

 INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO CENTRAL TÉCNICO CON CONDICIÓN DE UNIVERSITARIO		versión: 1.0 SLAB: 20/04/2022 0.000: 21/5/2025
SUSTANTIVO FORMATO Código: FOR.DO31.02	MACROPROCESO: 01 DOCENCIA PROCESO: 05 TITULACIÓN 01 TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR / TITULACIÓN PERFIL Y ESTUDIO DE PERFIL DE TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR / TITULACIÓN	

Página 1 de 15



INSTRUCTIVO PARA LA ELABORACIÓN DE PERFIL DE PROYECTO DE GRADO



PERFIL DE PROYECTO DE TITULACIÓN

Quito – Ecuador 2023



PERFIL DE PROYECTO DE TITULACIÓN

CARRERA: Tecnología En Mecánica Industrial

TEMA: Implementación De Un Módulo De Análisis Computacional Por Elementos Finitos
Para El Laboratorio De Computación

Elaborado por:

Edwin Alexander Shuguli Licto; Jennifer Daniela Toapanta Camacho

Tutor:

Leonardo Francisco Beltrán Venegas

Fecha: 19/06/2023

Índice de contenidos

1	EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	6
1.1	Formulación y planteamiento del Problema.....	6
1.2	Objetivos.....	6
1.3	Objetivo general.....	6
1.4	Objetivos específicos.....	6
1.5	Justificación.....	7
1.6	Alcance.....	7
1.7	Métodos de investigación.....	8
1.8	Marco Teórico.....	8
1.8.1	¿En qué consiste el método de análisis finitos?.....	8
1.8.2	¿Que son los nodos?.....	11
2	ASPECTOS ADMINISTRATIVOS.....	12
2.1	Recursos humanos.....	12
2.2	Recursos técnicos y materiales.....	12
2.3	Viabilidad.....	13
2.4	Cronograma.....	14
2.5	Bibliografía.....	14

Índice de gráficos

Gráfico 1. Uso de SAP 2000.....	10
Gráfico 2. Visualización de nodos.....	12

Índice de tablas

Tabla 1	12
----------------------	----

1 EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Formulación y planteamiento del Problema

En el Instituto Superior Central Técnico con condición de universitario, se forman tecnólogos para la vida laboral mediante un enfoque tanto teórico como práctico. Sin embargo, en el laboratorio de computación, se ha identificado una problemática importante, la carencia y falta de actualización de software que permitan simular y diseñar cómo actuará un elemento ante fuerzas, vibraciones, el calor, flujo de fluidos y otros efectos físicos del mundo real, por lo que esta situación puede generar dificultades tanto en el diseño de un elemento, como en la posibilidad del estudio del comportamiento de los sólidos deformables ante determinadas situaciones reales.

1.2 Objetivos

1.3 Objetivo general

Implementar un módulo de análisis computacional por elementos finitos para el laboratorio de computación de la carrera de mecánica industrial del ISUCT, con base en procesos de diseño y simulación de problemas tipo, con el fin de proporcionar a los estudiantes equipos eficientes y precisos en el campo diseño industrial por computadora, que permita simular y evaluar de manera eficiente el comportamiento de elementos frente a diversos efectos físicos para la estimación de su resistencia y vida útil.

1.4 Objetivos específicos

- Implementar un software de análisis por elementos finitos que permita simular y evaluar el comportamiento de elementos a diferentes efectos físicos.
- Evaluar la eficiencia y precisión del software mediante la simulación de varios casos prácticos tipo.
- Documentar en una ficha técnica las características principales y garantizar la satisfacción y utilidad del módulo.

- Implementar un manual que describa el procedimiento y funcionalidades del módulo, asegurando la correcta integración y compatibilidad con el entorno de laboratorio existente.

1.5 Justificación

El presente proyecto de integración curricular propone una solución tecnológica para optimizar el rendimiento estudiantil. Mediante la implementación de un módulo de análisis computacional con el fin de proporcionar a los estudiantes un equipo eficiente y preciso en el campo de mecánica industrial. Este tipo de análisis es un software fundamental en el diseño y evaluación de estructuras y componentes mecánicos, además nos permite evaluar de manera eficiente el comportamiento de elementos finitos frente a diversos efectos físicos del mundo real.

El análisis por elementos finitos se utiliza para simular y analizar el comportamiento de elementos sometidos a cargas y condiciones específicas de esta manera, incorporar una interfaz gráfica amigable e intuitiva. Esta interfaz tiene como objetivo facilitar la interacción con los usuarios, al tiempo que garantiza la validez y precisión de los resultados obtenidos mediante el método de elementos finitos. La incorporación de este módulo tendría un impacto significativo en el aprendizaje de los estudiantes tecnólogos de la Carrera de Mecánica Industrial.

Al implementar este tipo de módulo de análisis computacional de elementos finitos nos brinda a estudiantes y docentes un equipo que permita realizar evaluaciones virtuales de forma precisa y eficiente evitando la necesidad de pruebas y ensayos físicos, costosos y complicados por ende permite ahorrar tiempo y recursos, así como tomar decisiones informadas en el diseño y la optimización de componentes y estructuras en el campo de la Mecánica Industrial.

1.6 Alcance

El siguiente proyecto tiene como principio la utilización del módulo de modo que se de un alcance de beneficio multimétodo. Este alcance permite realizar la investigación desde un enfoque cualitativo que provee desde la exploración y descripción de la metodología de análisis de elementos finitos una perspectiva amplia de sus beneficios en el

área Mecánica. Asimismo, desde la línea cuantitativa y nivel experimental se busca la aplicación de este software en un computador en el laboratorio para la continua praxis estudiantil. Esto permitirá que los estudiantes realicen varios ensayos de análisis de elementos finitos, con lo cual podrán crear proyecciones y soluciones mecánicas. Con la utilización del nivel experimental se determinará la importancia de incorporar la metodología de análisis de elementos finitos en la enseñanza de las nuevas generaciones, ya que se debe tomar en cuenta que la innovación es un pilar fundamental en la educación técnica.

1.7 Métodos de investigación

Para el desarrollo de presente proyecto realizó una investigación descriptiva para el análisis computacional por elementos finitos, por el cual, tiene como objetivo principal describir y analizar las características y propiedades de un elemento o estructura. Esta investigación permite obtener de forma detallada el comportamiento de un elemento brindando información valiosa a la toma de decisiones en el diseño.

Del método de investigación de campo se realizó la viabilidad de la propuesta tecnológica utilizando un formato de encuestas web, para estudiantes que cursan el tercero, cuarto y quinto semestre, el cual, proporciona una descripción cuantitativa de tendencias, actitudes y opiniones de los estudiantes.

1.8 Marco Teórico

1.8.1 ¿En qué consiste el método de análisis finitos?

Un modelo de elementos finitos consiste en una colección de puntos llamados "nodos" que describen la forma del diseño. Conectados a estos nodos están los propios elementos finitos, que forman la malla de elementos finitos y contienen las propiedades estructurales y materiales del modelo que definen cómo responde el modelo a ciertas condiciones. La densidad de una malla de elementos finitos puede variar en todo el material según los cambios esperados en los niveles de tensión en regiones específicas.

Generalmente, las áreas con grandes cambios de voltaje requieren una mayor densidad de malla que las áreas con poco o ningún cambio de voltaje. Los puntos de interés incluyen

roturas de materiales previamente probados, curvas, esquinas, detalles intrincados, áreas de alta tensión y más (Siemens, 2022).

Ventajas del uso de software de análisis finitos

Algunas ventajas del uso de software de análisis finitos son:

1. **Comprender mejor el comportamiento de las estructuras:** el FEA permite predecir y comprender de manera más precisa cómo se comportará una estructura ante diferentes condiciones de carga y eventos, lo que es especialmente útil en el diseño y análisis de estructuras complejas.
2. **Ahorrar tiempo y dinero:** el uso del FEA permite reducir costos y tiempo en los procesos de diseño, análisis y optimización de estructuras, ya que permite identificar problemas potenciales antes de la fabricación, reducir ensayos y pruebas físicas y optimizar el diseño antes de la fabricación.
3. **Flexibilidad:** el FEA permite analizar estructuras en diferentes condiciones de carga, lo que permite identificar vulnerabilidades y mejoras potenciales en diferentes situaciones.
4. **Mayor precisión:** el FEA es capaz de proporcionar resultados precisos y detallados, lo que puede ser especialmente útil en el análisis de estructuras complejas o en situaciones en las que la seguridad es un factor crítico.
5. **Amplio rango de aplicaciones:** el FEA se utiliza en una amplia gama de aplicaciones, incluyendo la ingeniería civil, la mecánica, la aeronáutica y la biomedicina, entre otras.

Entre las herramientas del software de análisis finitos más utilizadas se incluyen software propietario como SAP 2000, Autodesk y Siemens Software, así como también software de código abierto y gratuito. A continuación se presentara una imagen de l uso del SAP 2000 en la figura 1.

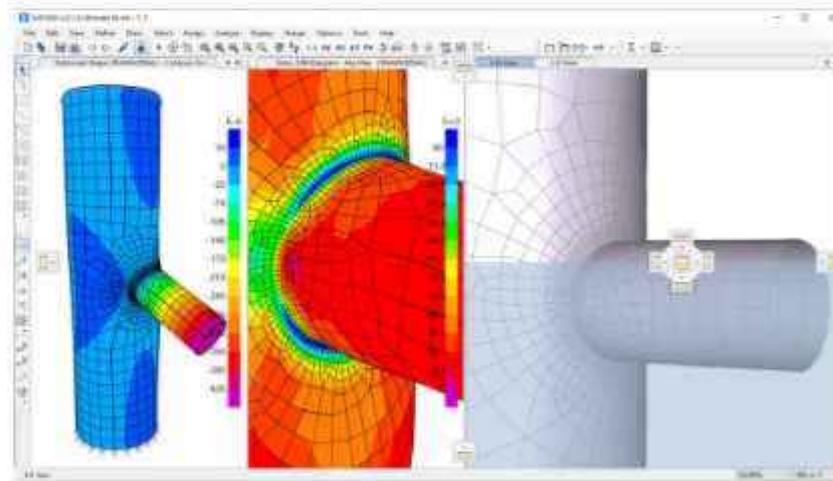


Gráfico 1. *Uso de SAP 2000*

Fuente 1. <https://pccadla.com/programas/sap-2000/>

El análisis de elementos finitos es una técnica computacional utilizada para analizar y resolver problemas complejos de ingeniería. Existen varias herramientas de software especializadas en el análisis de elementos finitos. Algunos ejemplos populares son ANSYS, Abaqus, COMSOL Multiphysics, MSC Nastran y LS-DYNA. Estas herramientas ofrecen una amplia gama de funciones y capacidades para realizar simulaciones precisas y eficientes para diversas aplicaciones, como el análisis estructural, la transferencia de calor, el flujo de fluidos, el electromagnetismo, y más. Cada software tiene su propio conjunto de características, interfaz de usuario y algoritmos de resolución, lo que permite a los ingenieros e investigadores seleccionar la herramienta que mejor se adapte a sus necesidades específicas. En última instancia, la elección de la herramienta de análisis por elementos finitos depende de factores como la complejidad del problema, la precisión requerida, los recursos disponibles y la familiaridad del usuario con el software.

Se han realizado grandes esfuerzos desde mediados del siglo XIX para llevar a comprender por qué los materiales a fatiga y cuales son los factores que determinan esta respuesta a las sollicitaciones cíclicas. La complejidad del fenómeno ha llevado a que los estudios se reduzcan a análisis bajo circunstancias muy específicas, es decir, bajo unas condiciones determinadas que consigan simplificar esta ardua tarea. Esto es un gran inconveniente pues se desvía del objetivo principal de llegar a un método general, sistemático y confiable para prever la durabilidad de los productos (Elizaga, 2019, pág. 31).

COMSOL multiphysics

Comsol Multiphysics es un paquete de software de resolución y análisis de elementos finitos que se utiliza en una variedad de aplicaciones de física. Una de las ventajas de Comsol Multiphysics es su capacidad para modelar y analizar físicamente los parámetros de estructuras o sistemas complejos, proporcionando resultados precisos y detallados. Además, Comsol Multiphysics tiene una estructura modular y varios módulos están disponibles para adaptarse a requisitos específicos. Comsol Multiphysics también se puede utilizar para predecir y comprender el comportamiento de las estructuras bajo diferentes condiciones de carga (COMSOL Multiphysics, 2022).

¿Cómo funciona el método?

El análisis por elementos finitos es una técnica utilizada para resolver problemas de ingeniería y ciencias aplicadas. A través de este método, se divide una estructura en elementos más pequeños para poder realizar cálculos matemáticos y obtener soluciones aproximadas.

El método propone que un número infinito de variables desconocidas, sean sustituidas por un número limitado de elementos de comportamiento bien definido. 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. La precisión de los Métodos de Elementos Finitos depende de la cantidad de nodos y elementos, del tamaño y de los tipos de elementos de la malla (Mirlisenna, 2022, pág. 45).

1.8.2 ¿Que son los nodos?

En el análisis de elementos finitos, los puntos nodales se utilizan como puntos representativos para cada elemento finito. Estos nodos se utilizan para conectar elementos finitos para formar una red. El número de ecuaciones en el sistema es proporcional al número de nodos utilizados en el análisis. Por lo tanto, los nodos son importantes para el análisis de elementos finitos porque representan puntos de conexión y permiten la resolución matricial del sistema (Ingeoexpert, 2020).

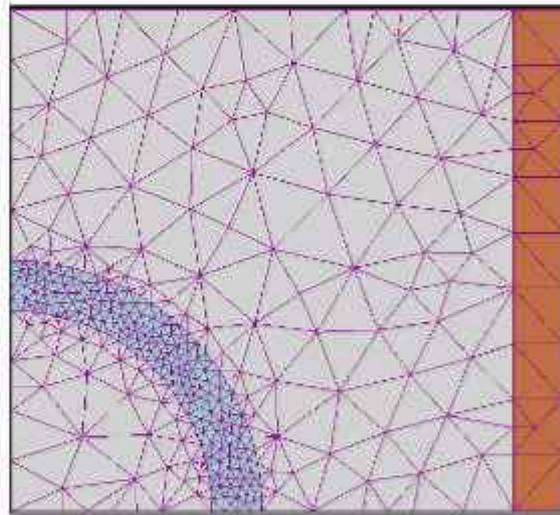


Gráfico 2. *Visualización de nodos*

Fuente 2: <https://commons.wikimedia.org/wiki/User:Zureks>

2 ASPECTOS ADMINISTRATIVOS

2.1 Recursos humanos

- Docente tutor: Responsable del seguimiento y coordinación del proyecto.
- Tesistas1 y 2: Encargados de implementar el módulo.
- Equipo de laboratorio: Personal técnico encargado del mantenimiento y soporte del equipo de cómputo y software necesario para el desarrollo del proyecto.
- Usuarios: Estudiantes y autoridades del laboratorio de computación que utilizarán el módulo.

2.2 Recursos técnicos y materiales

Tabla 1

Recurso	Descripción
Computadoras	Se requiere un conjunto de computadoras con capacidad suficiente para realizar análisis computacionales por elementos finitos.
Software de análisis por elementos finitos	Se debe adquirir o utilizar software especializado en análisis por elementos finitos, como ANSYS, Abaqus, o COMSOL.

Licencias de software	Es necesario contar con las licencias correspondientes para el software utilizado.
Servidor o almacenamiento en la nube	Se necesita un servidor o almacenamiento en la nube para almacenar los modelos y resultados de análisis.
Red de comunicación	Se requiere una red de comunicación para la transferencia de datos entre las computadoras y el servidor o almacenamiento en la nube.
Equipo de cómputo y periféricos	Se necesitan escritorios, sillas, monitores, teclados y ratones para el personal del laboratorio.
Materiales de documentación	Se deben adquirir materiales para la documentación del proyecto, como papel, impresoras y consumibles.

2.3 Viabilidad

- Técnica: El equipo de desarrollo cuenta con la experiencia y conocimientos necesarios para implementar el módulo de análisis computacional por elementos finitos.
- Legal: Se deben cumplir las leyes y regulaciones en cuanto a licencias de software utilizadas y protección de datos.
- Económica: Se deben asignar los recursos financieros necesarios para la adquisición de licencias de software, equipo de cómputo y materiales de documentación.

TIPO DE INVESTIGACIÓN PLANTEADA**OBSERVACIONES:**

Enfoque cualitativo: Se utiliza para explorar y describir la metodología de análisis de elementos finitos, proporcionando una perspectiva amplia de sus beneficios en el área de mecánica. Enfoque cuantitativo: Incluye la aplicación experimental del software de análisis de elementos finitos en el laboratorio, permitiendo a los estudiantes realizar varios ensayos y obtener datos cuantitativos sobre el comportamiento de los elementos analizados.

MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN UTILIZADOS:**OBSERVACIONES:**

Investigación descriptiva: Utilizada para el análisis computacional por elementos finitos. Este método permite describir y analizar las características y propiedades de un elemento o estructura, proporcionando información detallada para la toma de decisiones en el diseño. Investigación de campo: Se realizó para evaluar la viabilidad de la propuesta tecnológica. Esto incluyó encuestas web a estudiantes de tercero, cuarto y quinto semestre, proporcionando una descripción cuantitativa de tendencias, actitudes y opiniones de los estudiantes.

CRONOGRAMA :**OBSERVACIONES:**

Planificación adecuada

FUENTES DE INFORMACIÓN:

COMSOL Multiphysics (2022): Utilizado para predecir y comprender el comportamiento de las estructuras bajo diferentes condiciones de carga.

Elzaga R. S. (2019): Documento sobre fundamentos y origen del método de los elementos finitos.

Ingeoexpert (2020): Artículo sobre fundamentos del método de los elementos finitos.

Mirlisenna G. (2022): Documento sobre ESSS y su aplicación en análisis por elementos finitos.

Siemens (2022): Información sobre software de Siemens Digital Industries.

CARRERA: MECÁNICA INDUSTRIAL**FECHA DE PRESENTACIÓN:**

15 MARZO 2024

APELLIDOS Y NOMBRES DEL EGRESADO:TOAPANTA CAMACHO JENNIFER DANIELA
SHUGULI LICTO EDWIN ALEXANDER**TÍTULO DEL PROYECTO:**

IMPLEMENTACIÓN DE UN MÓDULO DE ANÁLISIS COMPUTACIONAL POR ELEMENTOS FINITOS PARA EL LABORATORIO DE COMPUTACIÓN

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA:

CUMPLE

NO CUMPLE

- | | | |
|---------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|
| • OBSERVACIÓN Y DESCRIPCIÓN | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| • ANÁLISIS | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| • DELIMITACIÓN. | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| • FORMULACIÓN DEL PROBLEMA CIENTÍFICO | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| • FORMULACIÓN PREGUNTAS/AFIRMACIÓN | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| • DE INVESTIGACIÓN | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

PLANTEAMIENTO DE OBJETIVOS:**GENERALES:**

REFLEJA LOS CAMBIOS QUE SE ESPERA LOGRAR CON LA INTERVENCIÓN DEL PROYECTO

SI	NO
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

ESPECÍFICOS:

GUARDA RELACIÓN CON EL OBJETIVO GENERAL PLANTEADO		
	SI <input checked="" type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>
JUSTIFICACIÓN:	CUMPLE	NO CUMPLE
IMPORTANCIA Y ACTUALIDAD	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
BENEFICIARIOS	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
FACTIBILIDAD	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ALCANCE:	CUMPLE	NO CUMPLE
ESTA DEFINIDO	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
MARCO TEÓRICO:		
	SI	NO
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DESCRIBE EL PROYECTO A REALIZAR	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
TEMARIO TENTATIVO:	CUMPLE	NO CUMPLE
ANTECEDENTES, FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ANÁLISIS Y SOLUCIONES PARA EL PROYECTO	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
APLICACIÓN DE SOLUCIONES	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
EVALUACIÓN DE LAS SOLUCIONES	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

RECURSOS:	CUMPLE	NO CUMPLE
HUMANOS	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ECONÓMICOS	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
MATERIALES	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

PERFIL DE PROYECTO DE GRADO

Aceptado

Negado

El diseño de investigación por las siguientes razones:

a) _____

b) _____

c) _____

ESTUDIO REALIZADO POR EL ASESOR:

NOMBRE Y FIRMA DEL ASESOR:
José de Betúa

15 MARZO 2024
FECHA DE ENTREGA DE INFORME