

## 11. INVESTIGACION

### 11.1 CARGOS Y ACTIVIDADES:

Julio a septiembre, 1967	Ayudante de Investigador, Sección de Investigación de Operaciones, Instituto de Ingeniería, UNAM. Actividades: adaptación al lenguaje Fortran IV de programas para interpolación e integración de acelerogramas.
Enero a diciembre, 1969	Becario del Programa de Formación de Profesores, Departamento de Mecánica de Fluidos, Instituto de Geofísica, UNAM, (Adscrito a la Sección de Hidráulica del Instituto de Ingeniería) Actividades: apoyo en el estudio experimental de vórtices.
Enero, 1970 a diciembre, 1971 Enero a agosto, 1972	Ayudante de Investigador (Becario de la Fundación Ingeniería, A.C.) Investigador "E" de medio tiempo Sección de Hidráulica, Instituto de Ingeniería, UNAM. Actividades: diseño, selección y adaptación de instrumentos y métodos experimentales para el estudio de vórtices de eje vertical.
Septiembre, 1972	Ayudante de Investigación (Becario del CONACYT) Ray W. Herrick Laboratories Department of Mechanical Engineering, Purdue University. Actividades: experimentación en flujos cortantes turbulentos empleando instrumentación diversa, inclusive anemometría de hilo caliente, analizadores de espectros y de Fourier, técnicas espectrales digitales, etc.
Junio, 1976 a agosto, 1980	Profesor Titular "A" de tiempo completo,
Agosto, 1980 a septiembre, 1983 Desde septiembre, 1983	Profesor Titular "B" de tiempo completo, Profesor Titular "C" de tiempo completo, División de Ingeniería Mecánica y Eléctrica y División de Estudios de Posgrado,

	<p>Facultad de Ingeniería, UNAM.          Actividades: dirección de diversos proyectos de investigación en Termodinámica, Mecánica de Fluidos y Transferencia de Calor.</p>
<p>Enero a          sabática)          diciembre, 1987</p>	<p>Profesor Titular "H", de tiempo completo visitante, (estancia sabática)          Facultad de Ingeniería Mecánica, Eléctrica y Electrónica, Universidad de Guanajuato.          Actividades: dirección de varios proyectos de investigación y desarrollo en Ingeniería Térmica (estancia sabática).</p>
<p>Enero a          diciembre, 1990</p>	<p>Investigador Titular "C", de tiempo completo visitante, (estancia sabática)          Centro de Investigación y Asistencia Técnica del Estado de Querétaro, (Sistema SEP-CONACYT)          Actividades: participación en proyectos de ahorro de energía en la industria de procesos, especialmente la industria azucarera.</p>
<p>1 de marzo, 1993          al 15 de octubre,          1997</p>	<p>Profesor Titular "C", de tiempo completo comisionado por el Consejo Técnico al Laboratorio de Energía Solar del Instituto de Investigaciones en Materiales, actualmente Centro de Investigación en Energía de la UNAM, en Temixco, Mor.          Actividades: participación como investigador en proyectos relacionados con Termodinámica Aplicada y con el desarrollo de sistemas concentradores de energía solar.</p>
<p>3 de mayo, 1998          al 24 de enero,          1999</p>	<p>Profesor visitante, de tiempo completo (estancia sabática)          Departamento de Motopropulsión y Fluidotermodinámica          Escuela Técnica Superior de Ingenieros Aeronáuticos          Universidad Politécnica de Madrid          Actividades: participación en proyectos de investigación básica y aplicada en Mecánica de Fluidos y Transferencia de Calor</p>

## 11.2 DESARROLLO DE INFRAESTRUCTURA PARA LA INVESTIGACION EXPERIMENTAL

1. Diseño, selección, adaptación y calibración de instrumentos y métodos experimentales para el estudio de vórtices de eje vertical:
  - a) Instalaciones hidráulicas y neumáticas de laboratorio: tanques y canales de experimentación, tuberías, válvulas, compuertas, etc.
  - b) Medidores diversos de velocidad y flujo: mecánicos y electrónicos  
Instituto de Ingeniería, UNAM, 1969-1972.  
Descripción en: las tesis de licenciatura y de maestría de Jaime Cervantes de Gortari y en publicaciones diversas del Dr. Enzo Levi.
2. Diseño, selección, adaptación y calibración de instrumentos y métodos experimentales para el estudio de flujos cortantes turbulentos:
  - a) Anemometría de hilo caliente.
  - b) Analizadores (analógicos y digitales) de espectros y de Fourier.  
Laboratorios Herrick, Univ. Purdue, 1972-1976.  
Descripción en: publicaciones RI3, CN1, CN2, L3.
3. Diseño, fabricación y pruebas de calibración de instalaciones de laboratorio de Mecánica de Fluidos:
  - a) Túnel de viento de baja capacidad y velocidad fija.
  - b) Túnel de viento de mediana capacidad y velocidad variable.
  - c) Mesa de viento para flujos cortantes.
  - d) Modelos físicos a escala reducida de hornos de calderas.  
Facultad de Ingeniería, UNAM, 1976-1985.  
Descripción en: publicaciones CI2, CN9, CN21, CN24, RI3, CN26, CI9, AN7, AN8, AN9, AN12.
4. Diseño, selección, adaptación y calibración de instrumentos y métodos experimentales para el estudio de flujos laminares y turbulentos diversos:
  - a) Sistemas de visualización.
  - b) Transductores de presión
  - c) Anemometría de hilo caliente.
  - d) Velocimetría de laser-Doppler  
Facultad de Ingeniería, UNAM, 1980-1987.  
Descripción en: publicaciones M1, M2, CN23, RI4, CN17, CN18, D1.
5. Diseño, construcción y pruebas de equipo para laboratorio de ingeniería térmica:
  - a) Aparato para medir la conductividad térmica de muestras sólidas.
  - b) Condensador enfriado por aire.
  - c) Prototipo de secador de cuero.
  - d) Secador de granos en lecho fluidizado.  
Facultad de Ingeniería Mecánica, Eléctrica y Electrónica, Univ. de Guanajuato, 1987-1990.  
Descripción en: publicaciones CN19, CN20, CN25.
6. Diseño, construcción y pruebas de equipo para laboratorio de ingeniería térmica:
  - a) Secador infrarrojo de granos de café.

- b) Secador de bagazo de caña de azúcar en lecho fluidizado.
  - c) Circuito para flujos de aire con partículas en suspensión.  
Facultad de Ingeniería, UNAM, 1980-1990.  
Descripción en: publicaciones CN3, CI3, CN22, RI5, CN14.
7. Diseño, construcción y pruebas de un dispositivo para estudiar flujos radiativos solares:
- a) Soporte y sistema de maniobra.
  - b) Calorímetro de alta temperatura.  
Centro de Investigación en Energía (antes Laboratorio de Energía Solar), UNAM, 1993-1997.  
Descripción en: publicaciones CI14, CI15, CI18, AA47, CI19, CN37, CN35, CN36.

### 11.3 DIRECCIÓN DE PROYECTOS PATROCINADOS

1. "Secado infrarrojo de café", Fondo de Estudios e Investigaciones 'Ricardo J. Zevada', 1984.
2. "Secador de cuero", CONACYT, 1987.
3. "Transferencia de calor en flujos cortantes con partículas en suspensión", Ministerio Alemán de Ciencia y Tecnología, y CONACYT, 1988.
4. "Prospectiva tecnológica del sector energético mexicano", PUE-UNAM, 1990.
5. "Dispositivo para el estudio de flujos radiativos concentrados", PUE-UNAM, 1993.
6. "Programas interactivos de Ingeniería Térmica", DGAPA-UNAM, 1991.
7. "Sistema de enfriamiento de las barras interconectoras de un transformador de potencia", Proyectos Básicos de Ingeniería, S.A. de C.V., 1988.
8. "Mecánica de Fluidos en componentes de motores de combustión interna", PAPIIT-UNAM, 1999.
9. "Bombas de calor por absorción en la destilación del petróleo", Programa FIES del IMP, 1997.
10. "Investigación experimental de flujos en componentes industriales", PAPIIT-UNAM, 2000.
11. "Investigación de formas y estructuras óptimas en ingeniería térmica", PAPIIT-UNAM, 2003-2005. \$400,000 M.N.
12. "Control térmico en convección natural", PAPIIT-UNAM, 2004-2005. \$700,000 M.N.
13. "Optimación de procesos y sistemas en las ciencias térmicas", CONACYT, 2004-2006, \$1,050,000 M.N.
14. "Optimación de celdas de combustible de óxido sólido", PAPIIT-UNAM, 2006-2007, \$350,000 M.N.
15. "Transferencia de calor en sistemas microelectromecánicos (MEMS) y otros microsistemas", PAPIIT-UNAM, 2008-2010, \$585,000 M.N."
16. "Análisis y soluciones óptimas de flujos "maldistribuidos" en micro-sistemas de transferencia de calor y materia", PAPIIT-UNAM, 2012-2013, \$322,365 M.N.