



Ministerio de Educación  
Universidad Tecnológica Nacional  
Facultad Regional Reconquista



"LAS MALVINAS SON ARGENTINAS"

Reconquista, 22 JUN 2022

VISTO la solicitud presentada por el Dr. Héctor Martín y el Estatuto de la Universidad Tecnológica Nacional (UTN), y

CONSIDERANDO

Que el solicitante, Dr. Héctor Martín, docente investigador jerarquizado de nuestra casa de altos estudios, participa de trabajos de investigación en equipos internacionales de reconocida trayectoria.

Que ha presentado un proyecto de investigación PID-UTN titulado "Entramados planos: resolución utilizando modelo con deformación por corte", continuidad de una investigación anterior.

Que la Universidad Tecnológica Nacional inscribió en su Estatuto la promoción de la investigación y el acompañamiento institucional a sus docentes investigadores para que puedan realizar tan importante tarea.

Que el dictado de la medida se hace en uso de las atribuciones otorgadas por el Estatuto Universitario.

Por ello,

EL CONSEJO DIRECTIVO DE LA FACULTAD REGIONAL RECONQUISTA  
RESUELVE:



Ministerio de Educación  
Universidad Tecnológica Nacional  
Facultad Regional Reconquista



"LAS MALVINAS SON ARGENTINAS"

ARTÍCULO 1º.- Avalar el proyecto de investigación titulado "Entramados planos: resolución utilizando modelo con deformación por corte", que dirige el Dr. Héctor Martín, con las características que se detallan en el Anexo que acompaña la presente.

ARTÍCULO 2º.- Regístrese. Comuníquese. Archívese

RESOLUCIÓN N° 110/2022

FRRQ
LSV
FMC
BEM

Ing. BRIAN MOSCHEN  
DECANO

Ing. FRANCO CABAS  
Secretario Académico



Ministerio de Educación  
Universidad Tecnológica Nacional  
Facultad Regional Reconquista



"LAS MALVINAS SON ARGENTINAS"

ANEXO

Res del CD N° 110/2022

TÍTULO DEL PROYECTO: Entramados planos: resolución utilizando modelo con deformación por corte

DIRECTOR: Dr. Héctor Martín

TIPO DE PROYECTO: TC - PID equipos consolidados con incentivos

UNIDAD CIENTÍFICO-TECNOLÓGICA: Facultad Regional Reconquista -

DEPARTAMENTO MATERIAS BÁSICAS - GRUPO DE DISEÑO MECANICO

#### RESUMEN TÉCNICO DEL PID

Este proyecto tiene como propósito darle continuidad al trabajo realizado en pórticos planos empleando series de potencias enteras "Utilización de herramientas de matemática para el cálculo estructural de entramados planos" Cód. SCTyP ECUTIRQ0005176TC. Estos análisis se basaban en la teoría de vigas de Bernoulli-Euler. La novedad del presente estudio consiste en adicionar al abordaje teórico el modelo propuesto por el ingeniero Stephen P. Timoshenko (1921), en el cual se tienen en cuenta las deformaciones por corte (Timoshenko, S.P. *Theory of elasticity*. McGraw-Hill. New York. (1934).)

Utilizando herramientas de matemática e informática (Wolfram Mathematica © 1988-2022, Wolfram Research inc.) se estudiarán los entramados planos: a) En forma dinámica, hallando las frecuencias naturales de vibración y sus formas modales, y b) En forma estática, calculando los esfuerzos y confeccionando los diagramas de Momento Flector, Esfuerzo de Corte y Esfuerzo Normal en cada una de las barras que componen la estructura. El estudio abordará asimismo los equilibrios en la posición deformada - mediante la implementación de la teoría de segundo orden - analizando la inestabilidad estructural y calculando los esfuerzos compatibles con la teoría de inestabilidad elástica, comúnmente denominado pandeo.

De igual forma que se realizó en el proyecto anterior (Cód. SCTyP ECUTIRQ0005176TC), se dotará al programa de la particularidad de tomar algunos parámetros característicos de una estructura (Módulo de Elasticidad, área de la sección transversal de las barras, Momento de Inercia o densidad del material) y hacerlos variar de



Ministerio de Educación  
Universidad Tecnológica Nacional  
Facultad Regional Reconquista



"LAS MALVINAS SON ARGENTINAS"

manera continua. De esta manera se podrán ingresar, para una determinada estructura, gran cantidad de valores de sus parámetros característicos cuyo comportamiento se hipotetice que se encuentran bajo una determinada ley estadística y con ello verificar la existencia de patrones de correlación entre dichos parámetros. Se investigará si los resultados obtenidos - por ejemplo, de frecuencia de vibración natural- corresponden a la misma expresión estadística que los ingresados para el área de la sección transversal. Se realizará este estudio, no solo para el análisis dinámico, sino también para el abordaje estático y de inestabilidad en los entramados planos. Se efectuará el cotejo de resultados obtenidos mediante el cálculo analítico de estos entramados -presentes en la bibliografía científica investigada previamente-(citar), con los obtenidos mediante el programa a desarrollar en este trabajo; de manera de validar la eficacia y precisión del mismo. Una vez realizada esta verificación, se comenzará a implementar el programa con materiales compuestos.

Los programas de cálculo se desarrollarán haciéndolos fáciles de operar mediante una interface simple, clara, rápida, coherente, familiar e interactiva. Poseerá un diseño ergonómico, con menús, barras de acciones e íconos de fácil acceso, de modo que los datos puedan ser ingresados en forma intuitiva y rápidamente. Las interacciones con el usuario se basarán en acciones físicas sobre elementos de código visual (íconos, botones, imágenes, mensajes de texto, barras de desplazamiento y navegación) y en selecciones de tipo menú con sintaxis y órdenes. Los resultados de los cálculos se mostrarán de forma sencilla y permitiendo al usuario una rápida interpretación de los mismos. Permitirá además visualizar instantáneamente la existencia de una relación entre los resultados obtenidos y los datos ingresados, de manera que pueda establecerse un vínculo causa-efecto o de tipo estadística.

PROGRAMA Estructuras y Construcciones Civiles

PROYECTO

**Tipo de Proyecto:** UTN (PID UTN) CON INCORPORACION EN PROGRAMA INCENTIVOS

**Tipo de Actividad:** Investigación Aplicada



Ministerio de Educación  
Universidad Tecnológica Nacional  
Facultad Regional Reconquista



"LAS MALVINAS SON ARGENTINAS"

### **Campos de aplicación**

Rubro: Industrial (Producción y Tecnología)

Descripción Actividad: Otros. Industrial

Otra: Naves industriales, pórticos.

### **Disciplinas científicas:**

Rubro: Ing Civil. Disciplina: Estructuras

**Palabras Clave:** Pórticos, entramados planos, vibraciones, Cargas de pandeo, inestabilidad, series de potencias, Teoría Timoshenko.

### FECHAS DE REALIZACIÓN

Inicio 1 de abril de 2023. Duración 36 meses. FIN: 31 de marzo de 2026

### PERSONAL CIENTÍFICO TECNOLÓGICO QUE PARTICIPA EN EL PID

1) MARTIN, HÉCTOR DANIEL	DIRECTOR	10 HS
2) MAGGI, NORBERTO CLAUDIO	CO-DIRECTOR	5 HS
3) FANTINI, SEBASTIÁN	INVESTIGADOR DOCENTE	5 HS
4) PERESON, MARCOS	INVESTIGADOR ESTUDIANTE	5 HS
5) SUGLIGOY, IVÁN	INVESTIGADOR ESTUDIANTE	5 HS
6) SPERANZA, TIAGO	INVESTIGADOR ESTUDIANTE	5 HS
7) POLO, DAIANA	INVESTIGADOR ESTUDIANTE	5 HS
8) MUCHIUT, ARIEL	INVESTIGADOR GRADUADO	5 HS

### OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

El principal objetivo del proyecto aquí planteado es continuar con el estudio de los sistemas aporticados planos, aplicando series de potencias enteras, implementando a partir de ahora los efectos de las deformaciones por corte y utilizando materiales compuestos. Se impone la automaticidad de las condiciones geométricas de continuidad y de equilibrio de esfuerzos característicos en los nodos, en los cuales acceden dos o más barras. Se identifican



---

"LAS MALVINAS SON ARGENTINAS"

las variables que influyen en las respuestas ante las acciones estáticas y dinámicas. Se plantean y resuelven las ecuaciones gobernantes del problema orientado principalmente a la automatización de la herramienta, con un reducidísimo número de incógnitas.

Se propone trabajar también en la resolución de los problemas hiperestáticos por medio de la teoría de segundo orden -las cargas de punta debido a la deformación transversal modifican la acción flexional- problemática que no está, en general, incorporada en los programas comerciales tradicionales, sistematizándolo para entramados arbitrarios por medio de series de potencias. Cabe añadir que, con esta teoría de segundo orden, fijando la relación de las cargas de punta con una carga de comparación, es posible entonces, indirectamente y cuando las deformaciones crezcan indefinidamente, hallar la denominada carga crítica. Atento a lo expresado anteriormente, los objetivos generales del proyecto son:

1. Abordar el estudio del comportamiento mecánico-estructural de los pórticos identificando las variables que influyen en las respuestas ante las acciones estáticas y dinámicas. Plantear y resolver las ecuaciones gobernantes teniendo en cuenta las deformaciones debidas al corte.
2. Recurrir a distintas estrategias para la obtención de las soluciones a través de enfoques numéricos por medio de las correspondientes simulaciones computacionales.
3. Ampliar las soluciones y algoritmos ya elaborados con teoría de Bernoulli, a entramados generales teniendo en cuenta las deformaciones por el efecto del corte.
4. Desarrollar propuestas automatizadas enfocadas hacia una economía computacional, sin pérdida de precisión, comparándolas con los programas comerciales de rigidez o elementos finitos utilizados actualmente.
5. Estudiar el comportamiento estadístico en la variación de algunos de los parámetros geométricos o físicos de las barras que componen los pórticos.
6. Elaborar un programa que realice todos los cálculos y que contenga pantallas de ingreso-salida de fácil interpretación para los calculistas usuarios. Dentro del abordaje específico del



Ministerio de Educación  
Universidad Tecnológica Nacional  
Facultad Regional Reconquista



*"LAS MALVINAS SON ARGENTINAS"*

problema, al afrontar la estática, estabilidad, dinámica y teoría de segundo orden para la resolución de entramados generales de barras, se recurrirá a la aplicación sistemática de soluciones numéricas dentro de una propuesta en series de potencias enteras.

7. Analizar los efectos que se producen, en los resultados de las frecuencias naturales de vibración, por ejemplo, al variar alguno de los parámetros geométricos o físicos de los entramados como ser área, módulo de elasticidad, densidad o momento de inercia.

8. Implementar el estudio con materiales compuestos.

### CONTRIBUCIONES DEL PROYECTO

#### **Contribuciones al avance científico, tecnológico, transferencia al medio**

Al concluir los estudios se pretende contar con un programa que, utilizando la teoría de Timoshenko, realice los cálculos de las frecuencias naturales de los entramados planos presentando los primeros valores de las mismas y sus correspondientes formas modales. Otro programa que calcule los esfuerzos en cada una de las barras y sus correspondientes elásticas, teniendo en cuenta también las deformaciones por corte, y que el mismo cuente con la posibilidad de ir incrementando proporcionalmente los valores de las cargas aplicadas hasta arribar al estado que provoca la pérdida de estabilidad del entramado. Los resultados de las investigaciones serán presentados en diversas reuniones científicas tanto nacionales como internacionales, en las que participan especialistas en temas estructurales, los que siempre proponen mejoras o variaciones en la metodología, siendo ésta la crítica constructiva que ayuda a replantear lo realizado con intenciones de mejorar el producto final de la investigación. Al realizarse la investigación en el seno de una Facultad Regional, es permanente la transferencia de los conocimientos adquiridos a la comunidad universitaria, ya sea en las clases en que los integrantes del proyecto participamos, como en reuniones de ciencia y tecnología periódicas que se realizan en la institución.

#### **Contribuciones a la formación de Recursos Humanos**



Ministerio de Educación  
Universidad Tecnológica Nacional  
Facultad Regional Reconquista



"LAS MALVINAS SON ARGENTINAS"

Este proyecto brinda la posibilidad, a los integrantes del equipo, de continuar con una línea de investigación en la Facultad Regional Reconquista, iniciada con un proyecto similar en años anteriores. De este modo, se propicia un espacio adicional para que docentes y alumnos de la Institución puedan incorporarse formalmente a la carrera docente-investigador de UTN. En este proyecto se incluye un grupo reducido de investigadores, docentes y estudiantes, los mismos participan por dos motivos principales, uno es debido a que les interesa la temática a plantear y el otro es que tienen experiencia en la programación del programa de matemática simbólica Mathematica o en programas de diseño y cálculo. Varios de los alumnos participantes cursan los primeros años de la carrera con excelentes resultados en las asignaturas que han aprobado. Cuentan con mucho entusiasmo al comenzar su camino por la investigación aplicada. Han demostrado sus habilidades para elaborar programas sencillos en el corto tiempo que se encuentran dentro del ámbito de la universidad

Se procura que, durante el desarrollo del proyecto, sus integrantes puedan perfeccionarse en la utilización de los programas que se utilicen y mejoren su comprensión en los procesos de resolución de ecuaciones diferenciales que gobiernan los problemas que se plantean. Que logren un muy buen manejo en la utilización de las series de potencias y su aplicación en la resolución de las ecuaciones diferenciales que se plantean en problemas de dinámica, estática y estabilidad de entramados planos, teniendo en cuenta las deformaciones por corte.