

**PROGRAMA EDUCATIVO:**  
**LICENCIATURA EN INGENIERÍA MECÁNICA**  
**EN COMPETENCIAS PROFESIONALES**

**PROGRAMA DE ASIGNATURA: MANUFACTURA ADITIVA**

**CLAVE: E-MAD-3**

Propósito de aprendizaje de la Asignatura		El alumnado identificará y seleccionará las nuevas tecnologías emergentes de la manufactura aditiva para la creación de piezas y componentes mecánicos, mediante la innovación tecnológica.			
Competencia a la que contribuye la asignatura		Innovar y administrar, proyectos mecánicos, conforme a los requerimientos, normas, estándares, para garantizar la calidad de los mismos cumpliendo con las necesidades del cliente.			
Tipo de competencia	Cuatrimestre	Créditos	Modalidad	Horas por semana	Horas Totales
Específica	9	3.75	Escolarizada	4	60

Unidades de Aprendizaje	Horas del Saber	Horas del Saber Hacer	Horas Totales
I.- Introducción a la tecnología de la manufactura aditiva.	4	6	10
II.- Herramientas de diseño.	8	12	20
III.- Desarrollo de producto.	12	18	30
<b>Totales</b>	<b>24</b>	<b>36</b>	<b>60</b>

<b>ELABORÓ:</b>	DGUTYP	<b>REVISÓ:</b>	DGUTYP	<b>F-DA-01-PA-LIC-2.1</b>
<b>APROBÓ:</b>	DGUTYP	<b>VIGENTE A PARTIR DE:</b>	SEPTIEMBRE 2024	

Funciones	Capacidades	Criterios de Desempeño
Diseñar elementos mecánicos mediante el manejo de software y/o simuladores para garantizar la viabilidad de la manufactura y la funcionalidad de la pieza.	Elaborar planos de fabricación utilizando software de diseño, para dar el soporte técnico respectivo.	Presenta el conjunto de planos de fabricación que contenga: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Modelo tridimensional</li> <li>- Dibujo de explosión o despiece.</li> <li>- Dibujo de conjunto (con vistas y dimensiones principales).</li> <li>- Dibujo con vistas principales de cada elemento (material, acotaciones, tolerancias y acabados).</li> </ul>
	Realizar simulaciones utilizando paquetes de simulación, para determinar la funcionalidad del elemento mecánico.	Elabora y entrega reporte de la simulación que justifique la funcionalidad del elemento mecánico (impreso y electrónico), que incluya, la realización de pruebas y resultados virtuales: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Resistencia mecánica.</li> <li>- Movimiento.</li> <li>- Ensamble.</li> </ul>
Integrar el proceso de manufactura de piezas mecánicas mediante la identificación de la secuencia de fabricación a utilizar, para garantizar la productividad.	Examinar el proceso de manufactura a través de los planos de fabricación, para verificar las especificaciones del diseño.	Realiza lista de cotejo del proceso de manufactura contra los planos de fabricación, que incluya: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Materiales.</li> <li>- Tolerancias.</li> <li>- Dimensiones.</li> <li>- Acabados.</li> <li>- Variables de maquinado.</li> </ul>
	Corregir las posibles desviaciones de acuerdo a normas y estándares de fabricación, para la validación del proceso.	Entrega: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Lista de correcciones solventadas.</li> <li>- Acta de liberación para la manufactura del producto.</li> </ul>

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-2.1
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE 2024	

## UNIDADES DE APRENDIZAJE

### I

Unidad de Aprendizaje	I. Introducción a la tecnología de la manufactura aditiva.					
Propósito esperado	El alumnado identificará la tecnología de impresión 3D adecuada según las características mecánicas de la pieza o componente a fabricar.					
Tiempo Asignado	Horas del Saber	4	Horas del Saber Hacer	6	Horas Totales	10

Temas	Saber Dimensión Conceptual	Saber Hacer Dimensión Actuacional	Ser y Convivir Dimensión Socioafectiva
Antecedentes de la manufactura aditiva	Explicar los antecedentes y su incorporación en el uso de las tecnologías emergentes de la manufactura aditiva.	Identificar la importancia y aplicación del uso de la manufactura aditiva.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Observador</li> <li>• Analítico</li> <li>• Responsable</li> <li>• Sistemático</li> <li>• Metódico</li> <li>• Disciplinado</li> </ul>
Familias de la Manufactura Aditiva	Identificar las siete principales familias de la manufactura aditiva, como fotopolimerización, fusión por cama de polvos, inyección de aglutinante, inyección de material, laminación, extrusión de material, deposición directa de energía, híbrido.  Identificar sus características, ventajas y limitaciones.	Seleccionar el tipo de proceso a utilizar de acuerdo a la selección de las familias de tecnologías emergentes.	
Materiales en la manufactura aditiva	Identificar el tipo de material a utilizar, de acuerdo con el tipo de pieza y características a depositar en la impresora 3D.	Seleccionar el tipo de material a imprimir de acuerdo a sus características mecánicas como polímeros, metales o composites.	
Proceso Enseñanza-Aprendizaje			

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-2.1
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE 2024	

Métodos y técnicas de enseñanza	Medios y materiales didácticos	Espacio Formativo	
		Aula	x
Tareas de investigación Aprendizaje auxiliado por las tecnologías de la información Solución de problemas	Impresos Internet Equipo de cómputo	Laboratorio / Taller	x
Entrega de reportes técnicos de visitas industriales		Empresa	x

Proceso de Evaluación		
Resultado de Aprendizaje	Evidencia de Aprendizaje	Instrumentos de evaluación
1. Identificar la importancia y aplicación del uso de la manufactura aditiva. 2. Seleccionar el tipo de proceso a utilizar de acuerdo a la selección de las familias de tecnologías emergentes. 3. Seleccionar el tipo de material a imprimir de acuerdo a sus características mecánicas como polímeros, metales o composites.	A partir de un caso práctico elabora, un reporte técnico que contenga: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Identificar una necesidad donde se aplique la manufactura aditiva.</li> <li>- Describe el tipo de familia de la manufactura aditiva aplicada a la necesidad detectada.</li> <li>- Describe y justifique las características mecánicas del material utilizado.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Práctica de laboratorio</li> <li>• Cuestionario</li> <li>• Rubrica</li> <li>• Lista de cotejo</li> </ul>

## UNIDADES DE APRENDIZAJE

### II

Unidad de Aprendizaje	II. Herramientas de diseño.
Propósito esperado	El alumnado diseñará piezas mecánicas para la impresión en 3D, mediante la ingeniería inversa.

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-2.1
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE 2024	

<b>Tiempo Asignado</b>	<b>Horas del Saber</b>	8	<b>Horas del Saber Hacer</b>	12	<b>Horas Totales</b>	20
------------------------	------------------------	---	------------------------------	----	----------------------	----

<b>Temas</b>	<b>Saber Dimensión Conceptual</b>	<b>Saber Hacer Dimensión Actuacional</b>	<b>Ser y Convivir Dimensión Socioafectiva</b>
Diseño del producto a imprimir	Identificar el software necesario para realizar un diseño en 3D de una pieza mecánica.	Diseñar una pieza mecánica de acuerdo a las características propias de la necesidad específica.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Observador</li> <li>• Analítico</li> <li>• Responsable</li> <li>• Sistemático</li> <li>• Metódico</li> <li>• Disciplinado</li> <li>• Asertivo</li> <li>• Proactivo</li> </ul>
Ingeniería inversa	Identificar los conceptos y productos sometidos a la ingeniería inversa.  Identificar el proceso que interviene para la ingeniería inversa.	Realizar un prototipo de una pieza mecánica por medio de la ingeniería inversa.	

<b>Proceso Enseñanza-Aprendizaje</b>			
<b>Métodos y técnicas de enseñanza</b>	<b>Medios y materiales didácticos</b>	<b>Espacio Formativo</b>	
		<b>Aula</b>	x
Tareas de investigación.	Material Impreso. Internet. Equipo de cómputo. Casos de estudio. Software CAD.	<b>Laboratorio / Taller</b>	x
Aprendizaje auxiliado por las tecnologías de la información.			
Solución de problemas.			
		<b>Empresa</b>	

<b>Proceso de Evaluación</b>		
<b>Resultado de Aprendizaje</b>	<b>Evidencia de Aprendizaje</b>	<b>Instrumentos de evaluación</b>

<b>ELABORÓ:</b>	DGUTYP	<b>REVISÓ:</b>	DGUTYP	<b>F-DA-01-PA-LIC-2.1</b>
<b>APROBÓ:</b>	DGUTYP	<b>VIGENTE A PARTIR DE:</b>	SEPTIEMBRE 2024	

<p>1. Diseñar una pieza mecánica de acuerdo a las características propias de la necesidad específica.</p> <p>2. Realizar un prototipo de una pieza mecánica por medio de la ingeniería inversa.</p>	<p>A partir de un caso práctico elabora un reporte técnico que contenga:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Un diseño de una pieza mecánica en un software CAD que contenga las características necesarias para la impresión en 3D.</li> <li>- Aplicación de la ingeniería inversa, a una necesidad detectada para la obtención del diseño de una pieza mecánica por medio de un software CAD para la impresión 3D.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Práctica de laboratorio</li> <li>• Cuestionario</li> <li>• Rubrica</li> <li>• Lista de cotejo</li> </ul>
---	--	---

### UNIDADES DE APRENDIZAJE

#### III

Unidad de Aprendizaje	III. Desarrollo de producto.					
Propósito esperado	El alumnado realizará la impresión 3D de elementos mecánicos, mediante el uso de las tecnologías emergentes con el apoyo del diseño realizado en un software especializado.					
Tiempo Asignado	Horas del Saber	12	Horas del Saber Hacer	18	Horas Totales	30

Temas	Saber Dimensión Conceptual	Saber Hacer Dimensión Actuacional	Ser y Convivir Dimensión Socioafectiva
-------	-------------------------------	--------------------------------------	---

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-2.1
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE 2024	

Entorno del proceso aditivo	<p>Identificar el software de conexión entre la impresora 3D y la computadora para la impresión.</p> <p>Identificar las variables que intervienen en la comunicación de la computadora y la impresora en 3D, acorde al tipo de impresora (en relación con las siete familias de tecnologías emergentes).</p>	Determinar los parámetros de operación entre la impresora 3D y el software de diseño.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Observador,</li> <li>• Analítico</li> <li>• Responsable</li> <li>• Sistemático</li> <li>• Metódico</li> <li>• Disciplinado</li> <li>• Asertivo</li> <li>• Proactivo</li> </ul>
Impresión del diseño	<p>Describir el proceso para la impresión 3D. Explicar el procedimiento para la impresión 3D.</p>	Determinar las operaciones y condiciones de operación de la impresión 3D para obtener piezas mecánicas.	
Optimización de la impresión	<p>Identificar los modos de fallo en piezas impresas 3D.</p> <p>Identificar el proceso para la optimización de la pieza impresa en 3D.</p>	Evaluar el cumplimiento de las características de calidad de la pieza impresa 3D para optimizar el producto.	

Proceso Enseñanza-Aprendizaje			
Métodos y técnicas de enseñanza	Medios y materiales didácticos	Espacio Formativo	
		Aula	x
<p>Tareas de investigación.</p> <p>Aprendizaje auxiliado por las tecnologías de la información.</p> <p>Solución de problemas.</p>	<p>Material Impreso.</p> <p>Internet.</p> <p>Equipo de cómputo.</p> <p>Casos de estudio.</p> <p>Impresora 3D.</p> <p>Software CAD.</p> <p>Software compilador.</p>	Laboratorio / Taller	x
		Empresa	

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-2.1
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE 2024	

Proceso de Evaluación		
Resultado de Aprendizaje	Evidencia de Aprendizaje	Instrumentos de evaluación
1. Determinar los parámetros de operación entre la impresora 3D y el software de diseño.  2. Determinar las operaciones y condiciones de operación de la impresión 3D.  3. Asegurar el cumplimiento de las características de calidad de la pieza impresa.  4. Optimizar el producto impreso.	A partir de un caso práctico elabora un reporte técnico que contenga la: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Manufactura de pieza mecánica por medio de impresión 3D, que contenga una memoria de cálculos de los parámetros aplicados en la manufactura aditiva.</li> <li>- Aplicación de la optimización de la pieza impresa previamente por medio de la manufactura aditiva, que contenga el análisis de la viabilidad del proyecto en:               <ul style="list-style-type: none"> <li>• Estructural</li> <li>• Diseño</li> <li>• Ergonomía</li> <li>• Costo</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cuestionario</li> <li>• Práctica de laboratorio</li> <li>• Rubrica</li> <li>• Lista de cotejo</li> </ul>

Perfil idóneo del docente		
Formación académica	Formación Pedagógica	Experiencia Profesional
El docente debe tener formación de ingeniero mecánico, electromecánico, mecatrónico, industrial y carreras afines, de preferencia cuente con estudios de posgrado.	El docente debe propiciar actividades de búsqueda, selección y análisis de información en distintas fuentes,	Experiencia profesional de dos años en el área industrial o dos años con experiencia docente.

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-2.1
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE 2024	



	fomentando actividades grupales que propicien la comunicación, el intercambio argumentado de ideas, la reflexión, la integración y la colaboración de y entre los estudiantes. Por último, el docente debe proponer problemas que permitan al alumnado la integración de contenidos de la asignatura y entre distintas asignaturas, utilizando las nuevas tecnologías para su análisis y solución.	
--	--	--

Referencias bibliográficas					
Autor	Año	Título del documento	Lugar de publicación	Editorial	ISBN
Ian Gibson , David Rosen , Brent Stucker.	(2015)	<i>Tecnologías de fabricación aditiva</i>	New York	USA	978-3030561260
Askeland, D.	(2005)	Ciencias e Ingeniería de Materiales	Ciudad de México	México	978-607-526-063-1
Amit Bandyopadhyay, Susmita Bose.	(2016)	<i>Additive Manufacturing Handbook: Product Development for the Defense Industry</i>	Florida	USA	978-1-4822-6408-1
T.S. Srivatsan, T:S: Sudarshan.	(2015)	Additive Manufacturing: Innovations, Advances, and Aplications.	New York	USA	978-0367737788

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-2.1
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE 2024	

Chee Kai Chua, Kah Fai Leong.	(2017)	3D printing and additive Manufacturing: Principles and Aplications. (5 ed.). of Rapid Prototyping.	Singapore	Asia	978- 9813146761
Milan Brand.	(2017)	Laser Additive Manufacturing: Materials, Desig, Technologies, and Aplications (Woodhead Publishing Series in Electronic).	Melbourne	Astralia	978- 0081004333
3 Wiliam H. Phillips.	(2016)	Additive Manufacturing: Opportunities, Challenges, Implications (Manufacturing Tecnology Research).	New York	USA	978- 1634842327

Referencias digitales			
Autor	Fecha de recuperación	Título del documento	Vínculo
M. Velasco, J. Rodríguez, D. Restrepo	Junio 2024	Caracterización de propiedades mecánicas de piezas en ABS en función de parámetros de proceso de manufactura aditiva FDM	<a href="https://www.researchgate.net/profile/Marco-Velasco/publication/312937308_Caracterizacion_de_propiedades_mecanicas_de_piezas_en_ABS_en_funcion_de_parametros_de_proceso_de_manufactura_aditiva_FDM/links/588a2ec092851c2779b257ed/Caracterizacion-de-propiedades-mecanicas-de-piezas-en-ABS-en-funcion-">https://www.researchgate.net/ profile/Marco- Velasco/publication/312937308 Caracterizacion de propiedad es mecanicas de piezas en A BS en funcion de parametros de proceso de manufactura aditiva FDM/links/588a2ec092 851c2779b257ed/Caracterizaci on-de-propiedades-mecanicas- de-piezas-en-ABS-en-funcion-</a>

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-2.1
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE 2024	

			<a href="#">de-parametros-de-proceso-de-manufactura-aditiva-FDM.pdf</a>
Rainer Christoph, Romeo Muñoz, Ángel Hernández	Junio 2024	Manufactura Aditiva Additive manufacturing	<a href="http://www.redicces.org.sv/jspui/bitstream/10972/2873/1/Manufactura%20aditiva.pdf">http://www.redicces.org.sv/jspui/bitstream/10972/2873/1/Manufactura%20aditiva.pdf</a>
Rosel Manuel, Molina Javier, Paz Juan, Ruíz Juan	Junio 2024	La manufactura aditiva y los materiales compuestos en el diseño de prótesis transtibiales de uso deportivo	<a href="https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7989822">https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7989822</a>

ELABORÓ:	DGUTYP	REVISÓ:	DGUTYP	F-DA-01-PA-LIC-2.1
APROBÓ:	DGUTYP	VIGENTE A PARTIR DE:	SEPTIEMBRE 2024	