

# UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

## COORDINACIÓN GENERAL DE FORMACIÓN PROFESIONAL

### PROGRAMA DE UNIDAD DE APRENDIZAJE

#### I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN

- 1. Unidad Académica:** Facultad de Arquitectura y Diseño, Mexicali; Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Diseño, Ensenada; y Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Tecnología, Valle de las Palmas.
- 2. Programa Educativo:** Arquitecto
- 3. Plan de Estudios:** 2021-2
- 4. Nombre de la Unidad de Aprendizaje:** Fabricación Digital
- 5. Clave:** 38899
- 6. HC: 02 HT: 02 HL: 00 HPC: 00 HCL: 00 HE: 02 CR: 06**
- 7. Etapa de Formación a la que Pertenece:** Disciplinaria
- 8. Carácter de la Unidad de Aprendizaje:** Optativa
- 9. Requisitos para Cursar la Unidad de Aprendizaje:** Ninguno



#### Equipo de diseño de PUA

Aaron Tadeo Onchi Rascón  
Marcos Eduardo Gonzalez Trevizo  
Guillermo Antonio Sepúlveda Gil

#### Vo.Bo. de subdirector(es) de Unidad(es) Académica(s)

Paloma Rodríguez Valenzuela  
Humberto Cervantes De Ávila  
Daniela Mercedes Martínez Platas

**Fecha:** 19 de noviembre de 2020

## II. PROPÓSITO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

La unidad de aprendizaje Fabricación Digital tiene como finalidad que el estudiante se habilite en la fabricación y producción de proyectos de distintas escalas para la optimización de pruebas y simulaciones de sistemas constructivos, elementos u objetos urbano-arquitectónicos, tanto digitales, como físicos mediante la implementación del uso de impresora 3D, cortadora láser de CO<sub>2</sub> y *router* de desbaste CNC, con actitud analítica, responsable y propositiva. Está unidad de aprendizaje forma parte de la etapa terminal, es de carácter optativo, no precisa requisitos previos para cursarla y se encuentra en el área de conocimiento de Comunicación Gráfica.

## III. COMPETENCIA GENERAL DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

Componer definiciones de fabricación digital, a través de la aplicación de técnicas de prototipado de objetos de dos y tres dimensiones y mediante el uso de tecnologías computacionales, así como de herramientas y equipo de impresión y corte especializado, para la simulación y prueba de modelos industriales y urbano-arquitectónicos a escala, con responsabilidad, disciplina y constancia.

## IV. EVIDENCIA(S) DE APRENDIZAJE

Portafolio de evidencias de tipo “*showcase*”, donde demuestre las actividades realizadas, representando elementos impresos, con desbaste y corte, mediante las distintas herramientas implementadas durante el curso.

Desarrollo y presentación de un proyecto final creado como resultado de las estrategias de aplicación de tecnologías de fabricación digital desarrolladas y la aplicación dentro de elementos arquitectónicos mediante la implementación de los procesos vistos en las distintas unidades.

**V. DESARROLLO POR UNIDADES**  
**UNIDAD I. Introducción a la fabricación digital**

**Competencia:**

Analizar los conceptos teóricos y alcances de la fabricación digital, a través de la revisión bibliográfica y electrónica de literatura especializada, para comprender la evolución y contextos de la fabricación digital, el modelado y los procesos de diseño y prototipado, con disciplina, proactividad e iniciativa.

**Contenido:**

**Duración:** 6 horas

- 1.1. Introducción teórica a la fabricación digital
- 1.2. Enfoque y conceptos básicos de las distintas tecnologías de fabricación digital
  - 1.2.1. Aplicación de datos y archivos CAD/CAM
  - 1.2.2. Definición de impresión 3D
  - 1.2.3. Definición de corte láser
  - 1.2.4. Definición de corte por CNC
- 1.3. Ejemplos de fabricación digital en la arquitectura
- 1.4. Antecedentes
  - 1.4.1. Posición histórica de la fabricación digital
  - 1.4.2. Contexto disciplinar de la fabricación digital en la arquitectura contemporánea

## UNIDAD II. Introducción a la impresión aditiva 3D

### Competencia:

Gestionar herramientas digitales y de automatización de impresión 3D, para el desarrollo de modelos impresos en formato aditivo a 3 ejes, a través de la edición de archivos STL y código G, así como su procesado para impresión, producción y post-producción, mediante programas de modelado computacional de diseño CAD y técnicas de prototipado rápido en la arquitectura y el diseño, con proactividad, interés y responsabilidad.

### Contenido:

**Duración:** 8 horas

- 2.1. Preparación e impresión de un modelo 3D por medio formatos aditivos o impresoras 3D
- 2.2. Componentes de los distintos equipos de impresión 3D
- 2.3. Programas computacionales de modelado en tercera dimensión en la arquitectura: CAD (Computer Aided Design) o 3D Solids para impresión 3D
- 2.4. Preparación de modelos para impresión aditiva
  - 2.4.1. Modelo mediante mallas (MESH)
  - 2.4.2. Modelo mediante NURBS
  - 2.4.3. Bibliotecas web de modelos de impresión prediseñados
- 2.5. Ejercicios aplicativos
  - 2.5.1. Creación y edición de archivos en código G
  - 2.5.2. Creación y edición de archivos en formato STL
  - 2.5.3. preparación de archivo para impresión: patrones de relleno, apoyos y laminado
  - 2.5.4. Características de los filamentos de impresión: PLA, ABS, PET, PETG, Solubles, etc.
  - 2.5.5. Post producción de modelos

## UNIDAD III. Corte laser en cama plana

### Competencia:

Gestionar herramientas digitales y de automatización de corte láser, para la fabricación de prototipos a escala diversa, a través del uso y edición de archivos de código G con cortadora laser de cama plana de 2 ejes, mediante la configuración de parámetros y preparación de materiales para corte, producción y post-producción con programas de modelado computacional de diseño CAD y técnicas de prototipado rápido en la arquitectura y el diseño, con proactividad, interés y responsabilidad.

### Contenido:

**Duración:** 9 horas

- 3.1. Preparación de modelo para corte laser
- 3.2. Componentes del equipo de corte laser en cama plana
- 3.3. Programas computacionales de modelado en tercera dimensión en la arquitectura: CAD (*Computer Aided Design*) o *3D Solids* para impresión 3D
- 3.4. Preparación de modelos y archivos para corte laser
  - 3.4.1. Archivos dwg
  - 3.4.2. Archivos dxf
  - 3.4.3. Archivos svg
- 3.5. Preparación de materiales (madera, acrílico, papel alto gramaje)
- 3.6. Ejercicios aplicativos
  - 3.6.1. Corte convencional en cortadora de CO<sub>2</sub>
  - 3.6.2. Corte especializado en cortadora plasma

## UNIDAD IV. Corte en CNC de Cama Plana

### Competencia:

Gestionar herramientas digitales y de automatización de corte CNC, para la fabricación de prototipos a escala diversa, a través del uso y edición de información en código G con *Router* en cama plana de 3 ejes, mediante la configuración de parámetros y preparación de materiales para corte, producción y post-producción con programas de modelado computacional de diseño CAD y técnicas de prototipado rápido en la arquitectura y el diseño, con proactividad, interés y responsabilidad.

### Contenido:

**Duración:** 9 horas

- 4.1. Preparación de modelo para corte en CNC
- 4.2. Programas computacionales de modelado en tercera dimensión en la arquitectura: CAD (*Computer Aided Design*) o 3D *Solids* para impresión 3D
- 4.3. Preparación de modelos y archivos para corte en CNC
  - 4.3.1. Archivos dwg
  - 4.3.2. Archivos dxf
  - 4.3.3. Archivos svg
- 4.4. Preparación de materiales (madera, acrílico, papel alto gramaje)
- 4.5. Ejercicios aplicativos
  - 4.5.1. Corte convencional con fresas estandarizadas
  - 4.5.2. Corte especializado con fresas especializadas

## VI. ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS DE TALLER

No.	Nombre de la Práctica	Procedimiento	Recursos de Apoyo	Duración
<b>UNIDAD II</b>				
1	Preparación de modelos digitales para impresión aditiva.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. De forma individual, analiza y utiliza la información asignada para la implementación de la impresión aditiva.</li> <li>2. Elige el material de insumo para impresora 3D.</li> <li>3. Calibra la impresora 3D en eje z.</li> <li>4. Presenta evidencia de la práctica al docente.</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Equipo de cómputo.</li> <li>● Programas de cómputo CAD o BIM.</li> <li>● Programa computacional para segmentación y control de impresión</li> <li>● Impresora 3D e insumo de material de impresión</li> <li>● Acceso a buzón digital de tareas</li> <li>● Cuadernillo de apuntes para bocetaje y conceptualización.</li> <li>● Proyector de diapositivas</li> </ul>	3 horas
2	Creación, exportación y edición de archivos en formato de STL y código G.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. De manera individual o en equipo, prepara el modelo en tercera dimensión para impresión 3D en programa de modelado base (CAD, BIM, 3D modeler)</li> <li>2. Exporta el modelo del programa base (CAD, BIM, 3D modeler) a formato STL para impresión 3D.</li> <li>3. Exporta el modelo de formato STL para impresión 3D a código G para proceder con la impresión 3D.</li> <li>4. Presenta evidencia de la práctica al docente.</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Equipo de cómputo.</li> <li>● Programas de cómputo CAD o BIM.</li> <li>● Programa computacional para segmentación y control de impresión</li> <li>● Impresora 3D e insumo de material de impresión</li> <li>● Acceso a buzón digital de tareas</li> <li>● Cuadernillo de apuntes para bocetaje y conceptualización.</li> <li>● Proyector de diapositivas</li> </ul>	4 horas
3	Impresión de prototipos a escala en tercera dimensión con diferentes materiales.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. De manera individual o en equipo, imprime prototipos a escala en impresora 3D con diversos materiales (ABS, PET, PETG).</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Equipo de cómputo.</li> <li>● Programas de cómputo CAD o BIM.</li> <li>● Programa computacional para segmentación y control de</li> </ul>	4 horas

		2. Presenta evidencias prácticas de impresión de prototipos al docente.	<p>impresión.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Impresora 3D e insumo de material de impresión.</li> <li>● Acceso a buzón digital de tareas.</li> <li>● Cuadernillo de apuntes para bocetaje y conceptualización.</li> <li>● Proyector de diapositivas.</li> </ul>	
<b>UNIDAD III</b>				
4	Preparación de modelos digitales para corte laser.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. De forma individual, analiza y utiliza la información asignada para la implementación de corte láser.</li> <li>2. Elige el material de insumo para corte laser.</li> <li>3. Calibra la máquina de corte láser en eje z.</li> <li>4. Presenta evidencia de la práctica al docente.</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Equipo de cómputo.</li> <li>● Programas de cómputo CAD o BIM.</li> <li>● Programa computacional para segmentación y control de Corte láser.</li> <li>● Cortadora laser dos ejes de 40 watts en adelante</li> <li>● Material de insumo para máquina de corte láser.</li> <li>● Material para corte de prototipos</li> <li>● Acceso a buzón digital de tareas.</li> <li>● Cuadernillo de apuntes para bocetaje y conceptualización.</li> <li>● Proyector de diapositivas.</li> </ul>	3 horas
5	Creación, exportación y preparación de archivos para corte láser en formatos DWG, DXF, SVG.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. De manera individual o en equipo, prepara el modelo digital para corte láser en programa base (CAD, 3D modeler o <i>3D solids</i>).</li> <li>2. Optimiza el ajuste de piezas de corte en insumo de material, con el fin de evitar desperdicios.</li> <li>3. Exporta el modelo de programa base (CAD, 3D modeler o <i>3D solids</i>) a formato DWG, DXF, o SVG para corte láser.</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Equipo de cómputo.</li> <li>● Programas de cómputo CAD o BIM.</li> <li>● Programa computacional para segmentación y control de Corte láser.</li> <li>● Cortadora laser dos ejes de 40 watts en adelante.</li> <li>● Material de insumo para máquina de corte láser.</li> <li>● Material para corte de prototipos.</li> </ul>	3 horas



		<ol style="list-style-type: none"> <li>4. Exporta el modelo de formato STL para impresión 3D a código G para proceder con el corte láser.</li> <li>5. Presenta evidencia de la práctica al docente.</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Acceso a buzón digital de tareas.</li> <li>● Cuadernillo de apuntes para bocetaje y conceptualización.</li> <li>● Proyector de diapositivas.</li> </ul>	
6	Preparación de materiales y corte de prototipos a escala con corte láser.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. De manera individual o en equipo, realiza corte de piezas de prototipos a escala con diversos materiales (MDF, triplay, madera, acrílico, papel, etc.).</li> <li>2. Arma piezas de prototipo a escala.</li> <li>3. Presenta evidencia de prácticas de corte láser de prototipos al docente.</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Equipo de cómputo.</li> <li>● Programas de cómputo CAD o BIM.</li> <li>● Programa computacional para segmentación y control de Corte láser.</li> <li>● Cortadora laser dos ejes de 40 watts en adelante.</li> <li>● Material de insumo para máquina de corte láser.</li> <li>● Material para corte de prototipos</li> <li>● Acceso a buzón digital de tareas.</li> <li>● Cuadernillo de apuntes para bocetaje y conceptualización.</li> <li>● Proyector de diapositivas.</li> </ul>	4 horas
<b>UNIDAD IV</b>				
7	Preparación de modelos digitales para corte CNC.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. De forma individual, analiza y utiliza la información asignada para la implementación de corte CNC.</li> <li>2. Elige el material de insumo para corte CNC.</li> <li>3. Calibra la máquina de corte CNC en eje z.</li> <li>4. Presenta evidencia de la práctica al docente.</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Equipo de cómputo.</li> <li>● Programas de cómputo CAD o BIM.</li> <li>● Programa computacional para segmentación y control de Router CNC</li> <li>● Router CNC de 3 ejes</li> <li>● Material de insumo para máquina de corte CNC</li> <li>● Material para corte de prototipos</li> <li>● Acceso a buzón digital de tareas</li> <li>● Cuadernillo de apuntes para bocetaje y conceptualización.</li> </ul>	3 horas

			<ul style="list-style-type: none"> <li>● Proyector de diapositivas</li> </ul>	
8	Creación, exportación y preparación de archivos para corte y desbaste en CNC en formatos DWG, DXF, SVG	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. De manera individual o en equipo, prepara el modelo digital para corte CNC en programa base (CAD, 3D modeler o 3D <i>solids</i>).</li> <li>2. Optimiza el ajuste de piezas de corte en insumo de material, con el fin de evitar desperdicios.</li> <li>3. Exporta modelo de programa base (CAD, 3D modeler o 3D <i>solids</i>) a formato DWG, DXF, o SVG para corte CNC.</li> <li>4. Exporta el modelo de formato nativo a código G para proceder con corte o desbaste CNC.</li> <li>5. Presenta evidencia de la práctica al docente.</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Equipo de cómputo.</li> <li>● Programas de cómputo CAD o BIM.</li> <li>● Programa computacional para segmentación y control de Router CNC.</li> <li>● Router CNC de 3 ejes.</li> <li>● Material de insumo para máquina de corte CNC.</li> <li>● Material para corte de prototipos</li> <li>● Acceso a buzón digital de tareas.</li> <li>● Cuadernillo de apuntes para bocetaje y conceptualización.</li> <li>● Proyector de diapositivas.</li> </ul>	4 horas
9	Preparación de materiales y corte de prototipos a escala con corte CNC	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. De manera individual o en equipo, realiza corte en diversos materiales para la elaboración de prototipos a escala con diversos materiales (Policarbonatos, MDF, HDF, Triplay, poliestireno extruido y/o metales blandos)</li> <li>2. Arma piezas de prototipo a escala.</li> <li>3. Presenta evidencias prácticas de impresión de prototipos al docente.</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Equipo de cómputo.</li> <li>● Programas de cómputo CAD o BIM.</li> <li>● Programa computacional para segmentación y control de Router CNC.</li> <li>● Router CNC de 3 ejes.</li> <li>● Material de insumo para máquina de corte CNC.</li> <li>● Material para corte de prototipos</li> <li>● Acceso a buzón digital de tareas.</li> <li>● Cuadernillo de apuntes para bocetaje y conceptualización.</li> <li>● Proyector de diapositivas.</li> </ul>	4 horas

## VII. MÉTODO DE TRABAJO

**Encuadre:** El primer día de clase el docente debe establecer la forma de trabajo, criterios de evaluación, calidad de los trabajos académicos, derechos y obligaciones docente-alumno.

**Estrategia de enseñanza (docente):**

- Técnica expositiva
- Estudio de casos

**Estrategia de aprendizaje (alumno):**

- Estudio de casos
- Elaboración de portafolio de evidencias
- Método de proyectos

## VIII. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

La evaluación será llevada a cabo de forma permanente durante el desarrollo de la unidad de aprendizaje de la siguiente manera:

### Criterios de acreditación

- Para tener derecho a examen ordinario y extraordinario, el estudiante debe cumplir con los porcentajes de asistencia que establece el Estatuto Escolar vigente.
- Calificación en escala del 0 al 100, con un mínimo aprobatorio de 60.

### Criterios de evaluación

- Trabajos de investigación.....	10%
- Prácticas de la Unidad II.....	10%
- Prácticas de la Unidad III.....	10%
- Prácticas de la Unidad IV.....	10%
- Portafolio de evidencias.....	20%
- Entrega y presentación de proyecto final.....	40%
<b>Total.....</b>	<b>100%</b>

Nota: Las prácticas de las unidades se consideran evaluaciones parciales.

## IX. REFERENCIAS

Básicas	Complementarias
Alafaghani, A., Qattawi, A., Alrawi, B., & Guzman, A. (2017). Experimental Optimization of Fused Deposition Modelling (FDM) Processing Parameters: A Design-for-Manufacturing Approach. <i>Procedia Manufacturing</i> , 10, 791–803. <a href="https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.07.079">https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.07.079</a>	Autodesk Incorporated (2020). <i>Download Revit 2021, Revit Free Trial</i> . Recuperado de <a href="https://www.autodesk.com/products/revit/free-trial?plc=RVT&amp;term=1-YEAR&amp;support=ADVANCED&amp;quantity=1">https://www.autodesk.com/products/revit/free-trial?plc=RVT&amp;term=1-YEAR&amp;support=ADVANCED&amp;quantity=1</a>
Carmo, M. (2017). <i>The second digital turn: Design beyond intelligence</i> . Boston, USA: The MIT Press.	Autodesk Incorporated (2020). <i>Student and Education Software, 1-Year License, Autodesk Education Community</i> . Recuperado de <a href="https://www.autodesk.com/education/edu-software/overview?sorting=featured&amp;page=1">https://www.autodesk.com/education/edu-software/overview?sorting=featured&amp;page=1</a>
Cheng, R. K. C. (2014). <i>Inside Rhinoceros 5</i> (4 <sup>th</sup> ed.). Boston, USA: Cengage Learning. [clásica].	Autodesk Incorporated (2020). <i>Visual scripting environment for designers, Dynamo. (s/f). Dynamo BIM</i> . Recuperado de <a href="https://dynamobim.org/">https://dynamobim.org/</a>
Dunn, N. (2012). <i>Digital fabrication in architecture</i> . London, United Kingdom: Laurence King Publishing. [clásica].	McNeel Europe (2020). <i>Food4Rhino</i> . Recuperado de <a href="https://www.food4rhino.com/">https://www.food4rhino.com/</a>
Jones, R., Haufe, P., Sells, E., Iravani, P., Olliver, V., Palmer, C., & Bowyer, A. (2011). Reprap – The replicating rapid prototyper. <i>Robotica</i> , 29(1 SPEC. ISSUE), 177–191. <a href="https://doi.org/10.1017/S026357471000069X">https://doi.org/10.1017/S026357471000069X</a> [clásica].	R3ALD. (2019). <i>¿Qué es la impresión 3D?</i> Recuperado de <a href="http://www.r3ald.com/que-es-laimpresion-3d">http://www.r3ald.com/que-es-laimpresion-3d</a>
Krauel, J. (2011). <i>Arquitectura digital: Innovación y diseño</i> . Sevilla, Spain: Links international. [clásica].	Prusa (2019). <i>Download drivers and firmware</i> . Recuperado de <a href="https://www.prusa3d.com/drivers/">https://www.prusa3d.com/drivers/</a>
Makerbot (2019). <i>A Guide to 3D printing materials. Picking the right material at the right time</i> . Brooklyn, USA: MakerBot Industries, LLC.	Prusa (2019). <i>How to improve your 3D prints with annealing - Prusa Printers</i> . Recuperado de <a href="https://blog.prusaprinters.org/how-to-improve-your-3d-prints-with-annealing/">https://blog.prusaprinters.org/how-to-improve-your-3d-prints-with-annealing/</a>
Makerbot (2017). <i>Makerbot Educators Guidebook: the definitive guide to 3D printing in the Classroom</i> . Brooklyn, USA: MakerBot Industries, LLC.	TRSD (2020). <i>Evolución y tendencias del software para impresión 3D</i> . Recuperado de <a href="https://impresiontresde.com/tendencias-software-para-impresion-3d/">https://impresiontresde.com/tendencias-software-para-impresion-3d/</a>
Prusa, J. (2014). <i>Basics of 3D Printing with Josef Prusa</i> . Prague, Czech Republic: Prusa Research.	

Prusa, J (2017). Slic3r Manual. Slic3r Manual. Recuperado el 20 de octubre de 2020 de <https://manual.slic3r.org/>.

Prusa, J. (2019). *Manual de Usuario para Impresoras 3D*. Praga, Republica Checa: Prusa Research.

Tedeschi, A. (2014). *AAD - Algorithms-Aided Design: Parametric strategies using Grasshopper*. Brienza, Italy: Le Penseur publisher. [clásica].

Wing, E. (2017). *Autodesk Revit 2017 for Architecture: No Experience Required*. Hoboken, USA: SYBEX - Wiley.

#### **X. PERFIL DEL DOCENTE.**

El docente que imparta la unidad de aprendizaje Fabricación Digital deberá contar con el título de Arquitecto, o área afín, con conocimientos avanzados de diseño, modelado computacional y fabricación digital; de acuerdo a las herramientas y plataformas pertinentes. Preferentemente con estudios de posgrado, experiencia docente y manejo de software, equipo y herramientas de vanguardia, o en su caso, con interés para capacitarse permanentemente a través de plataformas especializadas y/o con los cursos docentes que ofrece la institución a través de su Programa Flexible de Formación y Desarrollo Docente. Ser creativo, responsable, inclusivo, con habilidades para el manejo de las tecnologías, proactivo, innovador, analítico y con convicción para fomentar el trabajo en equipo.