



UNIVERSIDAD NACIONAL DE ASUNCIÓN  
FACULTAD POLITÉCNICA  
CONSEJO DIRECTIVO

Campus de la UNA  
SAN LORENZO-PARAGUAY

RESOLUCIÓN 25/19/42-00  
ACTA 1227/08/09/2025

**"POR LA CUAL SE APRUEBA EL PROGRAMA DE ESTUDIO DE LA ASIGNATURA BIOMECÁNICA DE FLUIDOS, DE LA CARRERA INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA – PLAN 2026, SEDE SAN LORENZO"**

**VISTO:** El Memorando DA/1796/2025 del Director Académico de la FP-UNA, Prof. MSc. Felipe Santiago Uzabal Escurra, con el cual remite el Memorando CCPTCC/032/2025 de la Comisión Coordinadora del Proyecto de Transformación Curricular de Carreras de Grado de la FP-UNA, en el que presenta la propuesta de Programas de Estudio de las Asignaturas de la Carrera Ingeniería en Electrónica.

**CONSIDERANDO:** La Ley 4995/2013 de Educación Superior, el Estatuto de la Universidad Nacional de Asunción y las deliberaciones sobre el tema.

Que la Comisión Coordinadora del Proyecto de Transformación Curricular de Carreras de Grado, solicita la aprobación del Programa de Estudio de la asignatura **"Biomecánica de Fluidos"**, de la carrera Ingeniería en Electrónica – Plan 2026.

Que los programas fueron elaborados conforme a las disposiciones establecidas por el Consejo Nacional de Educación Superior (CONES) en materia de **créditos académicos**, según lo dispuesto en la Resolución CONES N.º 221/2024, que regula el *Sistema de Créditos Académicos – Paraguay* y los criterios para su publicación en las carreras de grado.

**EL CONSEJO DIRECTIVO DE LA FACULTAD POLITÉCNICA  
RESUELVE:**

**25/19/42-01** APROBAR el Programa de Estudio de la Asignatura **"Biomecánica de Fluidos"**, de la carrera Ingeniería en Electrónica – Plan 2026, Sede San Lorenzo, detallado en el ANEXO 30 de la presente Acta.

**25/19/42-02** COMUNICAR, copiar y archivar.

Prof. Abg. Joel Arsenio Benítez Santacruz  
Secretario

Prof. Ing. Silvia Teresa Leiva León, MSc.  
Presidenta





Campus de la UNA  
SAN LORENZO-PARAGUAY

UNIVERSIDAD NACIONAL DE ASUNCIÓN  
FACULTAD POLITÉCNICA  
CONSEJO DIRECTIVO

Resolución 25/19/42-00 Acta 1227/08/09/2025  
ANEXO 30

DEPARTAMENTO DE ENSEÑANZA DE CIENCIAS BÁSICAS  
PROGRAMA DE ASIGNATURA

I. IDENTIFICACIÓN

Nivel	Grado								
Asignatura	Biomecánica de Fluidos								
Carrera	Plan	Sede/Filial	Carácter	Semestre	Prerrequisitos				
Ingeniería en Electrónica	2026	Sede San Lorenzo	Obligatoria	Séptimo	Anatomía y Fisiología Aplicada a la Ingeniería.				
Semanal					Periodo				
HT	HP	HTD	HTI	HS	PA	THTD	THTI	THA	CA-PY
3	1	4	4	8	18	72	72	144	5

\*HT: Horas Teóricas semanales.

\*HP: Horas Prácticas semanales.

\*HTD: Horas semanales de Trabajo académico con acompañamiento Docente.

\*HTI: Horas semanales de Trabajo académico Independiente del estudiante.

\*HS: Horas Semanales (HTD+HTI).

\*PA: Periodo Académico en semanas.

\* THTD: Total de Horas de Trabajo académico con acompañamiento Docente (HTD\*PA).

\* THTI: Total de Horas de Trabajo académico Independiente del estudiante (HTI\*PA).

\* THA: Total de Horas de trabajo Académico (THTD+THTI).

\* CA-PY: Créditos académicos de la asignatura.

II. FUNDAMENTACIÓN

Estudiar la materia de Biomecánica de Fluidos en la carrera de Ingeniería en Electrónica se alinea con el perfil de egreso y en particular con la orientación en Electrónica Médica es fundamental para comprender cómo los principios de la mecánica de fluidos se aplican en el diagnóstico y tratamiento de condiciones cardiovasculares y en el diseño de dispositivos biomédicos. La biomecánica de fluidos ofrece a los futuros ingenieros biomédicos las bases para analizar cómo se comportan los fluidos corporales, principalmente la sangre, en diversas condiciones fisiológicas y patológicas, lo que es crucial para diseñar e implementar tecnologías médicas seguras y eficaces.

El enfoque de la asignatura es teórico-práctico y se desarrolla en cinco unidades:

1. Fundamentos de Mecánica de Fluidos en Ingeniería Biomédica: Esta unidad proporciona los conocimientos básicos de cómo los principios de la mecánica de fluidos se aplican en contextos biomédicos, desde el flujo sanguíneo hasta la interacción de fluidos en el cuerpo y en dispositivos médicos.
2. Propiedades de los fluidos y reología de fluidos corporales: Estudiar la reología y las propiedades de los fluidos corporales permite a los estudiantes comprender las características de fluidos como la sangre y su comportamiento en distintas circunstancias, lo cual es fundamental para predecir su comportamiento en dispositivos y en el cuerpo.
3. Variación de características de la sangre en función de patologías: Esta unidad ayuda a los estudiantes a identificar cómo enfermedades cardiovasculares alteran las propiedades de la sangre y cómo estas alteraciones impactan el diseño y operación de dispositivos médicos, como bombas y válvulas.
4. Mecanismos de transporte de la sangre en dispositivos biomédicos: Los estudiantes aprenden cómo los dispositivos biomédicos, como los sistemas de asistencia ventricular y las bombas



de circulación extracorpórea, manejan el flujo de la sangre, entendiendo sus características de transporte y sus efectos en la sangre y en el paciente.

5. Principio de funcionamiento de dispositivos para el tratamiento de afecciones circulatorias: Conocer el funcionamiento de dispositivos como las máquinas de diálisis, los oxigenadores extracorpóreos y otros equipos es crucial para entender cómo estos mecanismos interactúan con el flujo sanguíneo, manteniendo el funcionamiento adecuado del cuerpo en pacientes con problemas circulatorios.

Estudiar estos contenidos permite a los estudiantes de ingeniería biomédica aplicar conceptos de mecánica de fluidos en contextos clínicos, comprendiendo los principios físicos que sustentan el diseño y funcionamiento de dispositivos médicos. Esto no solo es esencial para garantizar la seguridad y eficacia en la atención médica, sino también para impulsar la innovación en el desarrollo de tecnologías que mejoren la calidad de vida de los pacientes con condiciones cardiovasculares y otras patologías relacionadas.

### III. COMPETENCIAS DEL PERFIL DE EGRESO ASOCIADAS

1. Liderar y trabajar en equipo con eficacia y responsabilidad tomando decisiones basadas en evidencias.
2. Aplicar en la práctica profesional los valores humanos, la ética y los mecanismos de seguridad laboral.
3. Actuar proactivamente frente a los problemas sociales y ambientales.
4. Adaptarse respetuosamente a contextos nuevos o adversos, así como a diversidades personales, disciplinarias y culturales.
5. Actualizarse permanentemente mediante la obtención y gestión autónoma de información de calidad, utilizando tecnología de la información y comunicación.
6. Evaluar el comportamiento de diversos fenómenos disciplinarios e interdisciplinarios relacionados con la ingeniería electrónica con una visión de sistema mediante modelos teóricos validados y actualizados, capaces de abarcálos integralmente en un contexto de incertidumbre.
7. Seleccionar, utilizar y construir instrumentos innovadores asociados al ejercicio de la ingeniería electrónica.
8. Adquirir, aplicar, producir y difundir conocimientos técnicos y científicos en el área de la ingeniería electrónica.
9. Planificar, proyectar, diseñar y ejecutar proyectos sostenibles e integrales para la resolución de problemas, la mejora y la innovación en el ámbito de la ingeniería electrónica.
10. Interpretar, modelar y comunicar información, relacionada a la ingeniería electrónica, en forma gráfica.

### IV. ORGANIZACIÓN DE LA ASIGNATURA

Unidades	Contenidos	Resultados de aprendizaje
1. Fundamentos de la Mecánica de Fluidos aplicados a la Ingeniería Biomédica.	1.1. Densidad. 1.2. Presión en un fluido y presión atmosférica. 1.3. Presión, profundidad y Ley de Pascal. 1.4. Presión absoluta y manométrica. Medidor de presión. 1.5. Flotación y densidad. 1.6. Tensión superficial.	1. Desglosa los conceptos fundamentales de la mecánica de fluidos. 2. Evalúa los fluidos en distintos contextos utilizando ecuaciones de continuidad y Bernoulli.



Unidades	Contenidos	Resultados de aprendizaje
	1.7. Flujo de un fluido. Línea de flujo. 1.8. Flujo estable y línea de corriente. 1.9. Ecuación de continuidad. Medidor de Venturi. 1.10. Ecuación de Bernoulli. 1.11. Flujo de un fluido viscoso en un tubo. 1.12. Turbulencias.	
2. Propiedades de los fluidos y Reología de fluidos corporales.	2.1. Características de un fluido viscoso. 2.2. Propiedad Elasticidad 2.3. Propiedad Viscosa 2.4. Propiedad Viscoelástica. 2.5. Propiedades de fluidos corporales. 2.6. Densidad, Viscosidad, Tensión Superficial, Compresibilidad.	1. Evalúa las propiedades físicas y mecánicas de los fluidos corporales y su relevancia en sistemas biomédicos.
3. Variación de las características de la sangre a partir de patologías del sistema circulatorio.	3.1. Variaciones en el flujo, presión arterial, distensibilidad de los vasos, obstrucción de vasos. 3.2. Principio de funcionamiento de dispositivos biomédicos para el tratamiento de afecciones.	1. Evalúa cómo las variaciones en el flujo sanguíneo, presión arterial, y distensibilidad de los vasos impactan en el diseño y funcionamiento de dispositivos biomédicos.
4. Mecanismos de transporte de la sangre en dispositivos biomédicos y sus características.	4.1. Implicaciones para el diseño de dispositivos. 4.2. Interacción Sangre-Dispositivo. 4.3. Daño a células sanguíneas y a proteínas debido al contacto con superficies y flujo. 4.4. Evaluación de factores que afectan la biocompatibilidad, como materiales y superficies. 4.5. Optimización de la geometría de dispositivos para minimizar efectos negativos.	1. Distingue la interacción entre la sangre y los dispositivos biomédicos para evaluar su biocompatibilidad. 2. Optimiza el diseño y la geometría de dispositivos biomédicos para minimizar efectos negativos en los componentes de la sangre.
5. Principio de funcionamiento de dispositivos biomédicos para el	5.1. Dispositivos Biomédicos en la Circulación Sanguínea. 5.2. Tipos de dispositivos: 5.2.1. Válvulas cardíacas.	1. Describe el funcionamiento y aplicaciones de dispositivos biomédicos en la circulación sanguínea.



Unidades	Contenidos	Resultados de aprendizaje
tratamiento de afecciones en el movimiento de la sangre en el cuerpo humano.	5.2.2. Prótesis vasculares. 5.2.3. Dispositivos de asistencia ventricular (VAD). 5.2.4. Oxigenadores de membrana. 5.3. Mecanismos de funcionamiento y transporte en cada dispositivo. 5.4. Casos clínicos y aplicaciones específicas de cada tipo de dispositivo. 5.5. Herramientas y técnicas para la simulación del flujo sanguíneo en dispositivos biomédicos.	2. Utiliza herramientas y técnicas de simulación para analizar el flujo sanguíneo en dispositivos biomédicos.

## V. ESTRATEGIAS DIDÁCTICAS

En el desarrollo del programa se aplicarán estrategias didácticas conducentes a la apropiación teórica y la ejecución práctica de la Biomecánica de Fluidos, a saber:

- **Clases Magistrales:** Exposición por parte del docente de los conceptos básicos por unidad, con materiales de lectura y ejemplos orientados a la enseñanza de las competencias específicas de la asignatura. Se promoverá el debate a través de preguntas sobre lo expuesto y desde la participación de los estudiantes.
- **Trabajos individuales y/o grupales:** orientadas especialmente a enriquecer los contenidos de cada unidad utilizando materiales didácticos dispuestos en el aula virtual y aplicados en las clases presenciales mediante el análisis de los planteamientos prácticos y/o investigativos sobre casos de uso/aplicaciones prácticas.
- **Prácticas de Laboratorio:** Se realizarán prácticas de laboratorio enfocados en el entendimiento práctico del contenido pragmático de la asignatura utilizando instrumentación de laboratorio y las técnicas para contrastar con los resultados teóricos y/o los resultados obtenidos mediante los simuladores, orientados al cumplimiento de los resultados de aprendizaje de cada unidad.

La elección particular de la estrategia didáctica aplicada será explícita en el Planeamiento de la Asignatura, de acuerdo con el perfil de los estudiantes, los recursos disponibles y el contexto educativo, a excepción de las prácticas de laboratorio que tienen un carácter obligatorio en esta asignatura.

## VI. ESTRATEGIAS EVALUATIVAS

Evaluaciones parciales y finales, tareas de resolución de ejercicio, trabajos prácticos individual y/o grupal, Informes de prácticas de laboratorio.

Con fines de calificación y promoción se aplicará el Reglamento Académico vigente en la institución que prevé valoraciones de proceso y final.



## VII. MEDIOS AUXILIARES

Aula virtual, pizarrón, proyector, marcadores, celulares, computadoras, acceso a internet, hoja de datos técnica de componentes electrónicos, artículos científicos, equipos de laboratorio, simuladores.

## VIII. BIBLIOGRAFÍA

- Cengel, Y. A., & Cimbala, J. M. (2014). Mecánica de Fluidos: Fundamentos y Aplicaciones (3<sup>a</sup> ed.). McGraw-Hill Education.
- De las Heras Jiménez, S. A. (2012). Mecánica de Fluidos en Ingeniería. Iniciativa Digital Politécnica. Disponible en: UPCommons
- Bia, D., et al. (2005). Factores biomecánicos y su influencia en la función cardiovascular. Revista Española de Cardiología, 58(5), 595-602.
- Echeverri, D., Peña, I., Suárez, A., & Cabrales, J. (2016). Hemodinamia e Intervencionismo Cardiovascular: ¿evolución o revolución?. Revista Colombiana de Cardiología, 23(3), 159-162.
- Di Prima, M., et al. (2016). Progreso de la Impresión 3D de Dispositivos Médicos. Revista Mexicana de Ingeniería Biomédica, 37(1), 151-165.
- Faust, M. (2008). Hemispheric differences in processing the literal interpretation of idioms: Converging evidence from behavioral and fMRI studies. Cortex, 44(7), 848-860.

