



Universidad de Oviedo
Universidá d'Uviéu
University of Oviedo

Construcción de Túneles Aerodinámicos para visualización de flujo mediante humo. (PINN-18-A-83)

Convocatoria de los Proyectos de Innovación Docente 2018

Antonio Navarro Manso – navarroantonio@uniovi.es – Energía
Felipe Álvarez Rabanal – felipe@constru.uniovi.es – Construcción e Ingeniería de la Fabricación
Rodolfo Espina Valdés – espinarodolfo@uniovi.es – Energía
María José Suárez López – suarezlmaria@uniovi.es – Energía
Eva Martínez García – evamartinezg82@gmail.com – Energía

Palabras clave: *Ingeniería del viento, túnel aerodinámico, técnicas experimentales.*

Tipo de proyecto

Tipo A (PINN-18-A)	X
--------------------	---

Tipo B (PINN-18-B)	
--------------------	--

En este apartado decir el tipo de proyecto (Tipo A o Tipo B) y únicamente en caso de ser de tipo B, describir las ampliaciones y novedades con respecto a los proyectos anteriores de los cuales es continuación.

Resumen / Abstract

Este proyecto ha sido orientado a la construcción por parte de los estudiantes de un túnel aerodinámico (a pequeña escala), para que pueda ser utilizado en la visualización del flujo de aire alrededor de un objeto de estudio. De esta manera, los alumnos han puesto en práctica los conocimientos adquiridos en la asignatura Ingeniería del Viento, y han diseñado y construido su propio túnel, dimensionando los elementos principales del mismo; y explicando el comportamiento del flujo, teniendo en cuenta la estela trazada mediante técnicas de visualización de humo.



Universidad de Oviedo
Universidá d'Uviéu
University of Oviedo

1 Contribución del proyecto a la consecución de los objetivos específicos y de los objetivos de la convocatoria

1.1 Objetivos específicos y objetivos prioritarios de la convocatoria conseguidos

Los objetivos que se contemplaron en la solicitud y su grado de cumplimiento han sido:

- Implantación de la metodología “learning by doing”. Innovación docente en el ámbito de la metodología docente. 1.2.1. a, c y f. Cumplimiento del 100%.
- Aplicación de los conceptos teóricos aprendidos en clase a un caso constructivo real. Innovación docente para el desarrollo de competencias transversales en los estudios universitarios y para la inclusión de temáticas transversales. 1.2.2. a, b, c y d. Cumplimiento del 100%
- Colaboración entre universidades nacionales e internacionales, como la Universidad de Oviedo y las Universidades UPV de Valencia, UPC de Cartagena y Princeton University, N.J., USA. Fomento de la relación de los proyectos de innovación docente con otros proyectos de nuestra Universidad, con organismos y agentes externos y con acciones de intercambio virtual de carácter nacional e internacional. 1.2.6. b, c y d. Cumplimiento del 50%: se están desarrollando Trabajos Fin de Grado, Fin de Máster y Tesis Doctorales con las citadas entidades.
- Disseminación de los resultados del proyecto realizando una publicación en una revista indexada y/o congreso científico. Impulso de la continuidad, transferencia y disseminación de los proyectos de innovación docente. 1.2.7. a, b y c. Cumplimiento del 25%: el equipo docente ya ha empezado a elaborar publicaciones sobre esta experiencia y otras similares desarrolladas en la Escuela Politécnica de Mieres.

1.2 Mejoras a la convocatoria, grado de pertinencia de las mismas, modificaciones al proyecto inicial y justificación de los cambios

No ha sido necesario realizar ninguna modificación.



2 Contribución del proyecto al plan estratégico de la Universidad y repercusiones en la docencia. *Para la elaboración de este apartado describir el grado de cumplimiento de los compromisos adquiridos del punto 5 de la solicitud del proyecto.*

2.1 Alineamiento del Proyecto de Innovación Docente con el Plan Estratégico 2018-2022 de la Universidad de Oviedo en materia docente.

FAE	% Adecuación
FAE 5: Puesta en marcha de un programa de actualización en métodos educativos.	
Extender nuevas técnicas docentes en los estudios de grado y máster de la Universidad.	5
FAE 6: Puesta en marcha de un programa de herramientas digitales para la enseñanza.	
Aumentar los procesos formativos online en la enseñanza presencial.	0
Potenciar la oferta formativa a distancia.	0
Mejorar la calidad de las actividades formativas online.	0
FAE 7: Puesta en marcha de un programa para la financiación de proyectos de innovación docente.	
Mejorar los resultados académicos de los estudiantes.	20
Incrementar la motivación del profesorado.	5
Aumentar el número de experiencias innovadoras formativas.	5
FAE 11: Implantación de herramientas de control del plagio.	
Asegurar la seguridad en la originalidad de los trabajos, documentos, etc.	2,5
Disuadir del plagio.	5
Vigilar la propiedad intelectual del personal investigador de la Universidad.	2,5
FAE 14: Programa de formación transversal para el estudiantado.	
Mejorar las competencias transversales y extracurriculares del estudiantado.	5
FAE 15: Puesta en marcha de un observatorio de innovación docente y la orientación vocacional en colaboración con el gobierno del principado de Asturias.	
Incrementar la colaboración entre todos los agentes del sistema educativo.	5
Identificar necesidades de formación, carencias y problemas que pueden conducir al fracaso de los alumnos.	0
Reducir el fracaso escolar	0
FAE 19: Mejora de la atención a los colectivos con necesidades específicas.	
Desarrollar medidas de equiparación e igualdad de oportunidades.	0
Reducir la tasa de abandono universitario.	0
FAE 31: Puesta en marcha de un plan de formación en abierto a través de internet.	
Intensificar las acciones formativas llevadas a cabo en Internet.	0
Conseguir una utilización amplia de contenidos de calidad creados en la Universidad de Oviedo.	10



2.2 Grado de consecución de las repercusiones esperadas del proyecto (en la docencia específica y en el entorno docente).

Nº	Indicador	%
1	Porcentaje de contenidos de la asignatura o asignaturas a los que afecta la innovación en el proyecto (calcular en función de los temas implicados. Si hay más de una asignatura incluir las filas necesarias e indicar el porcentaje en cada una)	60
2	Porcentaje de la evaluación en el que incide la innovación presentada en el proyecto (en función de lo que puntúan las actividades del proyecto en la evaluación del estudiante. Si hay más de una asignatura incluir las filas necesarias e indicar el porcentaje en cada una)	25
3	Porcentaje estimado de alumnos que participarán en el Proyecto (variará en función de si las actividades del proyecto son obligatorias o voluntarias)	100

Repercusiones		
1	Posibilidad de poner el proyecto en práctica en otras asignaturas, cursos, carreras o con otros profesores.	5%
2	Aumentar la colaboración entre varios centros, departamentos, áreas, profesores, másters, etc.	5%
3	Fomentar la colaboración con profesores de otras instituciones autonómicas, nacionales o extranjeras (Universidades, Centros de Enseñanza Primaria o Secundaria, redes de colaboración internacional, etc.)	50%
4	Publicación de resultados en revistas, libros, jornadas o congresos distinto de las Jornadas de Innovación Docente de Uniovi.	20%
5	Utilización de herramientas y aplicaciones tecnológicas avanzadas al servicio de la propuesta metodológica	10%
6	Posibilidades de dar continuidad al proyecto en cursos posteriores ampliándolo o mejorándolo	10%

3 Memoria del Proyecto

3.1 Marco Teórico del Proyecto

Se corresponde con la asignatura Ingeniería del Viento, situada en el segundo semestre del segundo curso del Máster Universitario en Ingeniería de Caminos, Canales y



Universidad de Oviedo
Universidá d'Uviéu
University of Oviedo

Puertos, dentro del Módulo de Intensificación en Construcción Civil, con carácter teórico-práctico. Al cursar esta asignatura, los estudiantes deberían ser capaces de: reconocer los patrones generales de circulación atmosférica, así como los condicionantes locales que puedan modificarlos, definir y explicar la capa límite terrestre como lugar en el que ocurren los fenómenos que afectan a la ingeniería civil, conocer los efectos del viento sobre las estructuras y realizar estudios aerodinámicos sobre diferentes elementos de la obra pública, tales como edificios, puentes o viaductos.

Los temas que se han tratado en la asignatura, y que, por tanto, ha sido necesario estudiar y dominar a la hora de construir el túnel, son:

1. El viento atmosférico: caracterización y capa límite.
2. Descripción del viento. Meteorología básica. Aerodinámica de cuerpos de formas básicas. Respuesta estructural y ambiental.
3. Cargas estáticas sobre construcciones civiles: formas básicas, influencia de los parámetros de forma, interferencias. Normas técnicas.
4. Fenómenos de acoplamiento fluido-estructural: torbellinos de von Karmán, galope, divergencia a torsión, flameo, bataneo. Normas técnicas.
5. Interacción del viento con las edificaciones: efectos sobre las edificaciones, los usuarios y el entorno. Normas técnicas.
6. Modelos de semejanza. Ensayos en túnel aerodinámico: semejanza dinámica, instrumentación, ensayos estáticos y dinámicos.

PA: En las prácticas de aula (PA) se ha mostrado a los alumnos casos prácticos de aplicación de los contenidos teóricos de la asignatura.

PL: Estudio de la interacción del viento sobre elementos de obra civil mediante modelización física y numérica mediante experimentación en túnel de viento y CFD.

La última actividad del curso fue, de acuerdo con este Proyecto, la construcción por parte de los alumnos de su propio túnel aerodinámico para la visualización del flujo alrededor de un objeto (puente, edificio, etc.), y el estudio de la estela que se produce, mediante visualización con humo.

3.2 Metodología utilizada

Plan de Trabajo desarrollado

1ª SEMANA. Responsable: Antonio Navarro Manso.

- Prediseño manual de los prototipos.

2ª SEMANA. Responsable: María José Suárez López.

- Análisis paramétrico de los diseños, con la herramienta informática



Universidad de Oviedo
Universidá d'Uviéu
University of Oviedo

Grasshopper o (similar, por ejemplo, Excel). Este programa permite la construcción de un modelo numérico sencillo y la posibilidad de estudiar los efectos que produce la variación de los principales parámetros de diseño sobre un número reducido de variables de salida; con el objetivo de optimizar los diseños.

3ª SEMANA. Responsable: Rodolfo Valdés Espina.

- Compra de materiales, construcción del túnel, diseño y ejecución del sistema de producción de humo para visualización del flujo.

4ª y 5ª SEMANA. Responsable: Eva Martínez García.

- Presentación y prueba de los modelos construidos, en formato tipo concurso, en el que los alumnos deben explicar el diseño realizado y justificar el comportamiento del flujo trazado mediante el sistema de producción de humo.

Estas actividades han sido realizadas por los estudiantes en las instalaciones del Departamento (Laboratorios) y han contado con la tutoría continua de los miembros del equipo docente. El plazo de ejecución se estimado en un mes y medio aproximadamente, a desarrollar entre abril y mayo de 2019, se ha cumplido de forma satisfactoria.

3.2.1 Descripción de la Metodología

De acuerdo con la metodología “Learning by Doing”, ampliamente utilizada en el mundo anglosajón y en las escuelas técnicas de primer nivel mundial, se ha distribuido a los estudiantes en grupos, se les han explicado las pautas generales de diseño de túneles aerodinámicos y presentado las herramientas necesarias para la realización de la actividad.

3.3 Resultados alcanzados

3.3.1 Valoración de indicadores detallando los instrumentos utilizados para recoger la información, se valora la inclusión de tablas o figuras que faciliten la comprensión de lo expuesto. Al menos un indicador se vinculará con el grado de satisfacción del alumnado que participe en el proyecto.

Los resultados previstos, dentro del objetivo general de conseguir que los estudiantes apliquen los conocimientos adquiridos a la construcción de un prototipo concreto, también puede ser enunciado como que los alumnos profundicen en el estudio de los conceptos, ya que han ten ido que construir un prototipo que funcione. Los siguientes indicadores, con su grado de cumplimiento, reflejan el éxito de la actividad:



Tabla resumen (a incluir obligatoriamente)

Nº	Indicador	Modo de evaluación	Rangos fijados y obtenidos
1	Número de presentados	Presentación de los modelos antes de la evaluación final de la asignatura	100%
2	Redacción de informe técnico	Entrega de documento en el que se desarrolle y calcule el túnel construido	100%
3	Funcionamiento correcto	Visualización de la estela detrás de un objeto introducido en el flujo	80%
4	Número de aprobados	Nota final mayor o igual a 5	100%

3.3.2 Observaciones más importantes sobre la experiencia relacionando los resultados con los objetivos del proyecto evitando afirmaciones que no estén fundamentadas en lo realizado, redundancias o reiteraciones.

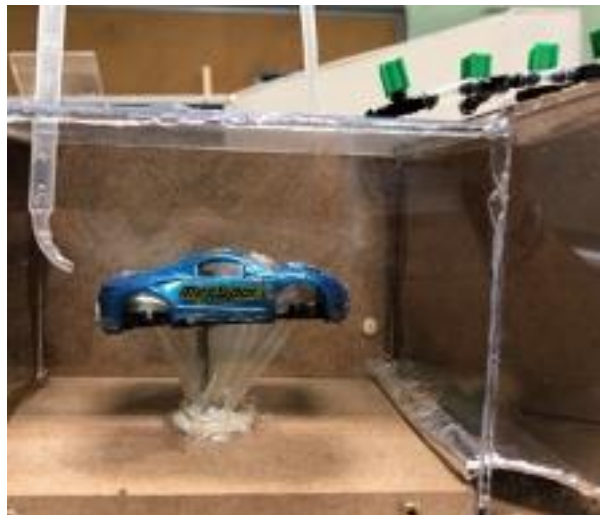
Los resultados obtenidos han sido altamente satisfactorios, contando con una participación e implicación total por parte de los alumnos. Se han superado las expectativas iniciales del equipo docente, en relación con la totalidad de indicadores.

A continuación, se adjunta un pequeño reportaje fotográfico que muestra los modelos presentados:





Universidad de Oviedo
Universidá d'Uviéu
University of Oviedo





Universidad de Oviedo
Universidá d'Uviéu
University of Oviedo



3.3.3 Información online, publicaciones o materiales en abierto derivados de los resultados del proyecto (se valorará especialmente que se proporcionen los enlaces a los mismos).

El equipo docente está ultimando la elaboración de varias ponencias, recogiendo esta actividad, así como otras desarrolladas en la Escuela Politécnica de Mieres, relacionadas con la realización de diversos concursos para la promoción de los estudios de Ingeniería.

3.4 Conclusiones, discusión y valoración global del proyecto. Se destacarán los puntos fuertes y débiles del proyecto contrastándolas con los resultados de otros estudios referenciados en el apartado 3.1 sin reiterar los datos ya comentados en otros apartados.

La conclusión final, a la vista de los resultados obtenidos y presentados en esta Memoria, junto con el material recopilado durante la actividad (memorias de los alumnos, fotografías y prototipos) ha sido altamente satisfactorio.

4 Bibliografía

Boud, D., Keogh, R. and Walker, D. (Eds) Reflection: Turning Experience Into Learning
Kogan Page, London. 1985



Universidad de Oviedo
Universidá d'Uviéu
University of Oviedo

Kolb, D. A. "Experimental Learning Experience as the Source of Learning and Development". Prentice – Hall, New Jersey. 1984.

Adriaenssens, S., and Garlock, M.E.M.(2012) "Teaching Social and Multidimensional Aspects of Structures through Fazlur Khan," in Festschrift Billington 2012, E.M. Hines, S.G. Buonopane and M.E.M. Garlock, editors, International Network for Structural Art, pp. 122-155.

Kolb, D.A (1976). "The Learning Style Inventory: Technical Manual". Edited by McBer & Co, Boston, MA.

Honey, P. and Mumford, A. "The Manual of Learning Styles". Peter Honey, Maidenhead. 1986.