

# Maestría Mecánica de Fluidos Computacional

Nº de RVOE: 20240722

RVOE

EDUCACIÓN SUPERIOR

tech  universidad  
tecnológica



Nº de RVOE: 20240722

## Maestría Mecánica de Fluidos Computacional

Idioma: **Español**

Modalidad: 100% en línea

Duración: 20 meses

Fecha de RVOE: 12/04/2024

Acceso web: [www.techtitute.com/mx/ingenieria/maestria/maestria-mecanica-fluidos-computacional](http://www.techtitute.com/mx/ingenieria/maestria/maestria-mecanica-fluidos-computacional)

# Índice

01

Presentación

---

pág. 4

02

Plan de Estudios

---

pág. 8

03

Objetivos

---

pág. 20

04

Competencias

---

pág. 26

05

¿Por qué nuestro programa?

---

pág. 30

06

Salidas profesionales

---

pág. 34

07

Idiomas gratuitos

---

pág. 38

08

Metodología

---

pág. 42

09

Dirección del curso

---

pág. 50

10

Requisitos de acceso y  
proceso de admisión

---

pág. 54

11

Titulación

---

pág. 58

# 01

## Presentación

Gracias al avance tecnológico impulsado por la Industria 4.0, el ámbito de la Mecánica de Fluidos Computacional se ha visto enriquecido con herramientas informáticas potentes que simulan el comportamiento de fluidos en una amplia variedad de contextos. Ante esta situación, las instituciones más prestigiosas demandan la incorporación de ingenieros que manejen con eficacia estos instrumentos vanguardistas para reducir los costos asociados con los experimentos físicos y acelerar el tiempo de desarrollo de productos. Para aprovechar estas oportunidades laborales, los profesionales necesitan adquirir una ventaja competitiva que les diferencie del resto de candidatos. Con esta idea en mente, TECH lanza una innovadora titulación universitaria 100% online que les dotará de las habilidades requeridas para sacarle el máximo partido a los dispositivos computacionales.





“

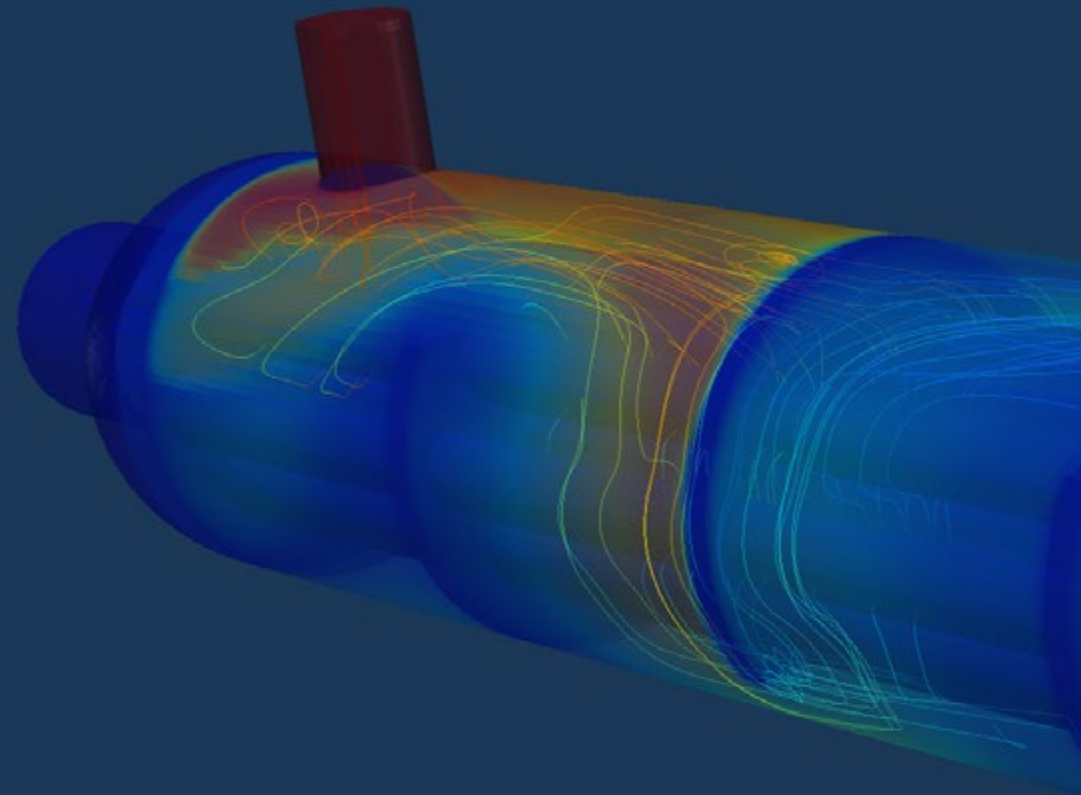
*Gracias a esta Maestría 100% online,  
dominarás las herramientas computacionales  
más sofisticadas y te convertirás un referente  
en Mecánica de Fluidos Computacional”*



La simulación constituye uno de los pilares fundamentales para la ciencia, ya que permite probar hipótesis en entornos controlados, seguros y reproducibles. En este contexto, las herramientas de la Mecánica de Fluidos Computacional ofrecen múltiples ventajas a la comunidad científica. Entre ellas, destaca su capacidad para simular fenómenos fluidodinámicos complejos entre los que figuran la turbulencia, convección o transferencia del calor. De esta forma, los expertos alcanzan una mayor comprensión sobre estos eventos que les permite desarrollar modelos caracterizados por su precisión, eficiencia y rendimiento. Esto cuenta con una amplia variedad de aplicaciones en diferentes industrias, siendo una muestra la aeroespacial.

En este marco, TECH implementa esta revolucionaria Maestría con RVOE en Mecánica de Fluidos Computacional que proporcionará a los ingenieros un conocimiento exhaustivo sobre la dinámica de fluidos. Durante el transcurso del programa universitario, los especialistas adquirirán competencias avanzadas de programación para manejar los algoritmos, métodos y modelos que conforman un simulador con eficiencia. En este sentido, los materiales didácticos profundizarán en los *softwares* más innovadores para el postprocesado sobre el volumétrico y en superficies. En sintonía con esto, el programa analizará los errores más comunes en simulación con el fin de que los egresados realicen las prácticas más precisas a la par que confiables.

Para afianzar todos estos contenidos, la titulación se basa en el disruptivo sistema de aprendizaje del *Relearning*. Este consiste en la reiteración de los conceptos clave del temario, garantizando así una asimilación progresiva y natural en la mente del alumnado. Además, TECH pone a disposición de los egresados una biblioteca online que contiene una miríada de recursos multimedia (entre los que sobresalen resúmenes interactivos, casos de estudio o lecturas especializadas). De este modo, los profesionales gozarán de un aprendizaje dinámico y ameno que elevará sus horizontes laborales a un nivel superior.



TECH brinda la oportunidad de obtener la Maestría en Mecánica de Fluidos Computacional en un formato 100% en línea, con titulación directa y un programa diseñado para aprovechar cada tarea en la adquisición de competencias para desempeñar un papel relevante en la empresa. Pero, además, con este programa, el estudiante tendrá acceso al estudio de idiomas extranjeros y formación continuada de modo que pueda potenciar su etapa de estudio y logre una ventaja competitiva con los egresados de otras universidades menos orientadas al mercado laboral.

Un camino creado para conseguir un cambio positivo a nivel profesional, relacionándose con los mejores y formando parte de la nueva generación de futuros ingenieros capaces de desarrollar su labor en cualquier lugar del mundo.

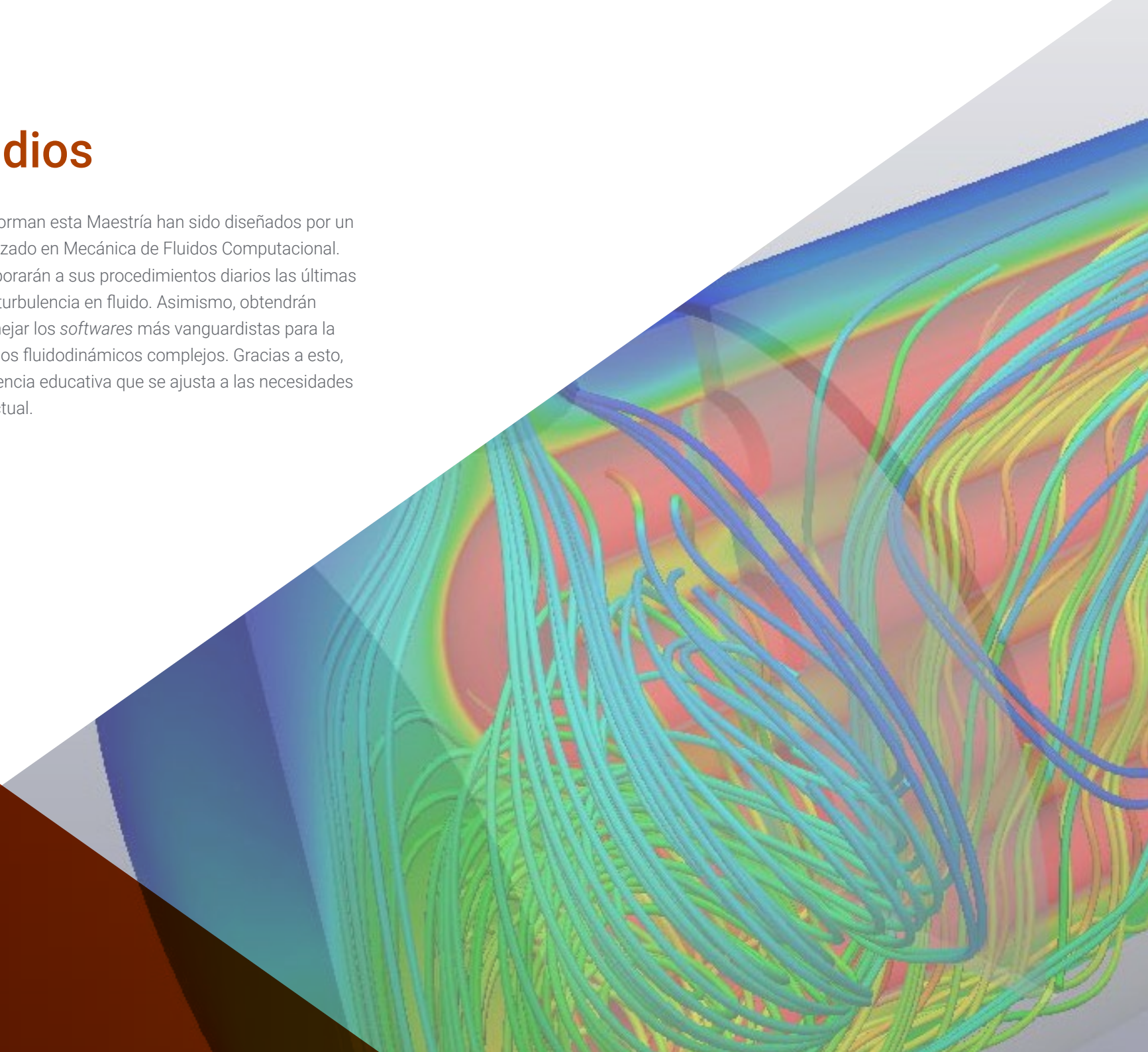
“

*Este programa te da la oportunidad de optimizar tu praxis diaria con el máximo rigor científico a través de un temario ideado por expertos actualizados y de dilatada experiencia”*

# 02

## Plan de Estudios

Los materiales didácticos que conforman esta Maestría han sido diseñados por un equipo docente altamente especializado en Mecánica de Fluidos Computacional. De este modo, los egresados incorporarán a sus procedimientos diarios las últimas innovaciones en el modelado de la turbulencia en fluido. Asimismo, obtendrán competencias avanzadas para manejar los *softwares* más vanguardistas para la simulación y el análisis de fenómenos fluidodinámicos complejos. Gracias a esto, el alumnado accederá a una experiencia educativa que se ajusta a las necesidades y exigencias del mercado laboral actual.





“

*Un temario completo y actual configurado  
como una herramienta de alta capacitación  
de excepcional calidad”*

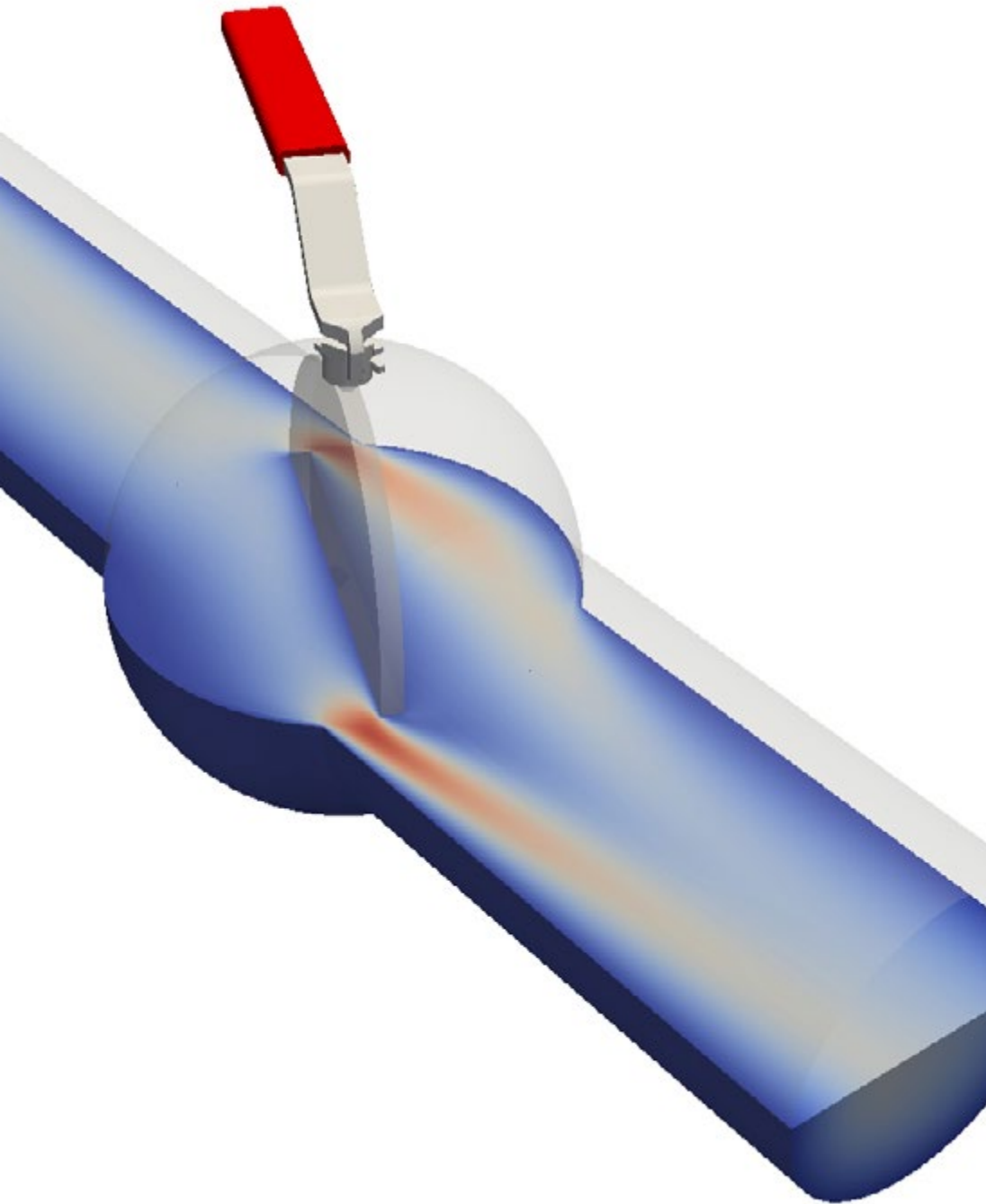
Los ingenieros que realicen el presente itinerario académico disfrutarán de una cómoda y flexible modalidad 100% online, que le permitirá compaginar sus estudios con el resto de sus actividades cotidianas. Además, se olvidarán de tener que realizar desplazamientos innecesarios a centros de aprendizaje o adaptarse a horarios estrictos.

En esta misma línea, lo único que necesitarán es disponer de un dispositivo electrónico con acceso a internet (como un móvil, ordenador o *tablet*) para ingresar en el Campus Virtual y disfrutar de los recursos académicos más dinámicos del mercado.



*Cumplirás tus metas profesionales más ambiciosas gracias al enfoque distintivo de este programa, que incluirá casos prácticos para ejercitarte en entornos de aprendizaje simulados*

Módulo 1	Mecánica de Fluidos y Computación de Altas Prestaciones
Módulo 2	Matemáticas Avanzadas para Dinámica de Fluidos Computacional
Módulo 3	Dinámica de Fluidos Computacional en entornos de Investigación y Modelado
Módulo 4	Dinámica de Fluidos Computacional en entornos de aplicación: Métodos de los Volúmenes Finitos
Módulo 5	Métodos Avanzados para Dinámica de Fluidos Computacional
Módulo 6	El Modelado de la Turbulencia en Fluido
Módulo 7	Fluidos Comprensibles
Módulo 8	Flujo Multifásico
Módulo 9	Modelos avanzados en Dinámica de Fluidos Computacional
Módulo 10	Postprocesado, Validación y Aplicación en la Dinámica de Fluidos Computacional



## *Dónde, cuándo y cómo se imparte*

Esta Maestría se ofrece 100% en línea, por lo que el alumno podrá cursarla desde cualquier sitio, haciendo uso de una computadora, una tableta o simplemente mediante su smartphone.

Además, podrá acceder a los contenidos tanto online como offline. Para hacerlo offline bastará con descargarse los contenidos de los temas elegidos en el dispositivo y abordarlos sin necesidad de estar conectado a internet.

El alumno podrá cursar la Maestría a través de sus 10 módulos, de forma autodirigida y asincrónica. Adaptamos el formato y la metodología para aprovechar al máximo el tiempo y lograr un aprendizaje a medida de las necesidades del alumno.

“

*Adquirirás habilidades técnicas para formular y resolver problemas complejos en el campo de la Mecánica de Fluidos, como las limitaciones de los modelos o suposiciones”*

### Módulo 1. Mecánica de Fluidos y Computación de Altas Prestaciones

- 1.1. Dinámica de Mecánica de Fluidos Computacional
  - 1.1.1. El origen de la turbulencia
  - 1.1.2. La necesidad del modelado
  - 1.1.3. Proceso de trabajo
- 1.2. Las Ecuaciones de la Mecánica de Fluidos
  - 1.2.1. La ecuación de la continuidad
  - 1.2.2. La ecuación de Navier-Stokes
  - 1.2.3. La ecuación de la energía
  - 1.2.4. Las ecuaciones promediadas de Reynolds
- 1.3. El problema del cierre de las ecuaciones
  - 1.3.1. La hipótesis de Boussinesq
  - 1.3.2. La viscosidad turbulenta en un spray
  - 1.3.3. Modelado en Dinámica de Fluidos Computacional
- 1.4. Números adimensionales y semejanza dinámica
  - 1.4.1. Números adimensionales en mecánica de fluidos
  - 1.4.2. El principio de la semejanza dinámica
  - 1.4.3. Ejemplo práctico: modelado en túneles de viento
- 1.5. El Modelado de la Turbulencia
  - 1.5.1. Simulaciones numéricas directas
  - 1.5.2. Simulaciones de grandes remolinos
  - 1.5.3. Métodos *RANS*
  - 1.5.4. Otros métodos
- 1.6. Técnicas experimentales
  - 1.6.1. Técnica PIV (Velocímetro por Imagen de Partículas)
  - 1.6.2. Técnica Hilo caliente
  - 1.6.3. Técnica Túneles de viento y agua
- 1.7. Entorno de supercomputación
  - 1.7.1. Supercomputación del futuro
  - 1.7.2. Manejo de un supercomputador
  - 1.7.3. Herramientas de uso

- 1.8. *Software* en arquitecturas paralelas
  - 1.8.1. Entornos distribuidos: Programación en Entornos Paralelos (MPI)
  - 1.8.2. Memoria compartida: Unidad de Procesamiento de Gráficos (GPU)
  - 1.8.3. Grabado de datos: Formato de datos jerárquicos (HDF5)
- 1.9. Sistema de Computación distribuido
  - 1.9.1. Descripción de granjas de computadores
  - 1.9.2. Problemas paramétricos
  - 1.9.3. Sistemas de colas en Sistema de Computación distribuido
- 1.10. Unidad de Procesamiento de Gráficos (GPU), el futuro de la Mecánica de Fluidos Computacional
  - 1.10.1. Entornos de Procesamiento de Gráficos
  - 1.10.2. Programación en Unidad de Procesamiento de Gráficos
  - 1.10.3. Inteligencia Artificial en Fluidos

### Módulo 2. Matemáticas Avanzadas para Dinámica de Fluidos Computacional

- 2.1. Fundamentos matemáticos
  - 2.1.1. Gradientes, divergencias y rotacionales. Derivada total
  - 2.1.2. Ecuaciones diferenciales ordinarias
  - 2.1.3. Ecuaciones en derivadas parciales
- 2.2. Estadística
  - 2.2.1. Medias y momentos
  - 2.2.2. Funciones de densidad de probabilidad
  - 2.2.3. Correlación y espectros de energía
- 2.3. Soluciones fuertes y débiles de una ecuación diferencial
  - 2.3.1. Bases de funciones. Soluciones fuertes y débiles
  - 2.3.2. El método de los volúmenes finitos. La ecuación del calor
  - 2.3.3. El método de los volúmenes finitos. *Navier-Stokes*



- 2.4. El Teorema de *Taylor* y la Discretización en tiempo y espacio
  - 2.4.1. Diferencias finitas en 1 dimensión. Orden de error
  - 2.4.2. Diferencias finitas en 2 dimensiones
  - 2.4.3. De ecuaciones continuas a ecuaciones algebraicas
- 2.5. Resolución de problemas algebraicos, Método LU (Matriz Triangular Superior)
  - 2.5.1. Métodos de resolución de problemas algebraicos
  - 2.5.2. El Método LU (matriz triangular superior) en matrices llenas
  - 2.5.3. El Método LU (matriz triangular superior) en matrices dispersas
- 2.6. Resolución de problemas algebraicos, Métodos Iterativos I
  - 2.6.1. Métodos Iterativos. Residuos
  - 2.6.2. El método de Jacobi
  - 2.6.3. Generalización del método de Jacobi
- 2.7. Resolución de problemas algebraicos, Métodos Iterativos II
  - 2.7.1. Métodos Multimalla: ciclo en V: interpolación
  - 2.7.2. Métodos Multimalla: ciclo en V: extrapolación
  - 2.7.3. Métodos Multimalla: ciclo en W
  - 2.7.4. Estimación del error
- 2.8. Autovalores y autovectores
  - 2.8.1. El problema algebraico
  - 2.8.2. Aplicación a la ecuación del calor
  - 2.8.3. Estabilidad de ecuaciones diferenciales
- 2.9. Ecuaciones de evolución no lineales
  - 2.9.1. Ecuación del calor: Métodos Explícitos
  - 2.9.2. Ecuación del calor: Métodos Implícitos
  - 2.9.3. Ecuación del calor: Métodos Runge-Kutta
- 2.10. Ecuaciones estacionarias no lineales
  - 2.10.1. El método de Newton-Raphson
  - 2.10.2. Aplicación en 1D
  - 2.10.3. Aplicación en 2D

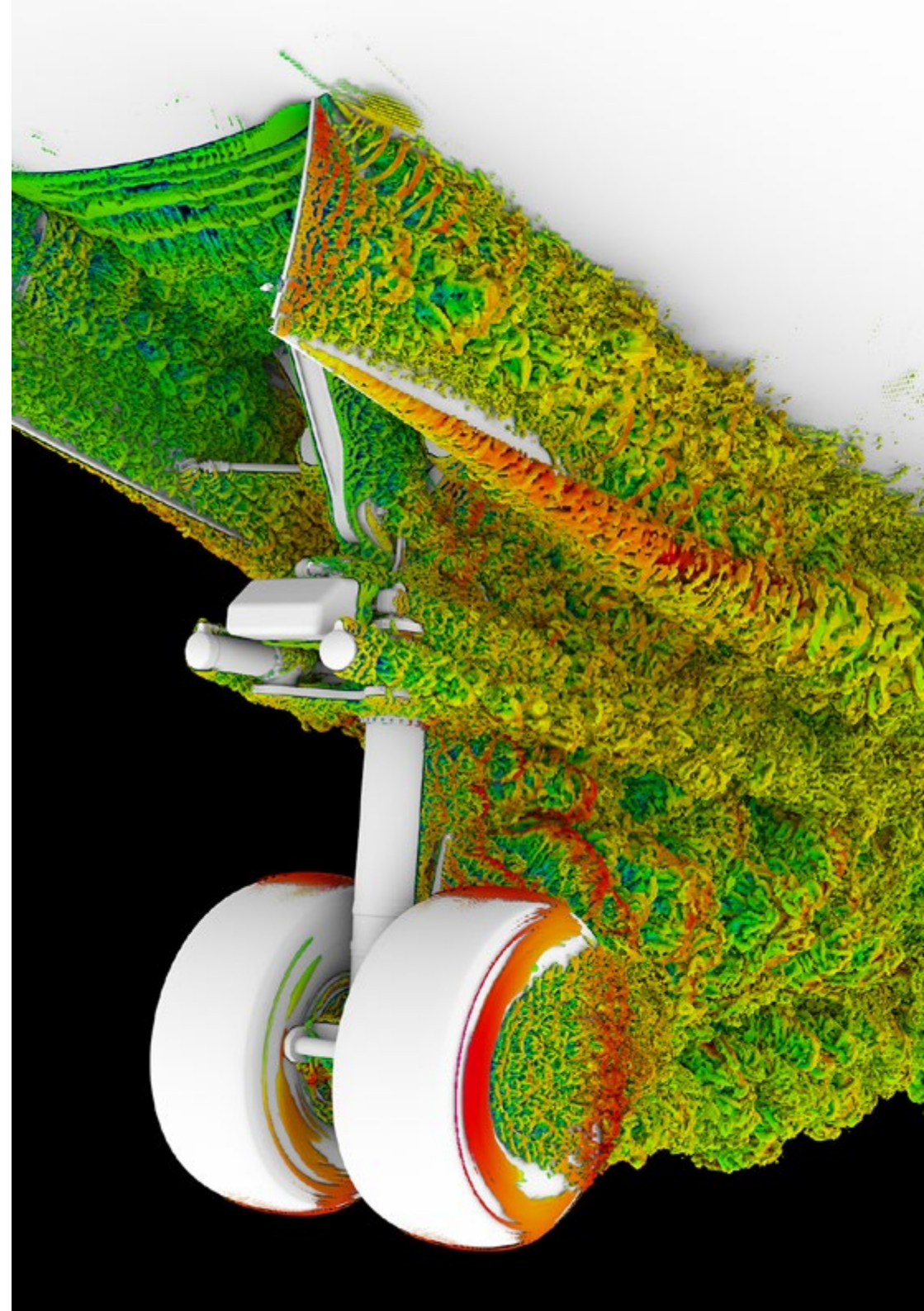
### Módulo 3. Dinámica de Fluidos Computacional en entornos de Investigación y Modelado

- 3.1. La Investigación en Dinámica de Fluidos Computacional (CFD)
  - 3.1.1. Desafíos en turbulencia
  - 3.1.2. Avances en RANS
  - 3.1.3. Inteligencia artificial
- 3.2. Diferencias finitas
  - 3.2.1. Presentación y aplicación a un problema 1D. Teorema de Taylor
  - 3.2.2. Aplicación en 2D
  - 3.2.3. Condiciones de contorno
- 3.3. Diferencias finitas compactas
  - 3.3.1. Objetivo. El artículo de SK Lele
  - 3.3.2. Obtención de los coeficientes
  - 3.3.3. Aplicación a un problema en 1D
- 3.4. La transformada de Fourier
  - 3.4.1. La transformada de Fourier (FFTW). De Fourier a nuestros días
  - 3.4.2. El paquete FFTW (Transformada de Fourier)
  - 3.4.3. Transformada coseno: Tchebycheff
- 3.5. Métodos espectrales
  - 3.5.1. Aplicación a un problema de fluidos
  - 3.5.2. Métodos pseudo-espectrales: Fourier + Dinámica de Fluidos Computacional
  - 3.5.3. Métodos de colocación
- 3.6. Métodos avanzados de discretización temporal
  - 3.6.1. El método de Adams-Bamsford
  - 3.6.2. El método de Crack-Nicholson
  - 3.6.3. Métodos Runge-Kutta
- 3.7. Estructuras en turbulencia
  - 3.7.1. El Vórtice
  - 3.7.2. El ciclo de vida de una estructura turbulenta
  - 3.7.3. Técnicas de visualización

- 3.8. El Método de las Características
  - 3.8.1. Fluidos compresibles
  - 3.8.2. Aplicación: Una ola rompiendo
  - 3.8.3. Aplicación: la ecuación de Burgers
- 3.9. Dinámica de Fluidos Computacional y Supercomputación
  - 3.9.1. El problema de la memoria y la evolución de los computadores
  - 3.9.2. Técnicas de paralelización
  - 3.9.3. Descomposición de dominios
- 3.10. Problemas abiertos en turbulencia
  - 3.10.1. El modelado y la constante de Von-Karma
  - 3.10.2. Aerodinámica: capas límites
  - 3.10.3. Ruido en problemas de Dinámica de Fluido Computacional

#### Módulo 4. Dinámica de Fluidos Computacional en entornos de aplicación: Métodos de los Volúmenes Finitos

- 4.1. Métodos de los Volúmenes Finitos
  - 4.1.1. Definiciones en Métodos de Volúmenes Finitos
  - 4.1.2. Antecedentes históricos
  - 4.1.3. Métodos de Volúmenes Finitos en Estructuras
- 4.2. Términos fuente
  - 4.2.1. Fuerzas volumétricas externas
  - 4.2.2. Gravedad, fuerza centrífuga
    - 4.2.2.1. Término fuente volumétrico (masa) y de presión (evaporación, cavitación, química)
  - 4.2.3. Término fuente de escalares
    - 4.2.3.1. Temperatura, especies
- 4.3. Aplicaciones de las condiciones de contorno
  - 4.3.1. Entradas y salidas
  - 4.3.2. Condición de simetría
  - 4.3.3. Condición de pared
    - 4.3.3.1. Valores impuestos
    - 4.3.3.2. Valores a resolver por cálculo en paralelo
    - 4.3.3.3. Modelos de pared



- 4.4. Condiciones de contorno
  - 4.4.1. Condiciones de contorno conocidas: Dirichlet
    - 4.4.1.1. Escalares
    - 4.4.1.2. Vectoriales
  - 4.4.2. Condiciones de contorno con derivada conocida: Neumann
    - 4.4.2.1. Gradiente cero
    - 4.4.2.3. Gradiente finito
  - 4.4.3. Condiciones de contorno cíclicas: Born-von Karman
    - 4.4.3.1. Otras condiciones de contorno: Robin
- 4.5. Integración temporal
  - 4.5.1. Euler explícito e implícito
  - 4.5.2. Paso temporal de *Lax-Wendroff* y variantes (*Richtmyer* y *MacCormack*)
  - 4.5.3. Paso temporal multietapa *Runge-Kutta*
- 4.6. Esquemas "Upwind"
  - 4.6.1. Problema de *Riemman*
  - 4.6.2. Principales esquemas "Upwind": *MUSCL*, *Van Leer*, *Roe*, *AUSM*
  - 4.6.3. Diseño de un esquema espacial "Upwind"
- 4.7. Esquemas de alto orden
  - 4.7.1. Galerkin discontinuos de alto orden
  - 4.7.2. Esquemas ENO y WENO
  - 4.7.3. Esquemas de Alto Orden. Ventajas y Desventajas
- 4.8. Bucle de convergencia de la presión-velocidad
  - 4.8.1. Bucle PISO
  - 4.8.2. Bucles SIMPLE, SIMPLER y SIMPLEC
  - 4.8.3. Bucle PIMPLE
  - 4.8.4. Bucles en régimen transitorio
- 4.9. Contornos móviles
  - 4.9.1. Técnicas de remallado
  - 4.9.2. Mapeado: sistema de referencia móvil
  - 4.9.3. Mallas superpuestas

- 4.10. Errores e incertidumbres en el Modelado de Dinámica de Fluidos Computacional
  - 4.10.1. Precisión y exactitud
  - 4.10.2. Errores numéricos
  - 4.10.3. Incertidumbres de entrada y del modelo físico

## Módulo 5. Métodos Avanzados para Dinámica de Fluidos Computacional

- 5.1. Método de los Elementos Finitos (FEM)
  - 5.1.1. Discretización del dominio. El elemento finito
  - 5.1.2. Funciones de forma. Reconstrucción del campo continuo
  - 5.1.3. Ensamblado de la matriz de coeficientes y condiciones de contorno
  - 5.1.4. Resolución del sistema de ecuaciones
- 5.2. Análisis de Caso. Desarrollo de un simulador FEM
  - 5.2.1. Funciones de forma
  - 5.2.2. Ensamblaje de la matriz de coeficientes y aplicación de condiciones de contorno
  - 5.2.3. Resolución del sistema de ecuaciones
  - 5.2.4. Postprocesado
- 5.3. Hidrodinámica de Partículas Suavizadas (SPH)
  - 5.3.1. Mapeado del campo fluido a partir de los valores de las partículas
  - 5.3.2. Evaluación de derivadas e interacción entre partículas
  - 5.3.3. La función de suavizado. El Kernel
  - 5.3.4. Condiciones de contorno
- 5.4. Desarrollo de un simulador basado en partículas suavizadas
  - 5.4.1. El Kernel
  - 5.4.2. Almacenamiento y ordenación de las partículas en Voxels
  - 5.4.3. Desarrollo de las condiciones de contorno
  - 5.4.4. Postprocesado
- 5.5. Simulación Directa Montecarlo (DSMC)
  - 5.5.1. Teoría cinético-molecular
  - 5.5.2. Mecánica estadística
  - 5.5.3. Equilibrio molecular

- 5.6. Simulación Directa Montecarlo: Metodología
  - 5.6.1. Aplicabilidad del método de Simulación Directa Montecarlo
  - 5.6.2. Modelización
  - 5.6.3. Consideraciones para la aplicabilidad del método
- 5.7. Simulación Directa Montecarlo: Aplicaciones
  - 5.7.1. Ejemplo en 0-D: Relajación térmica
  - 5.7.2. Ejemplo en 1-D: Onda de choque normal
  - 5.7.3. Ejemplo en 2-D: Cilindro supersónico
  - 5.7.4. Ejemplo en 3-D: Esquina supersónica
  - 5.7.5. Ejemplo complejo: "Space Shuttle"
- 5.8. Método del Lattice- Boltzmann (LBM)
  - 5.8.1. Ecuación de Boltzmann y distribución de equilibrio
  - 5.8.2. De Boltzmann a Navier-Stokes. Expansión de Chapman-Enskog
  - 5.8.3. De distribución probabilística a magnitud física
  - 5.8.4. Conversión de unidades. De magnitudes físicas a magnitudes del Lattice
- 5.9. Aproximación numérica
  - 5.9.1. El algoritmo LBM. Paso de transferencia y paso de colisión
  - 5.9.2. Operadores de colisión y normalización de momentos
  - 5.9.3. Condiciones de contorno
- 5.10. Análisis de Caso
  - 5.10.1. Desarrollo de un simulador basado en LBM
  - 5.10.2. Experimentación con varios operadores de colisión
  - 5.10.3. Experimentación con varios modelos de turbulencia

## Módulo 6. El Modelado de la Turbulencia en Fluido

- 6.1. La turbulencia. Características claves
  - 6.1.1. Disipación y difusividad
  - 6.1.2. Escalas características. Ordenes de magnitud
  - 6.1.3. Números de Reynolds
- 6.2. Definiciones de Turbulencia. De Reynolds a nuestros días
  - 6.2.1. El problema de Reynolds. La capa límite
  - 6.2.2. Meteorología, Richardson y Smagorinsky
  - 6.2.3. El problema del caos

- 6.3. La cascada de energía
  - 6.3.1. Las escalas más pequeñas de la turbulencia
  - 6.3.2. Las hipótesis de Kolmogorov
  - 6.3.3. El exponente de la cascada
- 6.4. El problema de cierre revisitado
  - 6.4.1. 10 incógnitas y 4 ecuaciones
  - 6.4.2. La ecuación de la energía cinética turbulenta
  - 6.4.3. El ciclo de la turbulencia
- 6.5. La viscosidad turbulenta
  - 6.5.1. Antecedentes históricos y paralelismos
  - 6.5.2. Problema iniciático: chorros
  - 6.5.3. La viscosidad turbulenta en problemas de Mecánica de Fluidos
- 6.6. Los métodos RANS
  - 6.6.1. La hipótesis de la viscosidad turbulenta
  - 6.6.2. Las ecuaciones de RANS
  - 6.6.3. Métodos RANS. Ejemplos de uso
- 6.7. La Evolución de LES (Simulación de Grandes Torbellinos)
  - 6.7.1. Antecedentes históricos
  - 6.7.2. Filtros espectrales
  - 6.7.3. Filtros espaciales. El problema en la pared
- 6.8. Turbulencia de pared I
  - 6.8.1. Escalas características
  - 6.8.2. Las ecuaciones del momento
  - 6.8.3. Las regiones de un flujo turbulento de pared
- 6.9. Turbulencia de pared II
  - 6.9.1. Capas límites
  - 6.9.2. Los números adimensionales de una capa límite
  - 6.9.3. La solución de Blasius
- 6.10. La ecuación de la energía
  - 6.10.1. Escalares pasivos
  - 6.10.2. Escalares activos. La aproximación de Boussinesq
  - 6.10.3. Flujos de Fanno y Rayleigh



## Módulo 7. Fluidos Comprensibles

- 7.1. Fluidos Compresibles
  - 7.1.1. Fluidos Compresibles y Fluidos Incompresibles. Diferencias
  - 7.1.2. Ecuación de estado
  - 7.1.3. Ecuaciones diferenciales de los Fluidos Compresibles
- 7.2. Ejemplos prácticos del régimen compresible
  - 7.2.1. Ondas de choque
  - 7.2.2. Expansión de Prandtl-Meyer
  - 7.2.3. Toberas
- 7.3. Problema de Riemann
  - 7.3.1. El problema de Riemann
  - 7.3.2. Solución del problema de Riemann por características
  - 7.3.3. Sistemas no lineales: Ondas de choque. Condición de Rankine-Hugoniot
  - 7.3.4. Sistemas no lineales: Ondas y abanicos de expansión. Condición de entropía
  - 7.3.5. Invariantes de Riemann
- 7.4. Ecuaciones de Euler
  - 7.4.1. Invariantes de las ecuaciones de Euler
  - 7.4.2. Variables conservativas vs variables primitivas
  - 7.4.3. Estrategias de solución
- 7.5. Soluciones al problema de Riemann
  - 7.5.1. Solución exacta
  - 7.5.2. Métodos numéricos conservativos
  - 7.5.3. Método de Godunov
  - 7.5.4. Método *Flux Vector Splitting*
- 7.6. Soluciones de Riemann
  - 7.6.1. Funciones HLLC (contacto Harten-Lax-van Leer)
  - 7.6.2. Funciones de Phil Roe
  - 7.6.3. AUSM (Método de División Ascendente de Advección)
- 7.7. Métodos de mayor orden
  - 7.7.1. Problemas de los métodos de mayor orden
  - 7.7.2. Límites y Métodos "TVD"
  - 7.7.3. Ejemplos Prácticos

- 7.8. Aspectos adicionales del Problema de Riemann
  - 7.8.1. Ecuaciones no homogéneas
  - 7.8.2. Desdoblamiento Dimensional
  - 7.8.3. aplicaciones a las ecuaciones de Navier-Stokes
- 7.9. Regiones con altos gradientes y discontinuidades
  - 7.9.1. Importancia del mallado
  - 7.9.2. Adaptación automática de malla (AMR)
  - 7.9.3. Métodos *Shock Fitting*
- 7.10. Aplicaciones del flujo compresible
  - 7.10.1. Problema de Sod
  - 7.10.2. Cuña supersónica
  - 7.10.3. Tobera convergente-divergente

## Módulo 8. Flujo Multifásico

- 8.1. Los regímenes de flujo
  - 8.1.1. Fase continua
  - 8.1.2. Fase discreta
  - 8.1.3. Poblaciones de fase discreta
- 8.2. Fases continuas
  - 8.2.1. Propiedades de la interface líquido-gas
  - 8.2.2. Cada fase un dominio
    - 8.2.2.1. Resolución de fases de manera independiente
  - 8.2.3. Solución acoplada
    - 8.2.3.1. La fracción de fluido como escalar descriptivo de la fase
  - 8.2.4. Reconstrucción de la interface líquido gas
- 8.3. Simulación marina
  - 8.3.1. Regímenes de oleaje. Altura de las olas vs profundidad
  - 8.3.2. Condición de contorno de entrada. Simulación de oleaje
  - 8.3.3. Condición de contorno de salida no reflexiva. La playa numérica
  - 8.3.4. Condiciones de contorno laterales. Viento lateral y deriva
- 8.4. Tensión Superficial
  - 8.4.1. Fenómeno Físico de la Tensión Superficial
  - 8.4.2. Modelado
  - 8.4.3. Interacción con superficies. Ángulo de humectación

- 8.5. Cambio de fase
  - 8.5.1. Términos fuente y sumidero asociados al cambio de fase
  - 8.5.2. Modelos de evaporación
  - 8.5.3. Modelos de condensación y precipitación. Nucleación de gotas
  - 8.5.4. Cavitación
- 8.6. Fase discreta: partículas, gotas y burbujas
  - 8.6.1. La fuerza de resistencia
  - 8.6.2. La fuerza de flotación
  - 8.6.3. Inercia
  - 8.6.4. Movimiento Browniano y efectos de la turbulencia
  - 8.6.5. Otras fuerzas
- 8.7. Interacción con el fluido circundante
  - 8.7.1. Generación a partir de fase continuas
  - 8.7.2. Arrastre aerodinámico
  - 8.7.3. Interacción con otras entidades, coalescencia y ruptura
  - 8.7.4. Condiciones de contorno
- 8.8. Descripción estadística de poblaciones de partículas. Paquetes
  - 8.8.1. Transporte de poblaciones
  - 8.8.2. Condiciones de contorno de poblaciones
  - 8.8.3. Interacciones de poblaciones
  - 8.8.4. Extendiendo la fase discreta a poblaciones
- 8.9. Lámina de Agua
  - 8.9.1. Hipótesis de Lámina de Agua
  - 8.9.2. Ecuaciones y modelado
  - 8.9.3. Término fuente a partir de partículas
- 8.10. Ejemplo de aplicación con software OpenFOAM
  - 8.10.1. Descripción de un problema industrial
  - 8.10.2. Configuración y simulación
  - 8.10.3. Visualización e interpretación de resultados

## Módulo 9. Modelos avanzados en Dinámica de Fluidos Computacional

- 9.1. Multifísica
  - 9.1.1. Simulaciones Multifísicas
  - 9.1.2. Tipos de sistemas
  - 9.1.3. Ejemplos de aplicación
- 9.2. Cosimulación unidireccional
  - 9.2.1. Cosimulación Unidireccional. Aspectos avanzados
  - 9.2.2. Esquemas de intercambio de información
  - 9.2.3. Aplicaciones
- 9.3. Cosimulación Bidireccional
  - 9.3.1. Cosimulación Bidireccional. Aspectos avanzados
  - 9.3.2. Esquemas de intercambio de información
  - 9.3.3. Aplicaciones
- 9.4. Transferencia de Calor por Convección
  - 9.4.1. Transferencia de Calor por Convección. Aspectos avanzados
  - 9.4.2. Ecuaciones de transferencia de calor convectiva
  - 9.4.3. Métodos de resolución de problemas de convección
- 9.5. Transferencia de Calor por Conducción
  - 9.5.1. Transferencia de Calor por Conducción. Aspectos avanzados
  - 9.5.2. Ecuaciones de transferencia de calor conductiva
  - 9.5.3. Métodos de resolución de problemas de conducción
- 9.6. Transferencia de Calor por Radiación
  - 9.6.1. Transferencias de Calor por Radiación. Aspectos avanzados
  - 9.6.2. Ecuaciones de transferencia de calor por radiación
  - 9.6.3. Métodos de resolución de problemas de radiación
- 9.7. Acoplamiento sólido-fluido calor
  - 9.7.1. Acoplamiento sólido-fluido calor
  - 9.7.2. Acoplamiento térmico sólido-fluido
  - 9.7.3. Dinámica de Fluidos Computacional y Fluidos Complejos (FEM)

- 9.8. Aeroacústica
  - 9.8.1. La Aeroacústica Computacional
  - 9.8.2. Analogías acústicas
  - 9.8.3. Métodos de resolución
- 9.9. Problemas de Advección-difusión
  - 9.9.1. Problemas de Advección- difusión
  - 9.9.2. Campos Escalares
  - 9.9.3. Métodos de partículas
- 9.10. Modelos de acoplamiento con flujo reactivo
  - 9.10.1. Modelos de Acoplamiento con Flujo Reactivo. Aplicaciones
  - 9.10.2. Sistema de ecuaciones diferenciales. Resolviendo la reacción química
  - 9.10.3. Programa CHEMKIN
  - 9.10.4. Combustión: llama, chispa, Wobee
  - 9.10.5. Flujos reactivos en régimen no estacionario: hipótesis de sistema quasi-estacionario
  - 9.10.6. Flujos reactivos en flujos turbulentos
  - 9.10.7. Catalizadores

## Módulo 10. Postprocesado, Validación y Aplicación en la Dinámica de Fluidos Computacional

- 10.1. Postprocesado en Dinámica de Fluidos Computacional I
  - 10.1.1. Postprocesado sobre Plano y Superficies
  - 10.1.2. Postprocesado en el plano
  - 10.1.3. Postprocesado en superficies
- 10.2. Postprocesado en Dinámica de Fluidos Computacional II
  - 10.2.1. Postprocesado Volumétrico
  - 10.2.2. Postprocesado volumétrico I
  - 10.2.3. Postprocesado volumétrico II
- 10.3. Software libre de postprocesado en Dinámica de Fluidos Computacional
  - 10.3.1. Software libre de Postprocesado
  - 10.3.2. Software ParaView
  - 10.3.3. Ejemplo de uso de Software Paraview
- 10.4. Convergencia de simulaciones
  - 10.4.1. Convergencia
  - 10.4.2. Convergencia de malla
  - 10.4.3. Convergencia numérica
- 10.5. Clasificación de métodos
  - 10.5.1. Aplicaciones
  - 10.5.2. Tipos de fluidos
  - 10.5.3. Escalas
  - 10.5.4. Máquinas de cálculo
- 10.6. Validación de modelos
  - 10.6.1. Necesidad de Validación
  - 10.6.2. Simulación vs Experimento
  - 10.6.3. Ejemplos de Validación
- 10.7. Métodos de Simulación. Ventajas y desventajas
  - 10.7.1. Método RANS
  - 10.7.2. Métodos LES (grandes torbellinos); DES (remolinos aislados); DNS (simulación numérica directa)
  - 10.7.3. Otros métodos
  - 10.7.4. Ventajas y desventajas
- 10.8. Ejemplos de métodos y aplicaciones
  - 10.8.1. Caso de cuerpo sometido a fuerzas aerodinámicas
  - 10.8.2. Caso térmico
  - 10.8.3. Caso multifase
- 10.9. Buenas Prácticas de Simulación
  - 10.9.1. Importancia de las Buenas Prácticas
  - 10.9.2. Buenas Prácticas
  - 10.9.3. Errores en simulación
- 10.10. Software comerciales y libres
  - 10.10.1. Software de FVM (Método de Volúmenes Finito)
  - 10.10.2. Software de otros métodos
  - 10.10.3. Ventajas y desventajas
  - 10.10.4. Futuro de la simulación en Dinámica de Fluidos Computacional

# 03

## Objetivos

Gracias a esta Maestría, los profesionales dispondrán de un enfoque integral sobre los fundamentos de la Mecánica de Fluidos Computacional. De igual modo, los ingenieros adquirirán competencias para manejar los *softwares* más vanguardistas para modelar y simular fenómenos fluidodinámicos en una amplia gama de aplicaciones. En sintonía con esto, los egresados desarrollarán habilidades para formular modelos matemáticos y validar los resultados de las simulaciones.





“

*Dominarás los fundamentos de la Mecánica de Fluidos y serás capaz de predecir el comportamiento de estos mecanismos en diversos contextos”*



## Objetivos generales

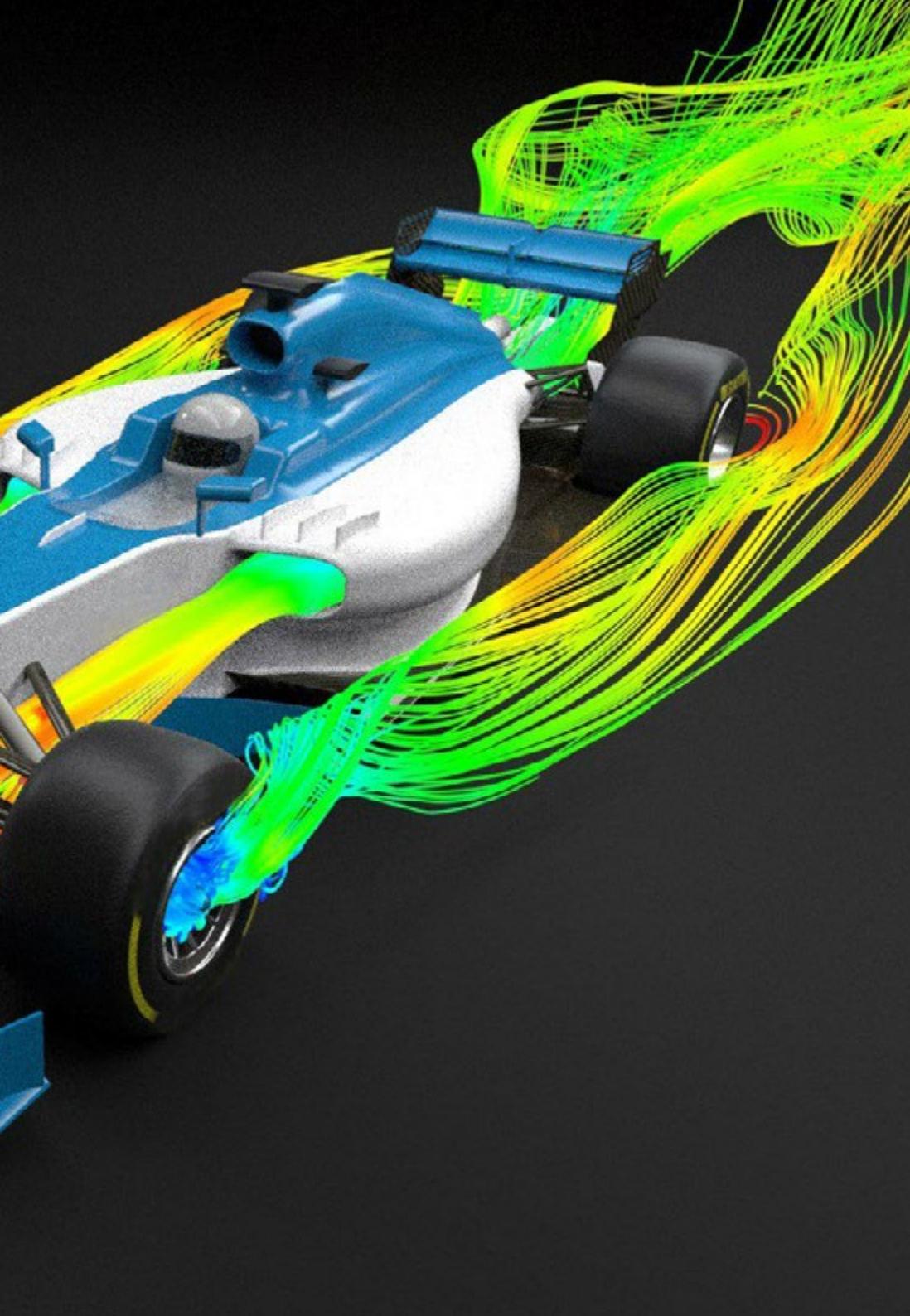
- ♦ Establecer las bases del estudio de la turbulencia
- ♦ Desarrollar los conceptos estadísticos del CFD
- ♦ Determinar las principales técnicas de cálculo en la investigación de turbulencias
- ♦ Generar conocimiento especializado en el método de los volúmenes finitos
- ♦ Adquirir conocimiento especializado en las técnicas para el cálculo de Mecánica de Fluidos
- ♦ Examinar las unidades de pared y las distintas regiones de un flujo turbulento de pared
- ♦ Determinar las características propias de los flujos compresibles
- ♦ Examinar los múltiples modelos y métodos multifísicos
- ♦ Desarrollar conocimiento especializado sobre los múltiples modelos y métodos en multifísica y en análisis térmico
- ♦ Interpretar los resultados obtenidos mediante un correcto postprocesado



*Alcanza tus objetivos y metas profesionales gracias a las competencias que adquirirás egresándote de esta Maestría 100% online"*







## Objetivos específicos

---

### Módulo 1. Mecánica de Fluidos y Computación de Altas Prestaciones

- ♦ Establecer las características y bases más importantes del estudio de la turbulencia
- ♦ Profundizar en los conceptos clave que conforman la Dinámica de Fluidos Computacional
- ♦ Aplicar las técnicas experimentales más avanzadas para estudiar el comportamiento de los fluidos en diferentes condiciones
- ♦ Implementar las técnicas de Supercomputación más innovadoras, para maximizar el rendimiento y la eficiencia de los sistemas informáticos

### Módulo 2. Matemáticas Avanzadas para Dinámica de Fluidos Computacional

- ♦ Adquirir una sólida comprensión de las bases matemáticas de la Mecánica de Fluidos Computacional
- ♦ Manejar las técnicas más innovadoras para la resolución de problemas algebraicos
- ♦ Explorar los conceptos matemáticos de la turbulencia, considerando el uso de autovalores y autovectores
- ♦ Desarrollar habilidades de modelado matemático, aprendiendo a formular y resolver formulaciones matemáticas que describan la conducta de los fluidos en sistemas físicos complejos

### **Módulo 3. Dinámica de Fluidos Computacional en entornos de Investigación y Modelado**

- ♦ Abordar tanto los conceptos como las características de los métodos espectrales, pseudo-espectrales y de colocación
- ♦ Realizar descripciones precisas sobre las distintas estructuras turbulentas
- ♦ Adoptar los métodos clásicos de discretización a problemas de Mecánica de Fluidos, teniendo presente el efecto de la evolución de la Supercomputación
- ♦ Obtener habilidades para realizar las técnicas de cálculo de forma óptima y valorarlas en el contexto de la investigación en turbulencia

### **Módulo 4. Dinámica de Fluidos Computacional en entornos de aplicación: Métodos de los Volúmenes Finitos**

- ♦ Generar una sólida comprensión relativa a los principales Métodos de los Volúmenes Finitos, mediante el análisis de los bucles de convergencia y en qué casos deben usarse cada uno
- ♦ Utilizar el método de los esquemas "Upwind" para resolver ecuaciones de transporte y garantizar la estabilidad numérica de las soluciones
- ♦ Ejecutar procedimientos de validación y verificación para medir la precisión y la confiabilidad de los resultados obtenidos mediante simulaciones CDF
- ♦ Utilizar las simulaciones CDF para optimizar el diseño de sistemas y componentes evaluando aspectos como el rendimiento del flujo o áreas de alta velocidad

### **Módulo 5. Métodos Avanzados para Dinámica de Fluidos Computacional**

- ♦ Profundizar en las técnicas de discretización para convertir las ecuaciones diferenciales parciales y describir el comportamiento de los fluidos en un dominio continuo
- ♦ Adquirir competencias para implementar los modelos más avanzados de la turbulencia empleados en CDF
- ♦ Manejar con destreza la técnica de la Simulación Directa de Montecarlo, con el objetivo de emular flujos de gases ratificados y diseñar sistemas de vacío
- ♦ Usar el Método de la Hidrodinámica de Partículas Suavizada tanto para interpretar como para realizar simulaciones de aerodinámica espacial y microfluidodinámica

### **Módulo 6. El Modelado de la Turbulencia en Fluido**

- ♦ Asimilar el concepto de viscosidad turbulenta como solución al problema del cierre
- ♦ Estudiar en detalle las unidades de pared y las distintas regiones de un flujo turbulento
- ♦ Implementar con eficacia los distintos métodos de turbulencia RANS y aplicar estos modelos en simulaciones prácticas con el fin de evaluar la precisión de los resultados obtenidos
- ♦ Modelar la ecuación de la energía en las regiones de un flujo turbulento y predecir el comportamiento mecánico o térmico de los fluidos



### Módulo 7. Fluidos Comprensibles

- ♦ Comprender y explorar las características de los flujos comprensibles, así como sus fenómenos asociados (incluyendo las leyes fundamentales de la termodinámica y Mecánica de Fluidos)
- ♦ Emplear las ecuaciones de Euler y Navier-Stokes para analizar fenómenos como la turbulencia, la separación del flujo y la transferencia de calor
- ♦ Abordar las particularidades en la resolución de ecuaciones diferenciales hiperbólicas, así como de los pros y contras de los diferentes métodos
- ♦ Establecer la metodología de aplicación básica para la resolución del Problema de Riemann, adquiriendo así información valiosa sobre la propagación de ondas de choque

### Módulo 8. Flujo Multifásico

- ♦ Indagar en los múltiples modelos y métodos multifásicos en el contexto de la simulación, identificando el tipo de flujo a simular y los recursos disponibles
- ♦ Obtener habilidades para describir las diferencias más importantes entre los Métodos Lagrangianos, Eulerianos y Mixtos; considerando los efectos de la tensión superficial y los cambios de fase (como la evaporación)
- ♦ Combinar diversas estrategias para obtener los mejores resultados al establecer condiciones de contorno para la simulación de oleaje
- ♦ Estudiar las aplicaciones prácticas de flujos multifásicos en campos como la industria petrolera, alimentaria o minería

### Módulo 9. Modelos avanzados en Dinámica de Fluidos Computacional

- ♦ Desarrollar un conocimiento especializado acerca de los múltiples modelos y métodos en multifísica y de análisis térmico; mediante la revisión del entorno de la simulación
- ♦ Diferenciar los esquemas de intercambio de datos más comunes entre distintos *softwares* de simulación, seleccionando los más apropiados para cada situación
- ♦ Examinar los múltiples modelos de transferencia de calor y cómo pueden afectar a los fluidos al momento de modelar fenómenos de convección, radiación y difusión. Obtener habilidades prácticas para configurar y ejecutar simulaciones numéricas empleando herramientas de *software* especializado

### Módulo 10. Postprocesado, Validación y Aplicación en la Dinámica de Fluidos Computacional

- ♦ Disponer de un profundo conocimiento sobre las técnicas y herramientas de postprocesado más empleadas en CFD (entre las que figuran la visualización de resultados, la generación de gráficos y la extracción de datos relevantes para las simulaciones)
- ♦ Desarrollar competencias para manejar el *software* de Paraview; para visualizar, analizar y comunicar los resultados de simulaciones numéricas de forma efectiva
- ♦ Analizar la convergencia de una simulación y escoger el modelo que se adapta mejor al contexto
- ♦ Potenciar las destrezas comunicativas con la finalidad de transmitir de un modo preciso los hallazgos obtenidos a partir de las simulaciones numéricas

# 04

## Competencias

Esta Maestría nace con la finalidad de proporcionar al alumno una especialización de alta calidad. Así, tras superar con éxito esta exclusiva titulación, el egresado habrá desarrollado las habilidades y destrezas necesarias para desempeñar un trabajo de primer nivel. Asimismo, obtendrá una visión innovadora y multidisciplinar de su campo laboral. Por ello, este vanguardista programa de TECH representa una oportunidad sin parangón para todo aquel profesional que quiera destacar en su sector y convertirse en un experto.

*Te damos +*



“

*Desarrollarás habilidades en programación para implementar en tus proyectos modelos numéricos y realizar simulaciones de elevada calidad”*

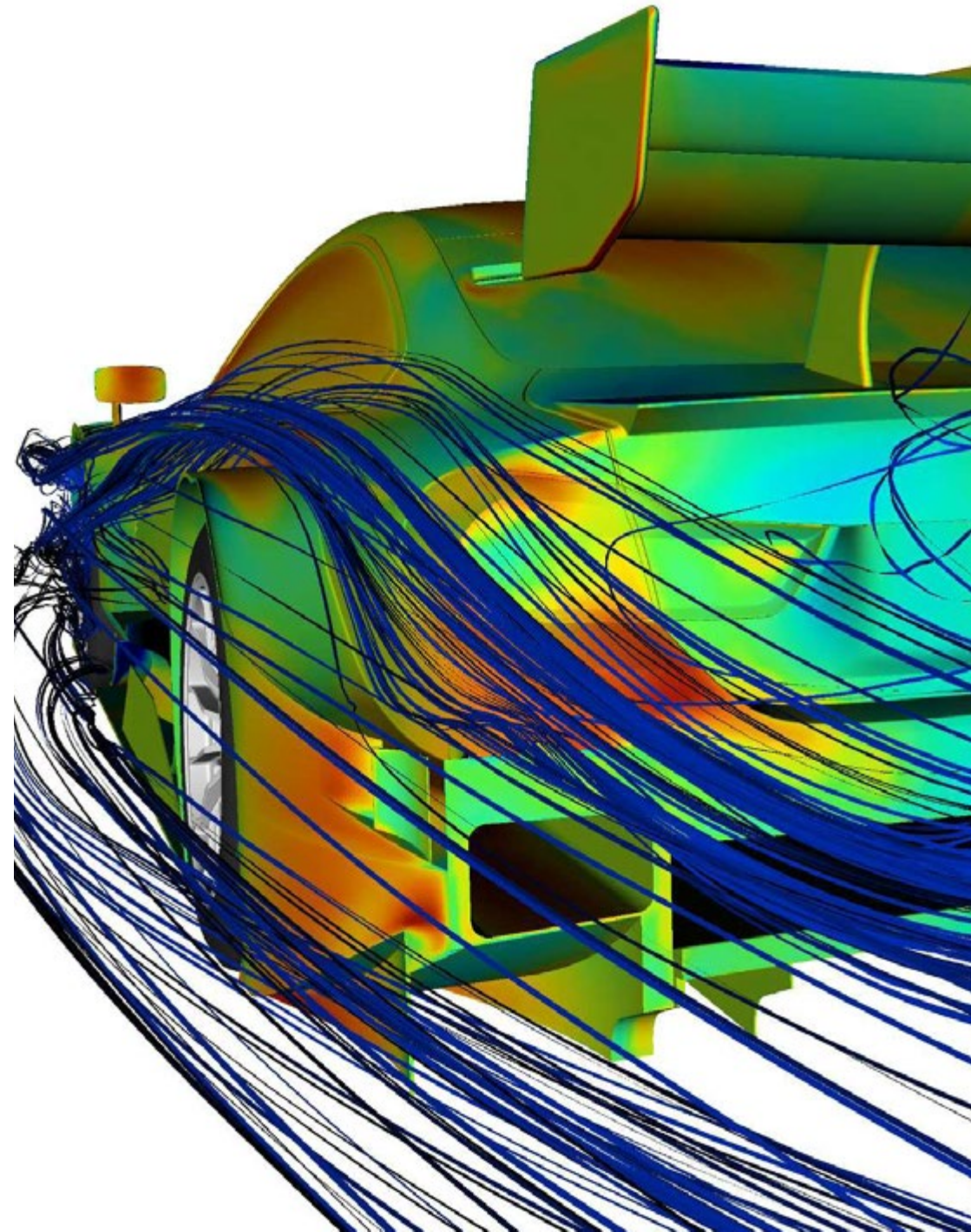




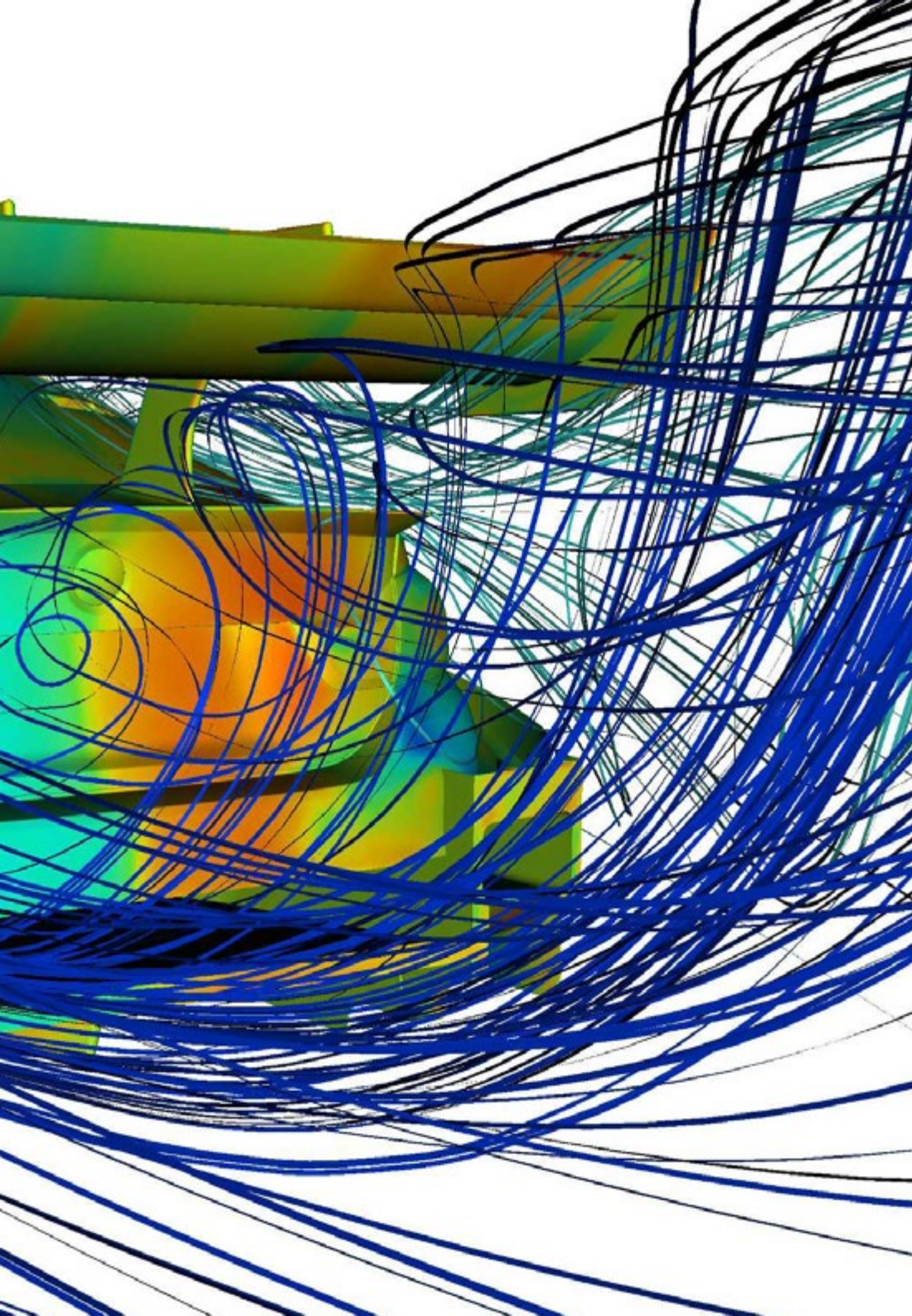
## Competencias generales

---

- Conocer las principales técnicas de supercomputación
- Identificar y definir el concepto de residual
- Diferenciar las distintas estructuras turbulentas
- Configurar de forma óptima cada simulación
- Obtener conocimiento especializado en las técnicas para el cálculo de Mecánica de Fluidos
- Modelar la ecuación de la energía
- Identificar los métodos numéricos principales en la resolución del problema de Riemann
- Elegir el tipo de simulación o modelo a aplicar que mejor se adapte al contexto, así como identificar los pros y contras de cada método
- Combinar múltiples estrategias para obtener los mejores resultados allí donde más se necesiten
- Interpretar los resultados obtenidos mediante un correcto postprocesado
- Desarrollar los distintos tipos de supercomputadores
- Determinar los métodos de resolución de problemas no lineales
- Aplicar los métodos clásicos de discretización a problemas de Mecánica de Fluidos







- ♦ Concretar qué, dónde y cómo se pueden definir las condiciones de contorno
- ♦ Evaluar e interpretar simulaciones de aerodinámica espacial y microfluidodinámica
- ♦ Presentar el problema de cierre de las ecuaciones de Navier-Stokes
- ♦ Compilar distintas estrategias de resolución
- ♦ Establecer la diferencia entre los métodos lagrangianos, eulerianos y mixtos
- ♦ Distinguir los esquemas de intercambio de datos más comunes entre distintos softwares de simulación y cuándo se puede o es mejor aplicar uno u otro
- ♦ Conocer las distintas herramientas disponibles en el mercado

“*Actualiza tus competencias con la metodología teórico-práctica más eficiente del panorama académico actual, el Relearning de TECH*”



# 05

## ¿Por qué nuestro programa?

Gracias a esta Maestría en Mecánica de Fluidos Computacional, los profesionales estarán equipados tanto con los recursos como las herramientas más innovadoras para superar cualquier obstáculo durante el ejercicio de su labor. De esta forma, los expertos estarán altamente cualificados para diseñar y optimizar dispositivos que involucren fluidos (como vehículos, turbinas o sistemas de ventilación, entre otros). Gracias a esto, los egresados expandirán sus horizontes laborales de forma significativa y se convertirán en un valioso intangible para las empresas.



“

*La Mecánica de Fluidos Computacional adquiere cada vez más peso en las industrias. Con esta Maestría con RVOE, superarás los retos que se te presenten durante su labor y nuevas oportunidades”*

01

### **Orientación 100% laboral**

---

A través de esta Maestría, el alumnado tendrá la oportunidad de acceder a los materiales didácticos más completos y actualizados del panorama académico. Diseñado por auténticas referencias en Mecánica de Fluidos Computacional, el temario brindará a los egresados tanto los conocimientos como habilidades que necesitan para experimentar un salto de calidad en su trayectoria profesional.

02

### **La mejor institución**

---

La filosofía de TECH se basa en poner a disposición de cualquier persona titulaciones universitarias de excelsa calidad. Además, emplea en todos sus programas una metodología 100% online para que los especialistas puedan planificar sus horarios y cronogramas evaluativos de forma individual. De este modo, podrán conciliar sus actividades cotidianas con una propuesta académica de primera categoría.

03

### **Titulación directa**

---

No hará falta que el estudiante haga una tesina, ni examen final, ni nada más para poder egresar y obtener su título. En TECH, el alumno tendrá una vía directa de titulación.

04

### **Los mejores recursos pedagógicos 100% en línea**

---

TECH Universidad Tecnológica pone al alcance de los estudiantes de esta Maestría la última metodología educativa en línea, basada en una tecnología internacional de vanguardia, que permite estudiar sin tener que asistir a clase, y sin renunciar a adquirir ninguna competencia indispensable en la Mecánica de Fluidos Computacional.

05

### **Educación adaptada al mundo real**

---

Esta Maestría de TECH se adapta tanto al alumnado como al conocimiento que necesita para experimentar una mejora sustancial en su sector profesional. Al mismo tiempo, el plan de estudios está diseñado para dar respuesta a las demandas del mercado actual. De esta forma, los egresados podrán aprovechar las numerosas posibilidades que ofrece un sector en pleno auge.

06

### **Aprender idiomas y obtener su certificado oficial**

---

TECH da la posibilidad, además de obtener la certificación oficial de Inglés en el nivel B2, de seleccionar de forma optativa hasta otros 6 idiomas en los que, si el alumno desea, podrá certificarse.



07

### Mejorar tus habilidades en informática y programación

---

El mercado académico habitual está repleto de programas que se limitan a ofrecer una perspectiva teórica sobre las disciplinas. Sin embargo, TECH va mucho más allá y se centra en que los alumnos adquieran las competencias prácticas que necesitan para desarrollar su labor con plenas garantías de éxito. Por eso, mediante esta Maestría, los profesionales adquirirán habilidades avanzadas para dominar los lenguajes de programación más utilizados en el sector y manejar con precisión *softwares* especializados en Mecánica de Fluidos Computacional (como ANSYS Fluent).

08

### Especialización integral

---

Con esta titulación universitaria, los ingenieros obtendrán una visión integral sobre el modelado, la simulación y el análisis de fenómenos fluidodinámicos empleando las herramientas computacionales más avanzadas. De esta forma, los profesionales estarán capacitados para solucionar problemas complejos y realizarán las simulaciones del comportamiento de los fluidos más precisas.

09

### Formar parte de una comunidad exclusiva

---

Al estudiar con TECH, el alumnado tendrá a su alcance a una comunidad académica de primer nivel. Todo ello gracias a la red de contactos, convenios y colaboradores internacionales que la mejor universidad online del mundo tiene en sus manos.



# 06

## Salidas profesionales

Este programa universitario está orientado a profesionales de la Ingeniería que buscan abrirse paso a nuevos caminos profesionales. En este sentido, la Mecánica de Fluidos Computacional es una disciplina altamente demandada por compañías de diferentes industrias, que abarcan desde la automotriz hasta la aeroespacial o de construcción. Por eso, esta Maestría proporcionará al alumnado las habilidades que necesitan para desarrollar y validar modelos de simulación en cualquier sector.

*Upgrading...*





“

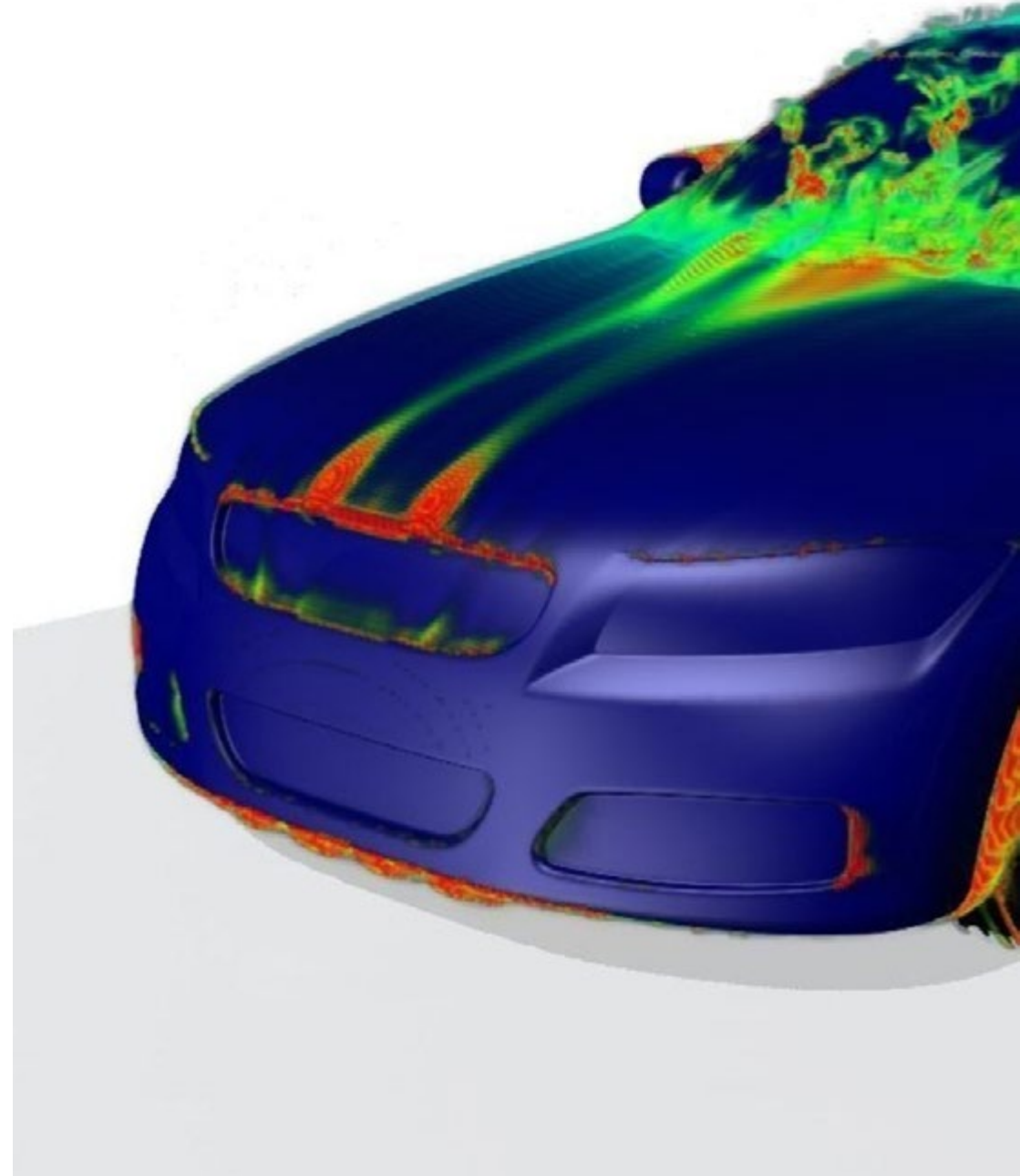
*¿Buscas convertirte en un reconocido Ingeniero de Fluidos Computacionales? Esta innovadora Maestría te ayudará a conseguirlo”*

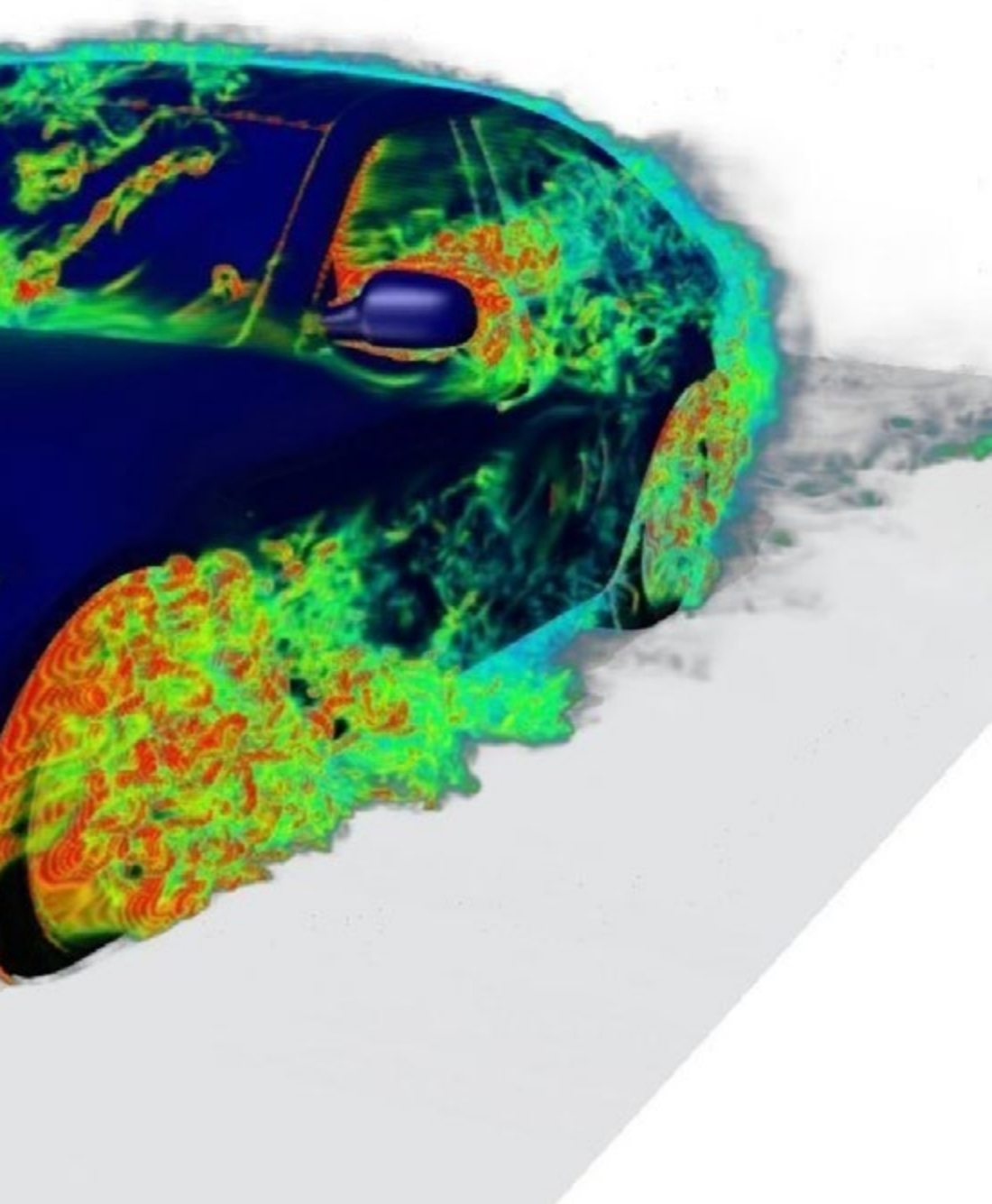
### Perfil profesional

El egresado de esta Maestría será un profesional competente y hábil para desempeñarse, de manera responsable y efectiva, en una variedad de sectores profesionales (entre los que se incluyen empresas dedicadas a las Energías Renovables, diseño de vehículos o procesamiento de alimentos, entre otros). Asimismo, los expertos podrán trabajar como consultores independientes para brindar soluciones especializadas en simulación y análisis de fluidos para una variedad de clientes.

### Perfil investigativo

La Mecánica de Fluidos Computacional es un área de investigación activa y en constante evolución. Tras la finalización de esta Maestría, los profesionales estarán elevadamente cualificados para colaborar en instituciones de investigación, laboratorios e incluso centros de desarrollo computacional. De esta forma, los expertos podrán contribuir a realizar investigaciones avanzadas que contribuyan tanto al avance del conocimiento científico como tecnológicos.





### Perfil ocupacional y campo de acción

Tras el logro de los objetivos de especialización planteados en este programa, los egresados tendrán la capacidad de planificar, dirigir, gestionar y mejorar los procesos de pensamiento crítico, análisis de situaciones y elaboración de respuestas eficientes innovadoras que ayuden a mejorar de forma exponencial en el ámbito de la Mecánica de Fluidos Computacional.

El egresado de TECH en Mecánica de Fluidos Computacional estará preparado para desempeñar los siguientes puestos de trabajo:

- Ingeniero de Investigación y Desarrollo (I+D)
- Especialista en Diseño
- Ingeniero de Optimización de Procesos
- Responsable de Control de Calidad
- Experto en Simulación y Análisis
- Consultor en Ingeniería



*Amplía tus posibilidades de crecimiento profesional con esta Maestría en Mecánica de Fluidos Computacional"*

# 07

## Idiomas gratuitos

Convencidos de que la formación en idiomas es fundamental en cualquier profesional para lograr una comunicación potente y eficaz, TECH ofrece un itinerario complementario al plan de estudios curricular, en el que el alumno, además de adquirir las competencias de la Maestría, podrá aprender idiomas de un modo sencillo y práctico.



“

*TECH te incluye el estudio de idiomas en la Maestría de forma ilimitada y gratuita”*



En el mundo competitivo actual, hablar otros idiomas forma parte clave de nuestra cultura moderna. Hoy en día, resulta imprescindible disponer de la capacidad de hablar y comprender otros idiomas, además de lograr un título oficial que acredite y reconozca las competencias lingüísticas adquiridas. De hecho, ya son muchos los colegios, las universidades y las empresas que solo aceptan a candidatos que certifican su nivel mediante un título oficial en base al Marco Común Europeo de Referencia para las Lenguas (MCER).

El Marco Común Europeo de Referencia para las Lenguas es el máximo sistema oficial de reconocimiento y acreditación del nivel del alumno. Aunque existen otros sistemas de validación, estos proceden de instituciones privadas y, por tanto, no tienen validez oficial. El MCER establece un criterio único para determinar los distintos niveles de dificultad de los cursos y otorga los títulos reconocidos sobre el nivel de idioma que se posee.

En TECH se ofrecen los únicos cursos intensivos de preparación para la obtención de certificaciones oficiales de nivel de idiomas, basados 100% en el MCER. Los 48 Cursos de Preparación de Nivel Idiomático que tiene la Escuela de Idiomas de TECH están desarrollados en base a las últimas tendencias metodológicas de aprendizaje en línea, el enfoque orientado a la acción y el enfoque de adquisición de competencia lingüística, con la finalidad de preparar los exámenes oficiales de certificación de nivel.

El estudiante aprenderá, mediante actividades en contextos reales, la resolución de situaciones cotidianas de comunicación en entornos simulados de aprendizaje y se enfrentará a simulacros de examen para la preparación de la prueba de certificación de nivel.



*Solo el coste de los Cursos de Preparación de idiomas y los exámenes de certificación, que puedes llegar a hacer gratis, valen más de 3 veces el precio de la Maestría"*





“ 48 Cursos de Preparación de Nivel para la certificación oficial de 8 idiomas en los niveles MCRL A1,A2, B1, B2, C1 y C2”



TECH incorpora, como contenido extracurricular al plan de estudios oficial, la posibilidad de que el alumno estudie idiomas, seleccionando aquellos que más le interesen de entre la gran oferta disponible:

- Podrá elegir los Cursos de Preparación de Nivel de los idiomas y nivel que desee, de entre los disponibles en la Escuela de Idiomas de TECH, mientras estudie la Maestría, para poder prepararse el examen de certificación de nivel
- En cada programa de idiomas tendrá acceso a todos los niveles MCER, desde el nivel A1 hasta el nivel C2
- Cada año podrá presentarse a un examen telepresencial de certificación de nivel, con un profesor nativo experto. Al terminar el examen, TECH le expedirá un certificado de nivel de idioma
- Estudiar idiomas NO aumentará el coste del programa. El estudio ilimitado y la certificación anual de cualquier idioma están incluidas en la Maestría



08

# Metodología

Este programa de capacitación ofrece una forma diferente de aprender. Nuestra metodología se desarrolla a través de un modo de aprendizaje de forma cíclica: **el Relearning**.

Este sistema de enseñanza es utilizado, por ejemplo, en las facultades de medicina más prestigiosas del mundo y se ha considerado uno de los más eficaces por publicaciones de gran relevancia como el ***New England Journal of Medicine***.





“

*Descubre el Relearning, un sistema que abandona el aprendizaje lineal convencional para llevarte a través de sistemas cíclicos de enseñanza: una forma de aprender que ha demostrado su enorme eficacia, especialmente en las materias que requieren memorización”*



## Estudio de Caso para contextualizar todo el contenido

Nuestro programa ofrece un método revolucionario de desarrollo de habilidades y conocimientos. Nuestro objetivo es afianzar competencias en un contexto cambiante, competitivo y de alta exigencia.

“ Con TECH podrás experimentar una forma de aprender que está moviendo los cimientos de las universidades tradicionales de todo el mundo ”



Accederás a un sistema de aprendizaje basado en la reiteración, con una enseñanza natural y progresiva a lo largo de todo el temario.



*El alumno aprenderá, mediante actividades colaborativas y casos reales, la resolución de situaciones complejas en entornos empresariales reales.*

### Un método de aprendizaje innovador y diferente

El presente programa de TECH es una enseñanza intensiva, creada desde 0, que propone los retos y decisiones más exigentes en este campo, ya sea en el ámbito nacional o internacional. Gracias a esta metodología se impulsa el crecimiento personal y profesional, dando un paso decisivo para conseguir el éxito. El método del caso, técnica que sienta las bases de este contenido, garantiza que se sigue la realidad económica, social y profesional más vigente.

“*Nuestro programa te prepara para afrontar nuevos retos en entornos inciertos y lograr el éxito en tu carrera*”

El método del caso ha sido el sistema de aprendizaje más utilizado por las mejores facultades del mundo. Desarrollado en 1912 para que los estudiantes de Derecho no solo aprendiesen las leyes a base de contenidos teóricos, el método del caso consistió en presentarles situaciones complejas reales para que tomaran decisiones y emitieran juicios de valor fundamentados sobre cómo resolverlas. En 1924 se estableció como método estándar de enseñanza en Harvard.

Ante una determinada situación, ¿qué debería hacer un profesional? Esta es la pregunta a la que te enfrentamos en el método del caso, un método de aprendizaje orientado a la acción.

A lo largo del programa, los estudiantes se enfrentarán a múltiples casos reales. Deberán integrar todos sus conocimientos, investigar, argumentar y defender sus ideas y decisiones.

## Relearning Methodology

TECH aúna de forma eficaz la metodología del Estudio de Caso con un sistema de aprendizaje 100% online basado en la reiteración, que combina 8 elementos didácticos diferentes en cada lección.

Potenciamos el Estudio de Caso con el mejor método de enseñanza 100% online: el Relearning.

*En 2019 obtuvimos los mejores resultados de aprendizaje de todas las universidades online en español en el mundo.*

En TECH se aprende con una metodología vanguardista concebida para capacitar a los directivos del futuro. Este método, a la vanguardia pedagógica mundial, se denomina Relearning.

Nuestra universidad es la única en habla hispana licenciada para emplear este exitoso método. En 2019, conseguimos mejorar los niveles de satisfacción global de nuestros alumnos (calidad docente, calidad de los materiales, estructura del curso, objetivos...) con respecto a los indicadores de la mejor universidad online en español.





En nuestro programa, el aprendizaje no es un proceso lineal, sino que sucede en espiral (aprender, desaprender, olvidar y reaprender). Por eso, se combinan cada uno de estos elementos de forma concéntrica. Con esta metodología se han capacitado más de 650.000 graduados universitarios con un éxito sin precedentes en ámbitos tan distintos como la bioquímica, la genética, la cirugía, el derecho internacional, las habilidades directivas, las ciencias del deporte, la filosofía, el derecho, la ingeniería, el periodismo, la historia o los mercados e instrumentos financieros. Todo ello en un entorno de alta exigencia, con un alumnado universitario de un perfil socioeconómico alto y una media de edad de 43,5 años.

*El Relearning te permitirá aprender con menos esfuerzo y más rendimiento, implicándote más en tu capacitación, desarrollando el espíritu crítico, la defensa de argumentos y el contraste de opiniones: una ecuación directa al éxito.*

A partir de la última evidencia científica en el ámbito de la neurociencia, no solo sabemos organizar la información, las ideas, las imágenes y los recuerdos, sino que sabemos que el lugar y el contexto donde hemos aprendido algo es fundamental para que seamos capaces de recordarlo y almacenarlo en el hipocampo, para retenerlo en nuestra memoria a largo plazo.

De esta manera, y en lo que se denomina Neurocognitive context-dependent e-learning, los diferentes elementos de nuestro programa están conectados con el contexto donde el participante desarrolla su práctica profesional.



Este programa ofrece los mejores materiales educativos, preparados a conciencia para los profesionales:



#### Material de estudio

Todos los contenidos didácticos son creados por los especialistas que van a impartir el curso, específicamente para él, de manera que el desarrollo didáctico sea realmente específico y concreto.

Estos contenidos son aplicados después al formato audiovisual, para crear el método de trabajo online de TECH. Todo ello, con las técnicas más novedosas que ofrecen piezas de gran calidad en todos y cada uno los materiales que se ponen a disposición del alumno.



#### Clases magistrales

Existe evidencia científica sobre la utilidad de la observación de terceros expertos.

El denominado Learning from an Expert afianza el conocimiento y el recuerdo, y genera seguridad en las futuras decisiones difíciles.



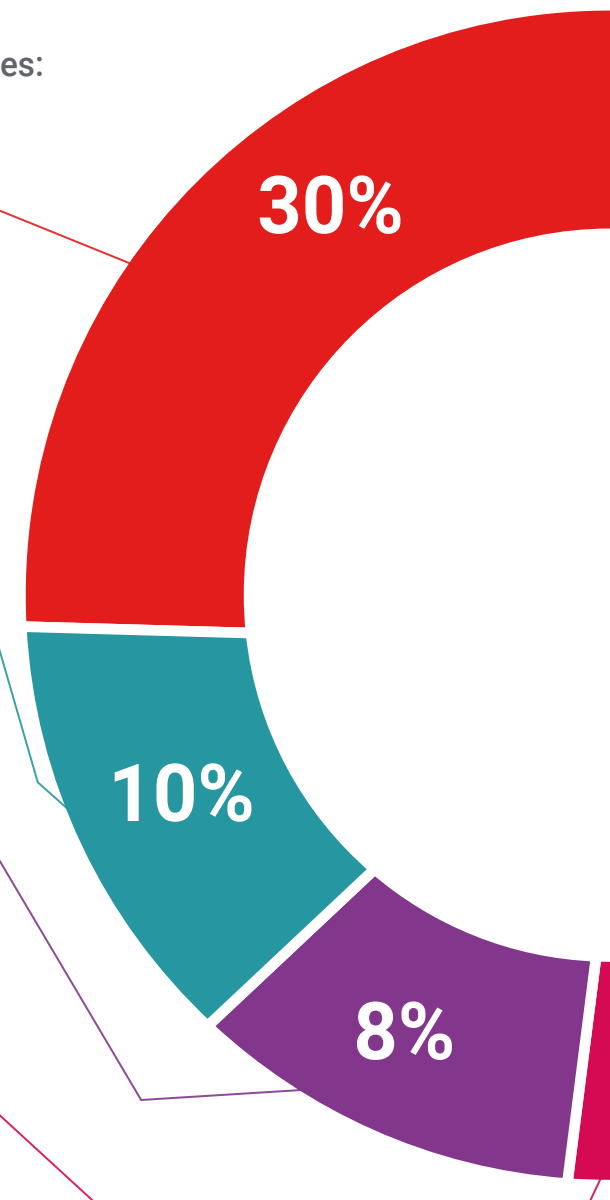
#### Prácticas de habilidades y competencias

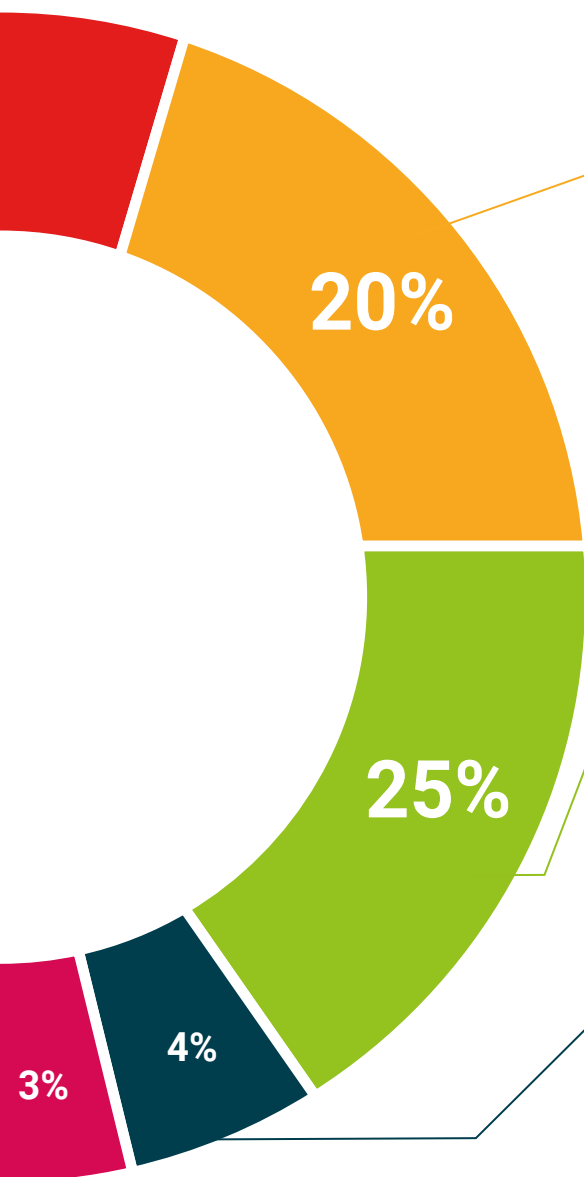
Realizarán actividades de desarrollo de competencias y habilidades específicas en cada área temática. Prácticas y dinámicas para adquirir y desarrollar las destrezas y habilidades que un especialista precisa desarrollar en el marco de la globalización que vivimos.



#### Lecturas complementarias

Artículos recientes, documentos de consenso y guías internacionales, entre otros. En la biblioteca virtual de TECH el estudiante tendrá acceso a todo lo que necesita para completar su capacitación.





#### Case studies

Completarán una selección de los mejores casos de estudio elegidos expresamente para esta titulación. Casos presentados, analizados y tutorizados por los mejores especialistas del panorama internacional.



#### Resúmenes interactivos

El equipo de TECH presenta los contenidos de manera atractiva y dinámica en píldoras multimedia que incluyen audios, vídeos, imágenes, esquemas y mapas conceptuales con el fin de afianzar el conocimiento.

Este exclusivo sistema educativo para la presentación de contenidos multimedia fue premiado por Microsoft como "Caso de éxito en Europa".



#### Testing & Retesting

Se evalúan y reevalúan periódicamente los conocimientos del alumno a lo largo del programa, mediante actividades y ejercicios evaluativos y autoevaluativos para que, de esta manera, el estudiante compruebe cómo va consiguiendo sus metas.



# 09

## Dirección del curso

En consonancia con su filosofía de ofrecer titulaciones universitarias de elevada calidad y aplicabilidad al mercado laboral, TECH realiza un exhaustivo proceso de selección para conformar sus claustros docentes. Para el diseño e impartición de esta Maestría, cuenta con los servicios de auténticos expertos en el ámbito de la Mecánica de Fluidos Computacional. Estos profesionales poseen un amplio bagaje profesional, donde han formado parte de reconocidas instituciones tecnológicas. Gracias a esto, han diseñado una mirada de contenidos académicos que servirá al alumnado para dar un paso adelante en su carrera laboral.



“

*Estarás asesorado en todo momento  
por el equipo docente, conformado con  
profesionales con gran experiencia en  
la Mecánica de Fluidos Computacional”*



## Dirección



### **Dr. García Galache, José Pedro**

- ♦ Ingeniero de Desarrollo en XFlow en Dassault Systèmes
- ♦ Doctor en Ingeniería Aeronáutica por la Universidad Politécnica de Valencia
- ♦ Licenciado en Ingeniería Aeronáutica por la Universidad Politécnica de Valencia
- ♦ Máster en Investigación en Mecánica de Fluidos por The von Karman Institute for Fluid Dynamics
- ♦ Short Training Programme en The von Karman Institute for Fluid Dynamics

## Profesores

### Dr. Espinoza Vásquez, Daniel

- ♦ Consultor Ingeniero Aeronáutico en Alten SAU
- ♦ Consultor Autónomo en CFD y programación
- ♦ Especialista en CFD en Particle Analytics Limited
- ♦ Research Assistant en la Universidad de Strathclyde
- ♦ Teaching Assistant en Mecánica de Fluidos en la Universidad de Strathclyde
- ♦ Doctor en Ingeniería Aeronáutica por la Universidad de Strathclyde
- ♦ Máster en Mecánica de Fluidos Computacional por Cranfield University
- ♦ Licenciado en Ingeniería Aeronáutica por la Universidad Politécnica de Madrid

### D. Mata Bueso, Enrique

- ♦ Ingeniero Senior de Acondicionamiento Térmico y Aerodinámica en Siemens Gamesa
- ♦ Ingeniero de Aplicación y Gestor de I+D CFD en Dassault Systèmes
- ♦ Ingeniero de Acondicionamiento Térmico y Aerodinámica en Gamesa-Altran
- ♦ Ingeniero de Fatiga y Tolerancia al Daño en Airbus-Atos
- ♦ Ingeniero CFD de I+D en la UPM
- ♦ Ingeniero Técnico Aeronáutico con especialidad en Aeronaves por la UPM
- ♦ Máster en Ingeniería Aeroespacial por el Royal Institute of Technology de Estocolmo

### Dña. Pérez Tainta, Maider

- ♦ Ingeniera de Fluidificación de Cemento en Kemex Ingesoa
- ♦ Ingeniera de Procesos en JM Jauregui
- ♦ Investigadora en la Combustión de Hidrógeno en Ikerlan
- ♦ Ingeniera Mecánica en Idom
- ♦ Graduada en Ingeniería Mecánica por la Universidad del País Vasco
- ♦ Máster Universitario en Ingeniería Mecánica
- ♦ Máster Interuniversitario en Mecánica de Fluidos
- ♦ Curso de Programación en Python



*Una experiencia de capacitación única,  
clave y decisiva para impulsar tu  
desarrollo profesional"*

# 10

## Requisitos de acceso y proceso de admisión

El proceso de admisión de TECH es el más sencillo de las universidades en línea en todo el país. Podrás comenzar la maestría sin trámites ni demoras: empieza a preparar la documentación y entrégala más adelante, sin premuras. Lo más importante para TECH es que los procesos administrativos, para ti, sean sencillos y no te ocasionen retrasos, ni incomodidades.



“

*Ayudándote desde el inicio, TECH ofrece el procedimiento de admisión más sencillo y rápido de todas las universidades en línea del país”*



### Requisitos de acceso

Para poder acceder a los estudios de Maestría en Mecánica de Fluidos Computacional es necesario haber concluido una Licenciatura en un área del conocimiento relacionada con: Informática, Ingeniería en Sistemas, Ingeniería de Sistemas Computacionales, Tecnologías y Sistemas de la Información y la Comunicación, Inteligencia Artificial Ciencias de Datos, Ingeniería Mecánica, Ingeniería Mecatrónica, y/o áreas afines. En caso de que el alumno no cuente con un título en el área mencionada, deberá acreditar documentalmente que cuenta con un mínimo de 4 años de experiencia en el área. Puede consultar requisitos establecidos en el Reglamento de TECH.

### Proceso de admisión

Para TECH es del todo fundamental que, en el inicio de la relación académica, el alumno esté centrado en el proceso de enseñanza, sin demoras ni preocupaciones relacionadas con el trámite administrativo. Por ello, se ha creado un procedimiento más sencillo en el que podrá concentrarse, desde el primer momento en su formación, contando con un plazo mucho mayor de tiempo para la entrega de la documentación pertinente.

De esta manera, el estudiante podrá incorporarse al curso académico sin esperas. Posteriormente, se le informará del momento en el que se podrán ir enviando los documentos, a través del campus virtual, de manera muy práctica, cómoda y rápida. Solo se deberán subir en el sistema para considerarse enviados, sin traslados ni pérdidas de tiempo.

Todos los documentos facilitados deberán ser rigurosamente válidos y estar en vigor en el momento de subirlos.



*Ingresa al programa de maestría de forma rápida y sin complicarte en trámites administrativos. Para que empieces a capacitarte desde el primer momento"*



En cada caso, los documentos que debes tener listos para cargar en el campus virtual son:

### Estudiantes con estudios universitarios realizados en México

Deberán subir al Campus Virtual, escaneados con calidad suficiente para su lectura, los siguientes documentos:

- ♦ Copia digitalizada del documento que ampare la identidad legal del alumno: acta de nacimiento, carta de naturalización, acta de reconocimiento, acta de adopción, Cédula de Identificación Personal o Documento Nacional de Identidad, Pasaporte, Certificado Consular o, en su caso, Documento que demuestre el estado de refugiado
- ♦ Copia digitalizada de la Clave Única de Registro de Población (CURP)
- ♦ Copia digitalizada de Certificado de Estudios Totales de Licenciatura legalizado
- ♦ Copia digitalizada del título legalizado

En caso de haber estudiado la licenciatura fuera de México, consulta con tu asesor académico. Se requerirá documentación adicional en casos especiales, como inscripciones a la maestría como opción de titulación o que no cuenten con el perfil académico que el plan de estudios requiera. Tendrás un máximo de 2 meses para cargar todos estos documentos en el campus virtual.

*Es del todo necesario que atestigües que todos los documentos que nos facilites son verdaderos y mantienen su vigencia en el momento en que los envías.*

### Estudiantes con estudios universitarios realizados fuera de México

Deberán subir al Campus Virtual, escaneados con calidad suficiente para su lectura, los siguientes documentos:

- ♦ Copia digitalizada del documento que ampare la identidad legal del alumno: acta de nacimiento, carta de naturalización, acta de reconocimiento, acta de adopción, Cédula de Identificación Personal o Documento Nacional de Identidad, Pasaporte, Certificado Consular o, en su caso, Documento que demuestre el estado de refugiado
- ♦ Copia digitalizada del Título, Diploma o Grado Académico oficiales de Licenciatura que ampare los estudios realizados en el extranjero
- ♦ Copia digitalizada del Certificado de Estudios de Licenciatura. En el que aparezcan las asignaturas con las calificaciones de los estudios cursados, que describan las unidades de aprendizaje, periodos en que se cursaron y calificaciones obtenidas

Se requerirá documentación adicional en casos especiales como inscripciones a maestría como opción de titulación o que no cuenten con el perfil académico que el plan de estudios requiera. Tendrás un máximo de 2 meses para cargar todos estos documentos en el campus virtual.

# 11

## Titulación

Este programa te permite alcanzar la titulación de Maestría en Mecánica de Fluidos Computacional obteniendo un título universitario válido por la Secretaría de Educación Pública, y si gustas, la Cédula Profesional de la Dirección General de Profesiones.





“

*Supera con éxito este programa y recibe tu titulación universitaria sin desplazamientos ni farragosos trámite”*



Este programa te permite alcanzar el grado de **Maestría en Mecánica de Fluidos Computacional**, obteniendo un reconocimiento universitario oficial válido tanto en tu país como de modo internacional.

Los títulos de la Universidad TECH están reconocidos por la Secretaría de Educación Pública (SEP). Este plan de estudios se encuentra incorporado al Sistema Educativo Nacional, con fecha 04 de ABRIL de 2024 y número de acuerdo de Registro de Validez Oficial de Estudios (RVOE): .

Puedes consultar la validez de este programa en el acuerdo de Registro de Validez Oficial de Estudios: **RVOE Maestría en Mecánica de Fluidos Computacional**.

Para más información sobre qué es el RVOE puedes consultar [aquí](#):



Titulación: **Maestría en Mecánica de Fluidos Computacional**

Nº de RVOE: **20240722**

Fecha de RVOE: **12/04/2024**

Modalidad: **100% en línea**

Duración: **20 meses**

Para recibir el presente título no será necesario realizar ningún trámite.

TECH Universidad Tecnológica realizará todas las gestiones oportunas ante las diferentes administraciones públicas en su nombre, para hacerle llegar a su domicilio:

- ♦ Grado de la Maestría
- ♦ Certificado total de estudios
- ♦ Cédula Profesional

Si requiere que cualquiera de estos documentos le lleguen apostillados a su domicilio, póngase en contacto con su asesor académico.

TECH Universidad Tecnológica se hará cargo de todos los trámites.





Nº de RVOE: 20240722

**Maestría**  
**Mecánica de Fluidos**  
**Computacional**

Idioma: **Español**

Modalidad: **100% en línea**

Duración: **20 meses**

Fecha acuerdo RVOE: **12/04/2024**

# Maestría Mecánica de Fluidos Computacional

Nº de RVOE: 20240722

**RVOE**

EDUCACIÓN SUPERIOR

