

Universidad Autónoma del Estado de México  
Facultad de Ingeniería

Licenciatura de Ingeniería en Sistemas  
Energéticos Sustentables



## Programa de Estudios

### Fundamentos de Aplicación de la Energía Eólica

Elaboró: Ing. Rodrigo Peñaloza Andrade Fecha: Enero 2016  
Dr. Eduardo Armando Rincón Mejía

Fecha de aprobación H. Consejo Académico H. Consejo de Gobierno  
Agosto/2016 Agosto/2016



## Índice

	Pág.
I. Datos de identificación	3
II. Presentación	4
III. Ubicación de la unidad de aprendizaje en el mapa curricular	5
IV. Objetivos de la formación profesional	5
V. Objetivos de la unidad de aprendizaje	6
VI. Contenidos de la unidad de aprendizaje y su organización	6
VII. Acervo bibliográfico	8



### PROGRAMA DE ESTUDIOS

#### I. Datos de identificación

Espacio educativo donde se imparte

Licenciatura

Unidad de aprendizaje  Clave

Carga académica      
Horas teóricas Horas prácticas Total de horas Créditos

Período escolar en que se ubica

Seriación    
UA Antecedente UA Consecuente

Tipo de UA  Curso  Curso taller   
 Seminario  Taller   
 Laboratorio  Práctica profesional   
 Otro tipo (especificar)

Modalidad educativa  Escolarizada. Sistema rígido  No escolarizada. Sistema virtual   
 Escolarizada. Sistema flexible  No escolarizada. Sistema a distancia   
 No escolarizada. Sistema abierto  Mixta (especificar).

Formación académica común   
Ingeniería Civil 2004   
Ingeniería en Computación 2004   
Ingeniería en Electrónica 2004   
Ingeniería Mecánica 2004

Formación académica equivalente   
Ingeniería Civil 2004   
Ingeniería en Computación 2004   
Ingeniería en Electrónica 2004   
Ingeniería Mecánica 2004



## II. Presentación

De acuerdo con el artículo 84 del Reglamento de Estudios Profesionales de la Universidad Autónoma del Estado de México, se establece que el Programa de Estudios es un documento de carácter oficial que estructura y detalla los objetivos de aprendizaje y los contenidos establecidos en el plan de estudios, y que son esenciales para el logro de los objetivos del programa educativo y el desarrollo de las competencias profesionales que señala el perfil de egreso. Este es un documento normativo respecto a los principios y objetivos de los estudios profesionales, así como en relación con el modelo curricular y el plan de estudios de la carrera. Será de observancia obligatoria para autoridades, alumnos, y personal académico y administrativo.

La energía eólica es la energía cinética del viento que para su aprovechamiento debe ser transformada en energía mecánica, la que posteriormente se utiliza para generar electricidad o trabajo en algún proceso como bombeo de agua. Con este fin, es necesario caracterizar el recurso eólico para llegar a determinar un potencial de uso en una determinada región del país, que a primera vista es notoriamente elevado.

El aprovechamiento de la energía eólica permite plantear sistemas energéticos con fuentes primarias de energía diversificadas, tal que no se dependa exclusivamente de un par de energéticos que nos hagan dependientes y por tanto vulnerables a una posible escases de ellos.

Esta UA debe desarrollar en los alumnos la habilidad de tomar ventaja de las transformaciones energéticas que involucra la energía cinética del viento para el entendimiento y desarrollo de sistemas energéticos, así como de adquirir los conocimientos y habilidades suficientes para aplicarlas en unidades de aprendizaje futuras.

La Unidad de aprendizaje pertenece al octavo periodo del mapa curricular y requiere conocimientos previos de Mecánica de Fluidos y Dinámica de Sistemas.

Para su desarrollo, se estructura en seis unidades que parten del estudio de las generalidades de la termodinámica, revisando conceptos de entalpía y entropía, principios de la termodinámica hasta el estudio de las reacciones que se verifican de manera espontánea, así como una revisión de los usos y aplicaciones de la termoquímica.

Conforme al modelo institucional, basado en la teoría constructivista, que involucra el aprendizaje significativo y el desarrollo de competencias, se debe centrar la actividad de aprendizaje del alumno en tareas diseñadas por el docente, quien debe realizar el diseño didáctico, tanto de actividades individuales como de equipo, dando preferencia a trabajar sobre problemas, estudios de caso y proyectos a fin de que los alumnos apliquen conocimientos no sólo de la Unidad de Aprendizaje en cuestión sino también de otras.

Es muy importante tomar en cuenta que, en la medida de lo posible, toda la información proporcionada a los alumnos sea contextualizada y relacionada con la vida real, de tal forma que ayude al entendimiento de los conceptos y análisis de los mismos.



### III. Ubicación de la unidad de aprendizaje en el mapa curricular

<b>Núcleo de formación:</b>	<b>Integral</b>
<b>Área Curricular:</b>	<b>Fuentes Renovables de Energía</b>
<b>Carácter de la UA:</b>	<b>Obligatoria</b>

Al final del documento se anexa el mapa curricular de la Licenciatura de Ingeniería en Sistemas Energéticos Sustentables, para ubicar de manera visual esta unidad de aprendizaje.

### IV. Objetivos de la formación profesional.

<p><b>Objetivos del programa educativo:</b></p> <p>Proyectar, diseñar, analizar, instalar, programar, controlar, operar y mantener sistemas relacionados con el aprovechamiento sustentable de la energía; dando prioridad a la no dependencia de los combustibles fósiles, al uso responsable y eficiente de las mejores tecnologías disponibles, y a la conveniencia de la utilización de las fuentes renovables de energía.</p> <p>Aplicar técnicas y tecnologías, con responsabilidad y Ética para el desarrollo sustentable, para el aprovechamiento de la energía y la preservación del medio ambiente.</p> <p>Apoyar en el diseño de edificaciones sustentables y con bajo consumo energético.</p> <p>Desarrollar aplicaciones que empleen la biomasa obtenida de residuos agrícolas y agroindustriales para generar energía directa.</p> <p>Elaborar programas de ahorro y uso eficiente de la energía en el sector energético, social, e industrial.</p> <p>Investigar sobre la problemática energética y plantear soluciones que contribuyan al desarrollo sustentable.</p> <p>Proyectar, diseñar, analizar, instalar, programar, controlar, operar y mantener sistemas y aplicaciones tecnológicas fotovoltaicas y foto térmicas, eólicas, y geotérmicas.</p> <p><b>Objetivos del núcleo de formación:</b></p> <p>Desarrollar en el alumno/a el dominio teórico, metodológico y axiológico del campo de conocimiento donde se inserta la profesión.</p> <p><b>Objetivos del área curricular o disciplinaria:</b></p> <p>Comprender la naturaleza de las energías renovables (solar, bioenergía, geotérmica y eólica) así como los principios físicos, químicos y biológicos relacionados con éstas, incluyendo metodologías para su cuantificación en función del entorno físico, de tal forma que sea capaz de aplicar estos conocimientos para el desarrollo de sistemas de conversión que aprovechen de forma eficiente el recurso energético en uso.</p>
---



## V. Objetivos de la unidad de aprendizaje.

Conocer los fundamentos básicos de la energía eólica, de la estimación de su potencial, de sus aplicaciones más usuales y de los sistemas para su aprovechamiento en el dimensionamiento y selección de equipos para una aplicación específica que se desee con base en los recursos económicos con que se cuente.

## VI. Contenidos de la unidad de aprendizaje y su organización.

### Unidad 1. Introducción a la Energía Eólica

**Objetivo:** Distinguir la diferencia técnica de los diferentes tipos de aerogeneradores comerciales así como su repercusión económica en los sistemas energéticos en que se emplean.

- Orígenes de los aerogeneradores
- Aerogeneradores europeos
- Importancia económica de los aerogeneradores

### Unidad 2. Conceptos Básicos de un Aerogenerador

**Objetivo:** Clasificar los diferentes tipos de aerogeneradores que existen en el mercado de acuerdo con las especificaciones técnicas de cada uno, así como por los usos que se les da con el fin de proponer la mejor opción para la solución de problemas que se presenten.

- Aerogeneradores de eje vertical
- Aerogeneradores de eje horizontal
- Concentradores de la energía eólica



### Unidad 3. Principios Básicos del Aprovechamiento de la Energía Eólica

**Objetivo:** Analizar los principios básicos de la energía eólica con el fin de detectar la mejor forma de aprovechamiento de acuerdo con las características del recurso eólico de una región en particular y de la disponibilidad de recursos.

- Teoría elemental de Betz.
- Aerogeneradores que utilizan el levantamiento y arrastre.

### Unidad 4. Potencia y Rendimiento Energético de un Aerogenerador

**Objetivo:** Evaluar la potencia y rendimiento energético de los diferentes tipos de aerogeneradores que existen en el mercado, así como de posibles diseños propios, con el fin de valorar su rendimiento y rentabilidad.

- Curva de potencia de un aerogenerador
- Cálculo del Rendimiento Energético Anual.

### Unidad 5. Sistemas de un Aerogenerador

**Objetivo:** Analizar las principales partes que componen un aerogenerador con el fin de evaluar la aportación que cada una tiene para la producción de electricidad.

- Rotor
- Tren motriz y barquilla
- Sistema de frenado
- Sistema Eléctrico
- Sistema de control
- Torre
- Sistema de Transmisión



## Unidad 6. Aplicaciones comerciales de los aerogeneradores

**Objetivo:** Evaluar la aportación energética y comercial que tienen los aerogeneradores dentro de un sistema eléctrico, ya sea aislado o interconectado a la red nacional.

- Aplicaciones en sistemas aislados.
- Pequeñas redes eléctricas
- Aerogeneradores interconectados a la red eléctrica

## VII. Acervo bibliográfico

### Básico

El-Sharkawi, M. (2015). Wind Energy: An Introduction. CRC Press, USA. ISBN: 978-1482263992

Manwell, J.; McGowan, J.; Rogers, A. (2010). Wind Energy Explained: Theory, Design and Application. (2nd Edition), Wiley, USA. ISBN: 978-0470015001

### Complementario

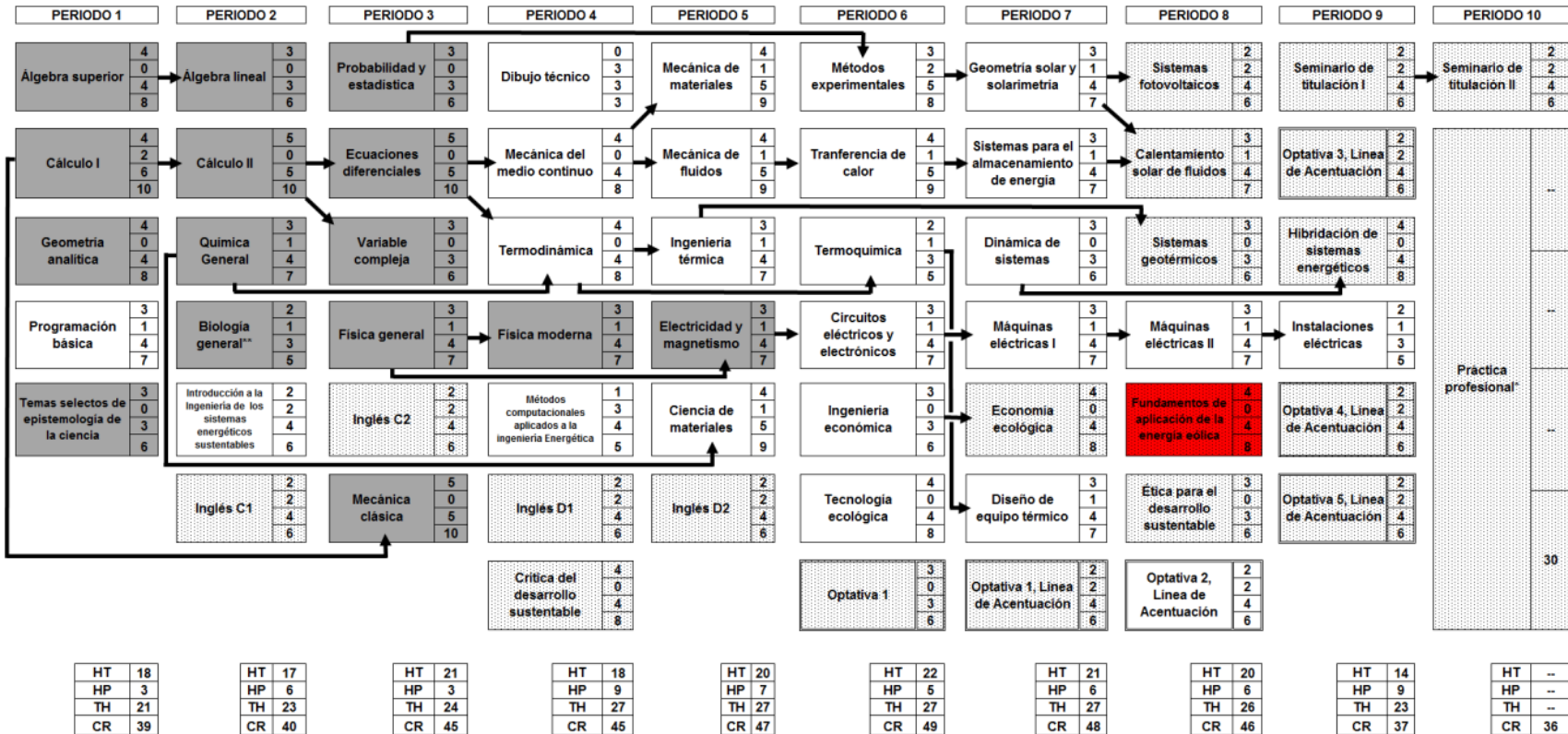
Burton, T.; Jenkins, N.; Sharpe, D.; Bossanyi, E. (2011). Wind Energy Handbook. (2nd Edition), Wiley, USA. ISBN-13: 978-0470699751.

Sørensen, J.D.; Sørensen, J.N. (2011). Wind Energy Systems - Optimising Design and Construction for Safe and Reliable Operation. Woodhead Publishing, UK. ISBN: 978-1845695804





MAPA CURRICULAR DE LA LICENCIATURA EN INGENIERÍA EN SISTEMAS ENERGÉTICOS SUSTENTABLES



HT	18
HP	3
TH	21
CR	39

HT	17
HP	6
TH	23
CR	40

HT	21
HP	3
TH	24
CR	45

HT	18
HP	9
TH	27
CR	45

HT	20
HP	7
TH	27
CR	47

HT	22
HP	5
TH	27
CR	49

HT	21
HP	6
TH	27
CR	48

HT	20
HP	6
TH	26
CR	46

HT	14
HP	9
TH	23
CR	37

HT	--
HP	--
TH	--
CR	36

SIMBOLOGÍA

Unidad de aprendizaje	Horas teóricas
	Horas prácticas
	Total de horas
	Créditos

- Obligatorio, Núcleo Básico
- Obligatorio, Núcleo Sustantivo
- Obligatorio, Núcleo Integral
- Optativo, Núcleo Integral

- ➔ 31 Líneas de seriación
- \* Actividad académica
- \*\* UA Seriado con Microbiología

PARÁMETROS DEL PLAN DE ESTUDIOS

Núcleo Básico obligatorio: cursar y acreditar 15 UA	53
	7
	60
	113

Núcleo Sustantivo obligatorio: cursar y acreditar 23 UA	68
	24
	92
	160

Núcleo Integral obligatorio: cursar y acreditar 14 UA + 1*	39
	15
	54
	123

Núcleo Integral optativo: cursar y acreditar 6 UA	--
	--
	--
	36

Total del Núcleo Básico: acreditar 15 UA para cubrir 113 créditos	
---	--

Total del Núcleo Sustantivo: acreditar 23 UA para cubrir 160 créditos	
---	--

Total del Núcleo Integral: acreditar 20 UA + 1* para cubrir 159 créditos	
--	--

TOTAL DEL PLAN DE ESTUDIOS	
UA Obligatorias	52 + 1 ACTIVIDAD ACADÉMICA
UA Optativas	6
UA a Acreditar	58 + 1 ACTIVIDAD ACADÉMICA
Créditos	432