

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS - ESPE  
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN, INNOVACIÓN Y TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA

**INFORME DE SEGUIMIENTO TÉCNICO DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN**

**1. INFORMACIÓN DEL PROYECTO:**

<b>Nombre del Proyecto:</b> Caracterización Numérica y Experimental de Vigas Sándwich con Núcleos de Material Celular				<b>Código del Proyecto:</b> Sin código. Aprobado según: RESOLUCIÓN ESPE-CA-RES-2020-090		
<b>Nombre del Director del Proyecto:</b> Ing. Hernán Vinicio Lara Padilla, PhD						
<b>Departamento / Centro:</b> Ciencias de la Energía y Mecánica						
<b>Informe No:</b> 2021/04-20			<b>Período del Informe:</b> 2020/11/02 – 2021/04/20			
<b>Presupuesto Asignado:</b> USD. o		<b>Presupuesto Externo (en caso de que exista):</b> USD. o		<b>Financiamiento Devengado:</b> USD. o		
<b>Línea de investigación:</b> Materiales y Técnicas de Producción				<b>Grupo de Investigación:</b> ENERGOMAT		
<b>Instituciones auspicientes:</b> (caso existan)						
<b>Nombre</b>				<b>Sigla</b>		<b>Ciudad/Provincia</b>
N/A						
<b>Estudiantes vinculados al proyecto</b>						
<i>Nombre del Estudiante</i>	<i>No. de Cédula</i>	<i>Tipo (Ayudante de Investigación, Tesista)</i>	<i>Programas de pregrado o posgrado</i>	<i>Tiempo de participación en el proyecto</i>		<i>Se generó tesis o proyecto de grado del estudiante? SI (Especificar título)/NO</i>
				<i>Fecha de Inicio</i>	<i>Fecha de fin</i>	
<i>Ivannova Jumbo Jaramillo</i>	<i>1105173957</i>	<i>Tesista</i>	<i>Mecatrónica</i>	<i>2020/08/01</i>	<i>2021/04/15</i>	<i>"Gemelo digital para el proceso de fabricación aditiva de estructuras porosas mediante procesamiento digital con luz"</i>
<i>Ivannova Jumbo Jaramillo</i>	<i>1105173957</i>	<i>Ayudante de Investigación</i>	<i>Mecatrónica</i>	<i>2020/08/01</i>	<i>2021/04/15</i>	<i>Ponencia: "Digital twin model for the fabrication of porous scaffolds using masked Stereolithography". Presentada en el "1st International Digital Congress on 3D Biofabrication and Bioprinting"</i>

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS - ESPE  
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN, INNOVACIÓN Y TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA

Ivannova Jumbo Jaramillo	1105173957	Ayudante de Investigación	Mecatrónica	2020/08/01	2021/04/15	Artículo: "Digital model to predict failures of porous structures in DLP-based additive manufacturing" a ser presentado en el Congreso CIT-ESPE 2021.
--------------------------------	------------	------------------------------	-------------	------------	------------	---

Equipo responsable (Docentes Investigadores participantes en el proyecto)		
Nombre - Institución	Actividades	Fecha de Inicio – Fecha fin
LARA PADILLA HERNÁN VINICIO	Modelado de materiales celulares TPMS usando Matlab y Rhinoceros - Grasshopper	2020/11/02 – 2021/04/20
OLMEDO SALAZAR JOSÉ FERNANDO	Modelado de estructuras y vigas celulares usando ANSYS	2020/11/02 – 2021/04/20
PÉREZ ROSALES JOSE EMILIO	Revisión de normas para pruebas mecánicas de vigas con material celular como núcleo.	2020/11/02 – 2021/04/20
ECHVERRIA YANEZ JAIME FERNANDO	Revisión de normas para pruebas mecánicas de vigas con material celular como núcleo.	2020/11/02 – 2021/04/20
MIGUEL PATRICIO QUEZADA MORALES	Revisión de normas para pruebas mecánicas de vigas con material celular como núcleo.	2020/11/02 – 2021/04/20

## 2. DESARROLLO DEL PROYECTO

<b>Objetivo General</b>
<i>Diseñar y fabricar vigas tipo sándwich con núcleo de materiales con arquitectura celular usando manufactura aditiva.</i>

Objetivos Específicos <i>Transcribir los objetivos específicos del proyecto original aprobado.</i>	Actividades por objetivos (Cronograma aprobado) <i>Describir de manera sintética y objetiva el desarrollo de las actividades previstas y comentar eventuales alteraciones ocurridas.</i>	Resultados alcanzados / Productos obtenidos / Desarrollo de Protocolos <i>Describir de manera sintética los resultados alcanzados a través de la investigación.</i>
<i>Revisión del estado del arte sobre materiales con arquitectura celular.</i>	<i>Revisión bibliográfica y de estándares para materiales celulares</i>	<i>Carpeta de revisión bibliográfica.</i>
<i>Generar procedimiento adecuado para obtener modelos digitales del escaneado.</i>	<i>Guía para el modelado de estructuras celulares</i>	<i>Archivos digitales en formato parasolid.</i>
<i>Caracterizar el comportamiento elástico tridimensional del material celular.</i>	<i>Guía de protocolos para ensayos</i>	<i>Reporte de propiedades elásticas, Matriz de rigidez ortotrópica del núcleo.</i>
<i>Caracterizar el comportamiento elástico de una viga tipo sándwich de materiales compuestos.</i>	<i>Guía de protocolos para ensayos</i>	<i>Archivos CAD, archivos de simulación de desplazamientos y Tensiones.</i>

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS - ESPE  
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN, INNOVACIÓN Y TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA

Construir la viga tipo sándwich y validar experimentalmente.	Diagrama de proceso para fabricación de las vigas tipo sándwich	Prototipo de viga Datos experimentales Validación.
<p>Los dos últimos objetivos aún no se han cumplido debido a que recién al finalizar el período académico, se aprobó un tema de tesis para el Sr. Estudiante de Ingeniería Mecánica Diego Rodríguez, titulado: "SIMULACIÓN, PROTOTIPADO Y ENSAYOS A FLEXIÓN DE VIGAS TIPO SÁNDWICH CON NÚCLEO DE MATERIAL CELULAR".</p> <p>La pandemia COVID-19 ha impedido completar el cronograma inicial, por tanto, se solicita considerar la ampliación de este proyecto por el siguiente período académico.</p>		

<b>Presupuesto Asignado</b> <i>Transcribir el presupuesto asignado por partidas presupuestarias.</i>		<b>Presupuesto devengado</b> <i>Incluir únicamente el presupuesto</i>	<b>Factores que facilitaron o dificultaron la ejecución presupuestaria</b> <i>Describir</i>
<b>Partida</b>	<b>Valor</b>	<b>Valor</b>	
N/A	N/A	N/A	N/A

### 3. INFORME DEL DIRECTOR DEL DEPARTAMENTO/CENTRO

Ejecución	Porcentaje de ejecución programada	Porcentaje de ejecución realizada	Observaciones
Técnica	100%	99%	
Financiera	0%	0%	Proyecto sin fondos
<p><b>Análisis</b> <i>Hacer el análisis del cumplimiento de los objetivos del proyecto, establecer conclusiones y recomendaciones.</i></p>			

<p><b>Ciudad y Fecha:</b></p> <p style="text-align: center;">Sangolquí, 20 de abril de 2021</p>	<p style="text-align: center;"><b>Director del Proyecto</b></p> <div style="text-align: center;">  <p>Firmado electrónicamente por: <b>HERNAN VINICIO LARA PADILLA</b></p> </div> <hr/> <p style="text-align: center;">Ing. Hernán Vinicio Lara Padilla, PhD C.I. 0603247362</p>
<p><b>RESPONSABLE DE SEGUIMIENTO DEL PROYECTO</b></p>   <hr style="width: 30%; margin: auto;"/> <p style="text-align: center;">Santiago David Castellanos Villa DIRECTOR DCEM, SUBROGANTE C.I. 1716962608</p>	


New Submission	Submission 142	CIT 2021	Conference	News	EasyChair
----------------	----------------	----------	------------	------	-----------

## CIT 2021 Submission 142

If you want to **change any information** about your paper, use links in the upper right corner.

For all questions related to processing your submission you should contact the conference organizers. [Click here to see information about this conference.](#)

- [Update information](#)
- [Update authors](#)
- [Add or update files](#)
- [Withdraw](#)

<b>Submission 142</b>	
Title:	Digital model to predict failures of porous structures in DLP-based additive manufacturing
Paper:	 (Apr 19, 01:00 GMT)
Author keywords:	Digital Model Additive Manufacturing Digital Light Processing
EasyChair keyphrases:	porous structure (336), separation force (280), digital model (140), additive manufacturing (135), dlp based additive manufacturing (80), maximum tensile stress (63), printing process (60), green strength (50), process parameter (50), manufacturing process (50), irregular solid geometry (47), additive manufacturing process (47), cross sectional area (47), digital light projection (47), tpm porous structure (47), support material (40), tensile stress (40), digital light (40), continuous digital light processing (40)
Topics:	CAD-CAM
Abstract:	Additive manufacturing (AM) technologies benefit innovation and development as they enable designers and scientists to prototype models to evaluate their initial performance. A novel digital model to study the mechanical behavior of porous structures during their fabrication is presented. The digital light projection (DLP), a type of additive manufacturing, is still non-reliable for constructing porous structures because of the phenomena known as separation force. This separation force produces high mechanical stress on the structures during the building process. If the structure being constructed is porous, it usually is fragile, then the action of separation force results in breaking or distortion of the construct. The digital model consists of three modules: Computer-Aided Design (CAD), Slicing and Analysis/Report. As proof of concept, a TPMS-based structure was evaluated. The performance of the digital model enables possibilities to detect early failures avoiding waste of time and resources. The focus of the study is to report some practical instructions to design porous structures to obtain the maximum advantages when these constructs will build with DLP-based additive manufacturing.
Submitted:	Apr 19, 01:00 GMT
Last update:	Apr 19, 01:00 GMT

<b>Authors</b>						
first name	last name	email	country	affiliation	Web page	corresponding
Hernan	Lara Padilla	hvlp1982@gmail.com	Ecuador	Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE		✓



## Digital twin model for the fabrication of porous scaffolds using masked stereolithography

Ivannova Michelle Jumbo Jaramillo\*; Karolina Estefanía Serpa Andrade\*; Stefany Alejandra Pusda Quiroz\*

### (Digital / Information Technology)

**Abstract:** Accurate process models is a fundamental keystone as additive manufacturing technologies are being generated and deployed. Digital twin models reduce the need for real-world testing of materials and processes and give bioproduct designers a predictive capability for optimizing designs. Objective: This study evaluates a digital twin model in order to define conceptual guidelines to support the implementation of process modeling for the fabrication of porous scaffolds using masked stereolithography (M-SLA). Methods: The proposed digital twin model includes a physics-based approach (fundamental M-SLA process equations), geometrical approach (triply periodic minimal surface equations) and statistical approaches (statistical process control), all of them embedded in a virtual platform in order to predict the material properties and process behavior during the manufacturing of porous structures which will be used as scaffolds in tissue engineering. Results: Preliminary results show that it is possible to optimize the design of porous structures (porosity, pore size, strut size, and orientation during fabrication) and process parameters (light intensity and pull-up velocity) to maintain the accuracy and reliability of the M-SLA process. Conclusions: A comprehensive digital twin of M-SLA process can improve porous scaffolds' product quality, through the reduction of variation in product properties, and faster product development time. Further implications of the proposed digital twin model regard the possibility to reduce the number of trial and error tests to obtain desired porous structure attributes and reduce the time required for scaffold qualification in tissue engineering.

**Keywords:** Digital Twin; Stereolithography; Digital Manufacturing; Process Modeling.

\* Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, Ecuador