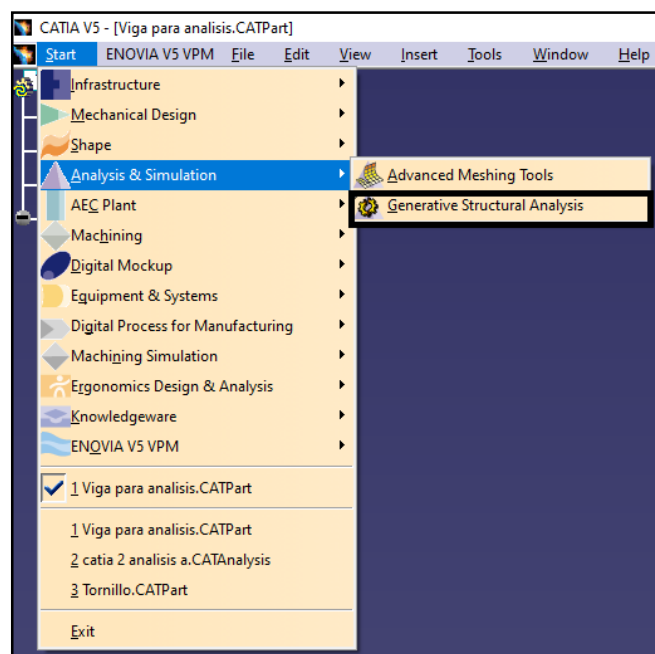
Luego abrimos el documento existente, en este caso la viga desarrollada previamente. Podríamos arrastrar el archivo o simplemente en el menú superior en la opción **FILE >> OPEN**, seleccionamos el archivo y lo abrimos, una vez aceptado nos cargara la figura.



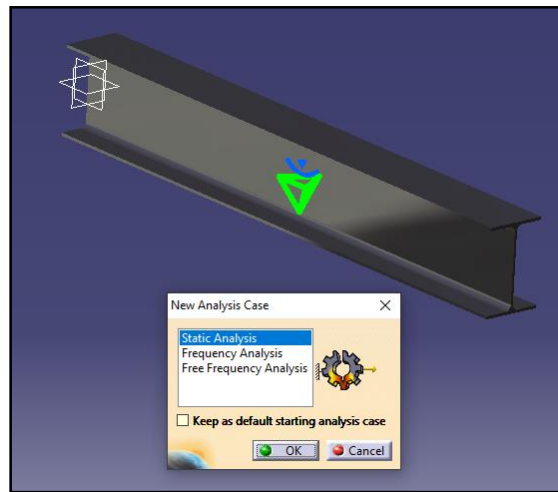
Lo primero es vincular el tipo de material que nuestra viga tendrá, para realizarlo clicamos sobre el icono de biblioteca de materiales con la siguiente forma y la siguiente ubicación:



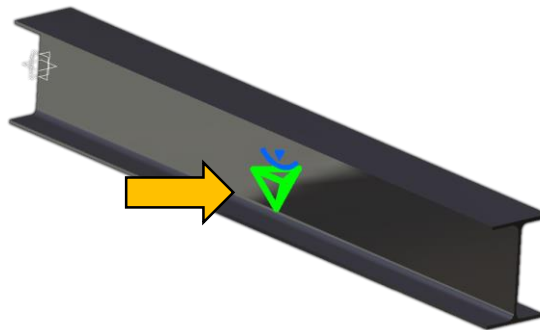
Como se aprecia en la imagen superior emerge una ventana con los diferentes materiales que podemos asignarle a la pieza en este caso sería Steel (Acero). Lo siguiente sería habilitar en el programa el módulo de simulación, para hacerlo accedemos al menú superior a **Start >> Analysis and Simulation >> generative structural Analysis** como puede verse en la siguiente imagen:



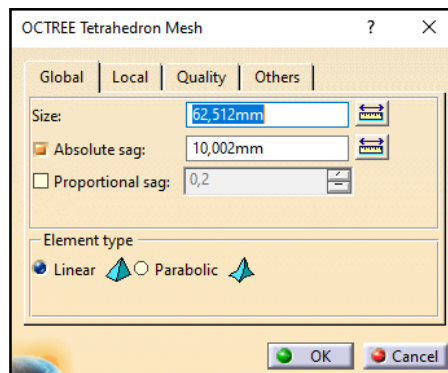
Al seleccionar el modulo nos arrojaría una ventana para elegir el tipo de análisis que deseamos ejercer sobre nuestra viga, seleccionamos: **Analysis Static** (Análisis Estático)



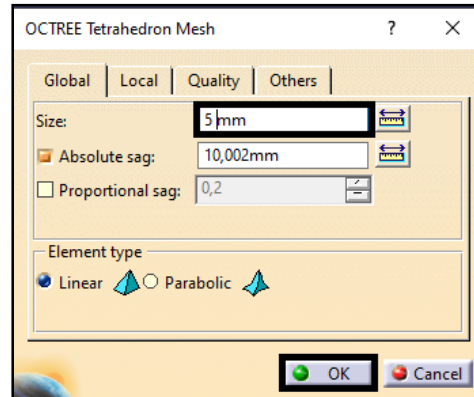
Una vez aceptado damos doble clic sobre la figura de color verde fluorescente que se encuentra como se puede apreciar en la imagen en a la mitad. Al realizarlos abrirá una ventana de configuración que tenemos que personalizar.



Cambiaremos la opción “**Size**” que adjudicaría al tamaño de los nodos que el programa ocupara para realizar el análisis en este caso los elementos finitos están conectados entre sí por puntos, que se llaman nodos o puntos nodales, esos puntos entre menos tamaño tengan será más completo el análisis.



En el cuadro cambiaremos el tamaño a **5 mm** para que el análisis sea más exhaustivo, lo demás se deja tal cual, si en el apartado de tipo de elementos dice parabólico, lo cambiamos en este caso a lineal.

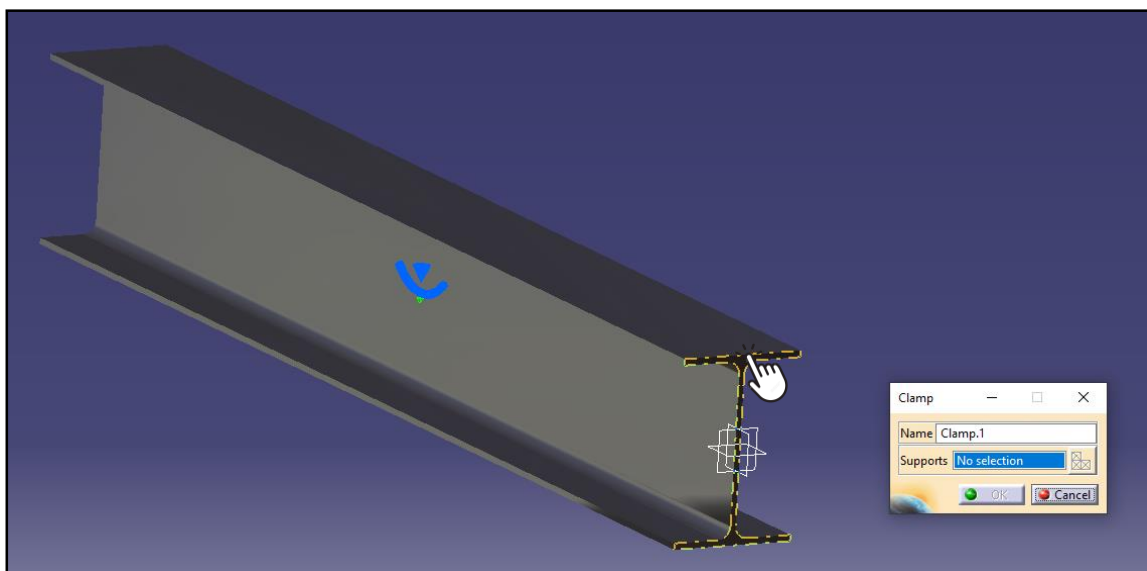


Después de la configuración de los puntos nodales nos disponemos a aplicar los diferentes puntos de presión, primero empotraríamos la viga para que quede en voladizo, para llevarlo a cabo, clicamos sobre el icono “**clamp**”, ubicado en la barra de herramientas en nuestra parte derecha del software.

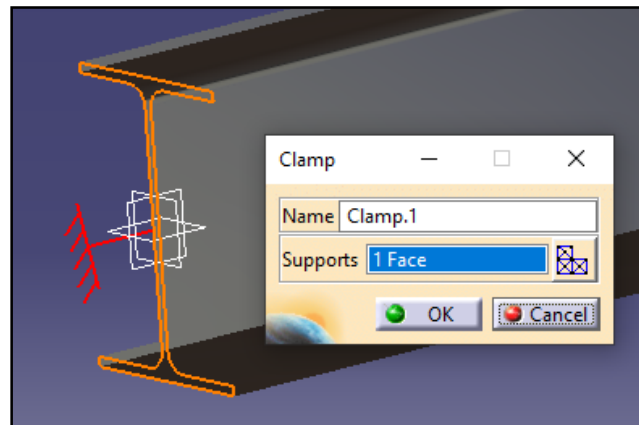
Primer paso >>




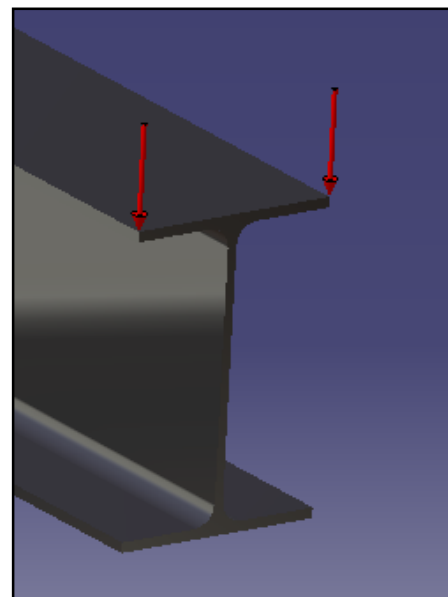
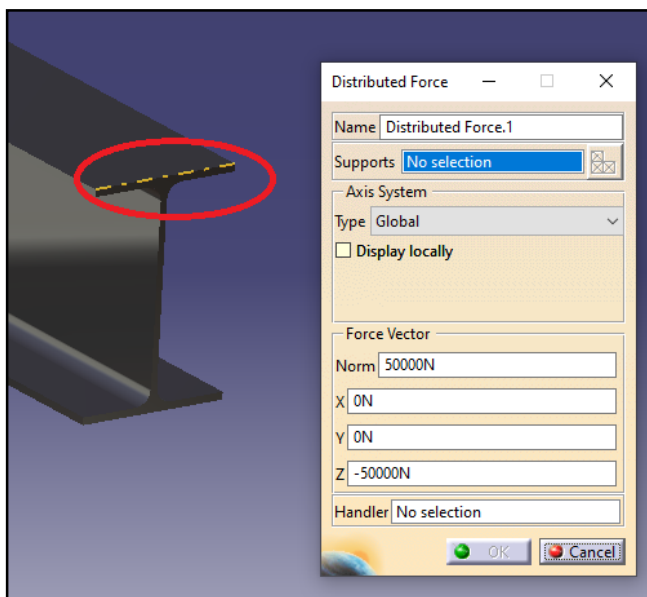
Nos abriría el siguiente recuadro y la opción de elegir donde queremos el empotramiento, como puede apreciar el puntero cambiaria y podemos ubicar una zona sana donde ejercer esa configuración.



Al darle clic a la zona a aplicar la imagen cambiaria de la siguiente:




Damos ok, y nuestra pieza ya estaría empotrada, lo siguiente es aplicar una fuerza en vertical distribuida a lo largo de la punta de nuestra viga simulando una carga en ese extremo, para llevarlo a cabo nos dirigimos al icono  de nombre: **"Distributed force"** (Fuerza distribuida). Una vez accedemos a él, nos abrirá una ventana donde podemos ubicar el vector de fuerza que queremos para a la figura, en este caso hemos aplicado **50,000 N** y ponemos el negativo al principio para que la fuerza la ejerza verticalmente hacia abajo, al mismo tiempo como hicimos con el empotramiento tenemos que seleccionar donde queremos que se ubique esa carga, en nuestro caso en el vértice superior, al seccionarlo nos quedara la figura como la imagen inferior derecha, y luego damos ok para aplicarlo.

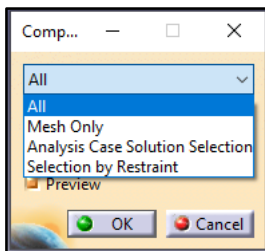




De este modo ya tendríamos los parámetros de empotramiento, fuerza aplicada verticalmente hacia abajo y el tamaño de los nodos.

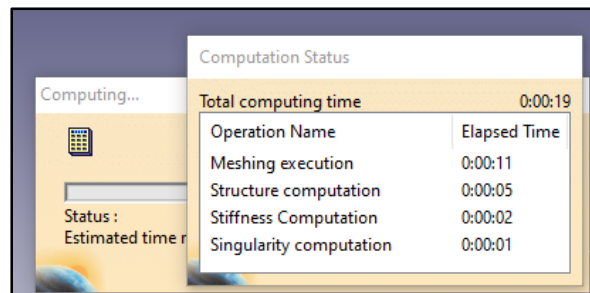


Ya estaríamos listos para ejecutar los análisis, para eso clicamos sobre el icono **“Compute”**, que su simbología es la siguiente  al acceder nos abriría el siguiente recuadro con diferentes opciones.

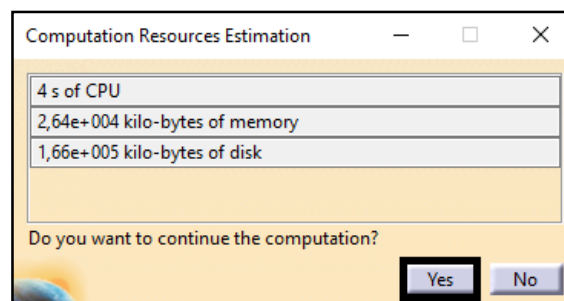



En la ventana podemos ver por separados los diferentes análisis que podemos aplicar, nosotros vamos a aplicar **“All”** que realice todos los procesos de una vez.

Al darle **OK** comenzaría el proceso donde veremos que realiza los análisis como puede verse en la siguiente imagen.

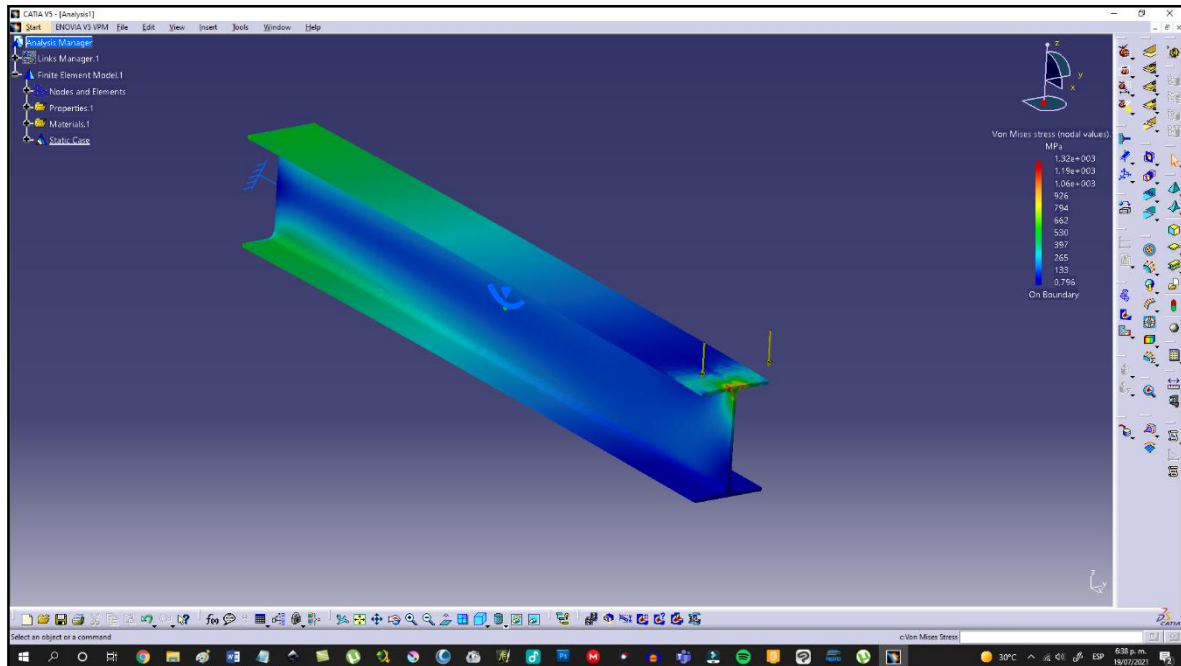


Luego de un tiempo nos abriría una ventana de notificación que nos especifica los requerimientos de la computadora que ocupará el análisis como se ilustra a continuación, y luego clicamos en **YES**.



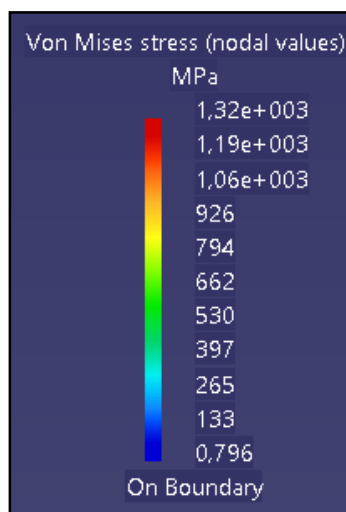
Esperamos que termine el proceso, al terminar nos dejara en la figura como si no hubiera realizado mayor cambio, para visualizar esos cambios nos dirigimos al icono 

Clicamos sobre él y notaríamos los cambios en la figura como puede verse a continuación.

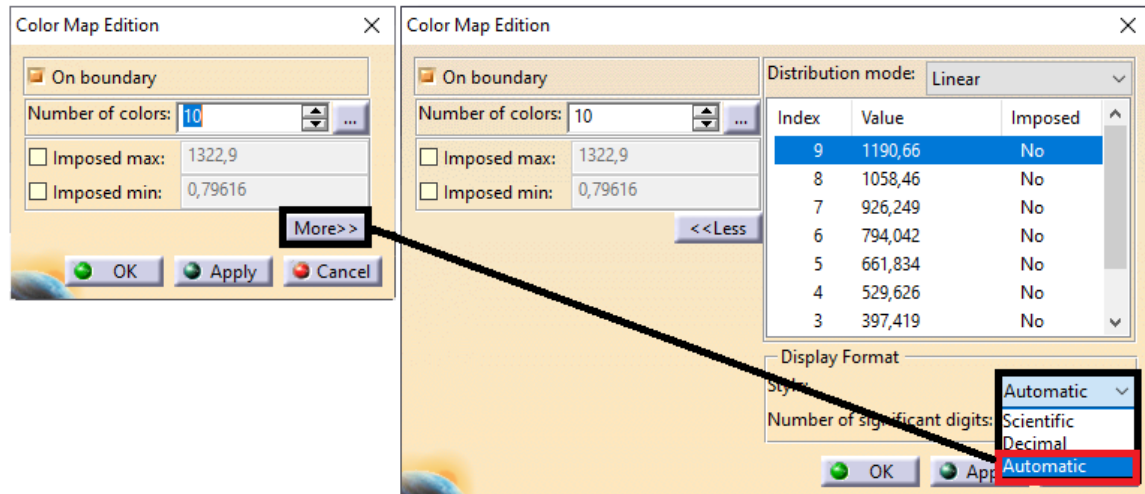


Donde podemos apreciar las diferencias de todos a lo largo de la viga, como se aprecia, donde se ubicó la carga y en la parte superior e inferior del empotramiento es donde hay mayor fatiga.

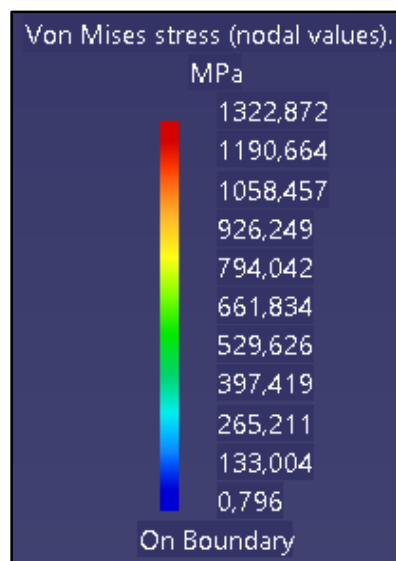
También podemos percatarnos que hay en la parte derecha una barra de tonos con los valores ejercidos sobre la figura.




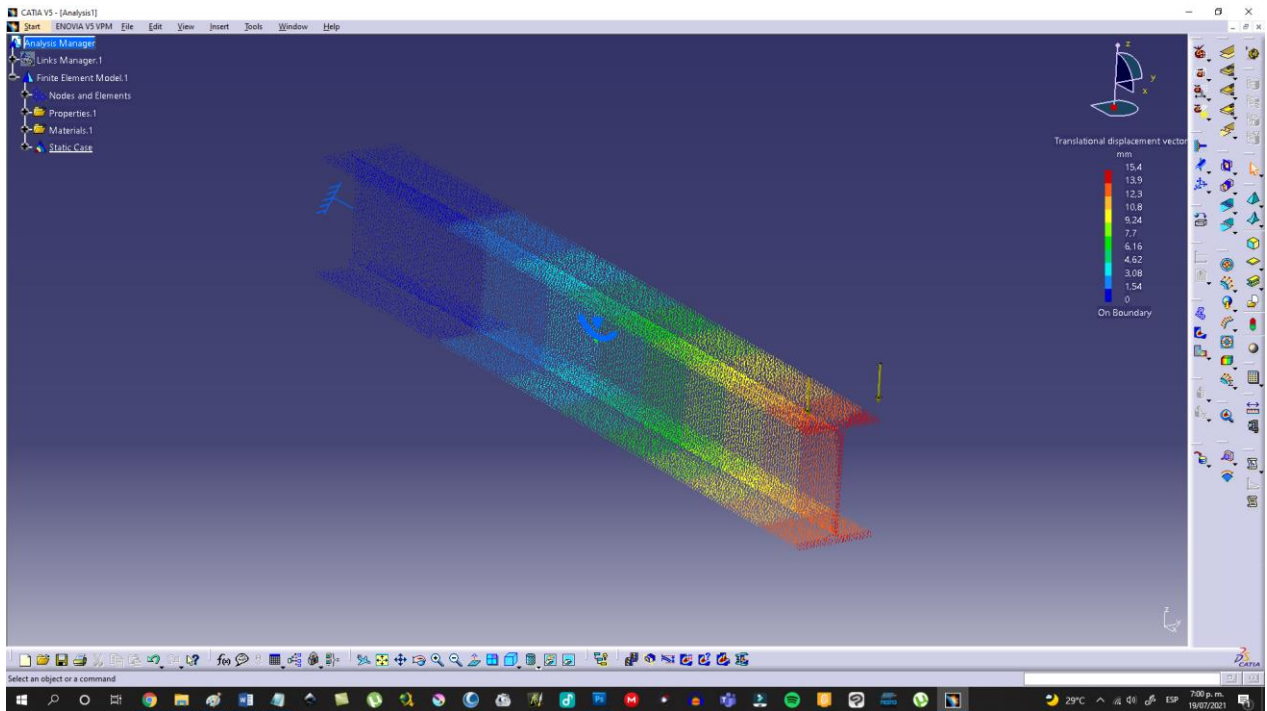
Para cambiar de los valores exponenciales por defecto lo hacemos dando clic sobre los valores, nos desplegaría una ventana con opciones.



Y al aplicar los cambios a decimal lo visualizaríamos de la siguiente manera:

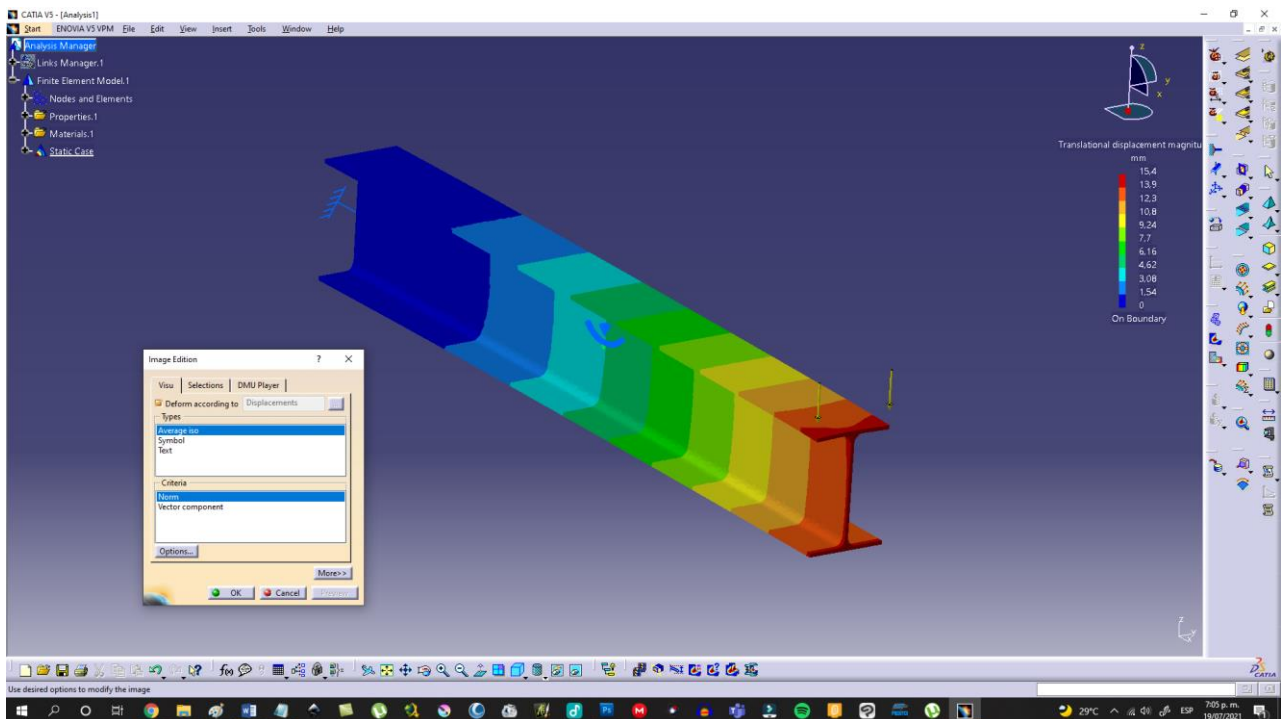


Donde podríamos apreciar que en la parte de tono rojo tendríamos 1322,872 MPa ejercidos en todo en la figura, para poder visualizar esos tonos en la figura con las cargas por medio del mallado y nodos vamos al icono 



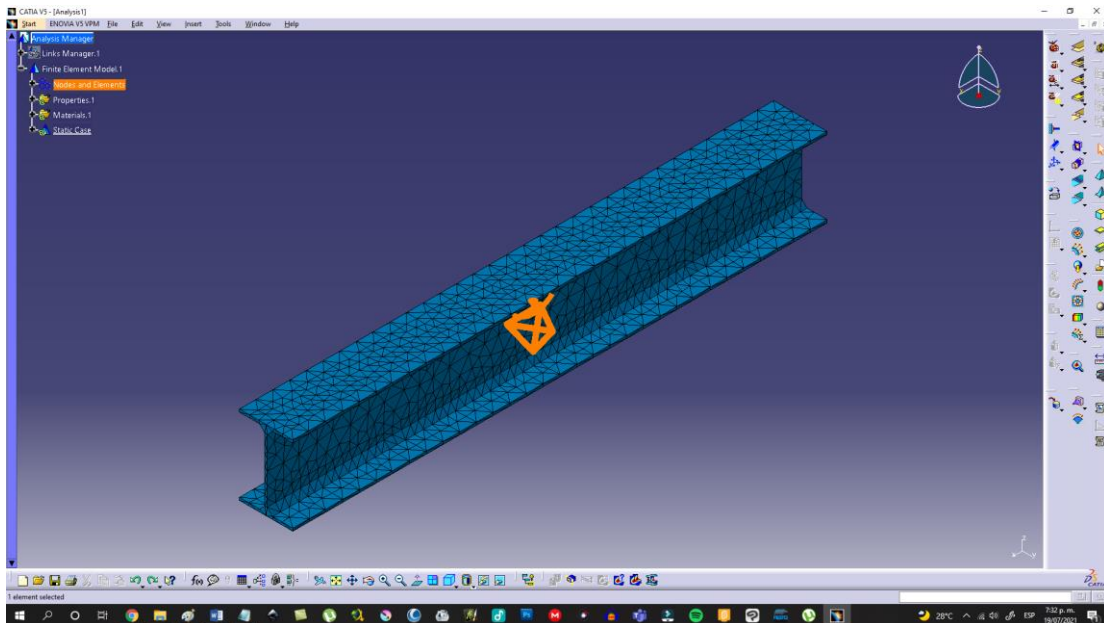
Y quisiéramos ver la figura representado de un mejor modo en sus tonos fraccionados damos clic a cualquier nodo dentro de la figura y nos aparecería una ventana con opciones de visualización.

Clicamos en **Average iso** y la figura cambiaria como se aprecia en la siguiente imagen.

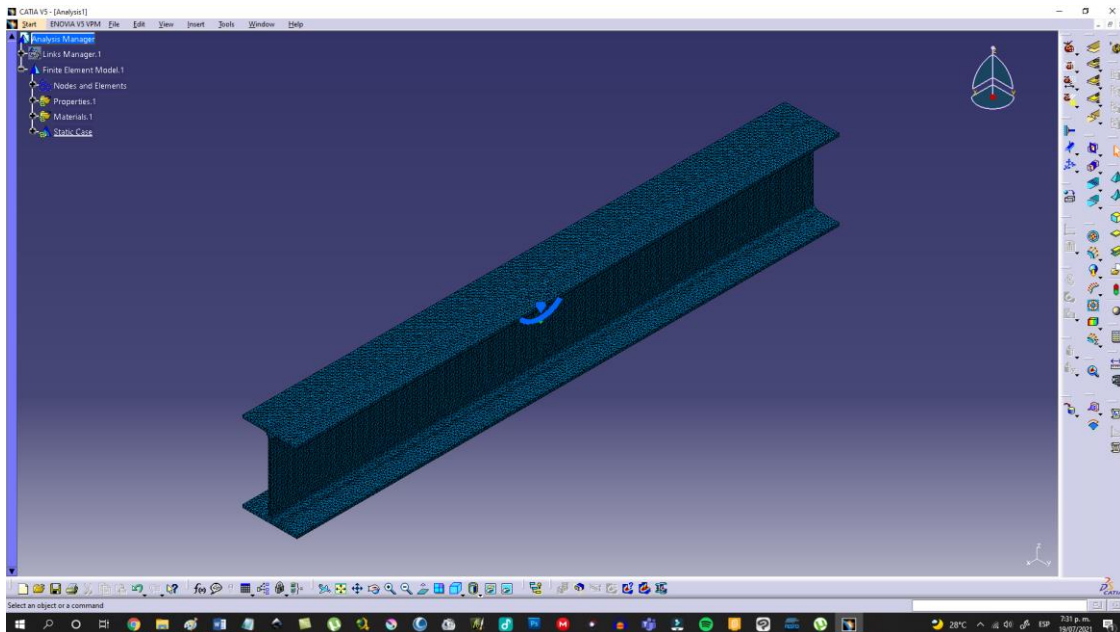


y quedaría finalizado.

## EXTRA:



**Malla del modelo de elementos finitos (deficientes) Nodos de mayor tamaño.**



**Malla del modelo de elementos finitos (Bueno) Nodos de menor tamaño.**

Al conjunto de todos estos ítems (elementos y nodos) se lo denomina malla. Debido a las subdivisiones de la geometría, las ecuaciones matemáticas que rigen el comportamiento físico no se resolverán de una manera exacta, sino aproximada por este método numérico. La precisión de los Métodos dos Elementos Finitos depende de la cantidad de nodos y elementos, del tamaño y de los tipos de elementos de la malla. Por lo tanto, cuanto menor sea el tamaño y mayor el número de elementos en una malla, más precisos serán los resultados de las análisis.

## **Bibliografía**

- ❖ Richard Budynas, Keith Nisbett. (2012). Diseño en Ingeniería Mecánica de Shigley. México. D.F: McGraw Hill Centroamericana Editores S.A de C.V.
- ❖ Eduardo Torrecilla Insagurbe. (2012). El Gran Libro de Catia. Colombia: Ediciones técnicas Marcombo.
- ❖ Desconocido. (2013). Part Design. 1 marzo, 2013, de Catia es fácil Sitio web: <https://catiafacil.wordpress.com/2013/03/01/part-design-parte-3/>