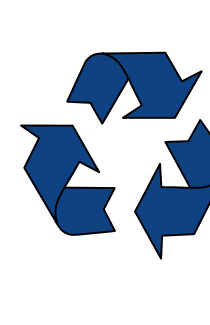


DISEÑO DE UN SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE MATERIA PRIMA PARA IMPRESIÓN 3D A PARTIR DE RESIDUOS PLÁSTICOS

I. DEFINIR

CONTEXTO Y JUSTIFICACIÓN

 Aproximadamente 12,1 millones de toneladas de residuos sólidos que produce el país anualmente solo el 11,1% es reciclado[1].

 La impresión 3D mediante modelado por deposición fundida (FDM, por sus siglas en inglés), es una de las más usadas por la fácil operación, adquisición de equipos de procesamiento e insumos.

 A partir de la preocupación de los plásticos de un solo uso, se abre la posibilidad de implementar un material sostenible con posible uso en la impresión 3D.

GRUPOS DE INTERÉS

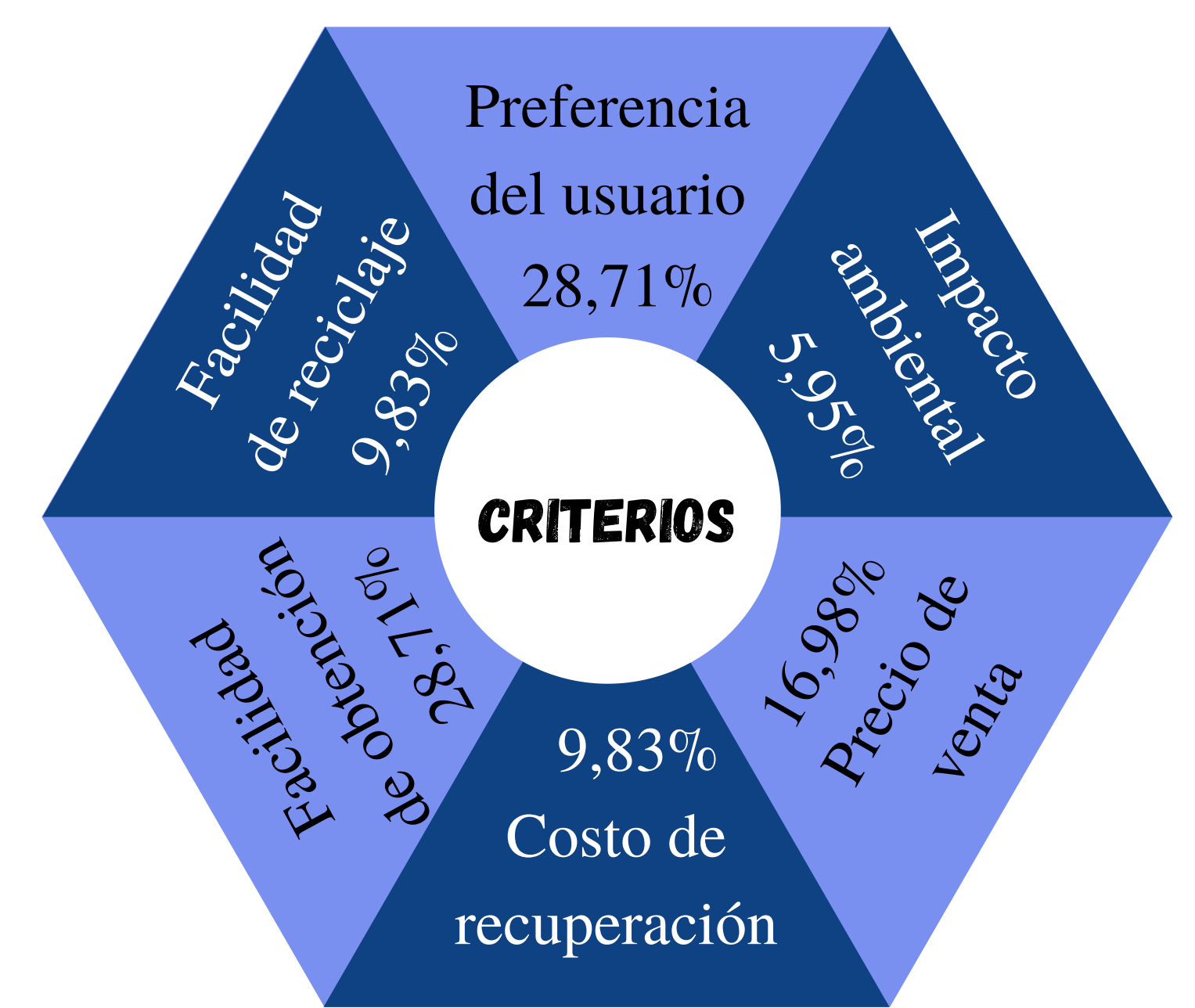
- Cientes
- Equipo de proyecto
- Empresa de apoyo
- Industrias
- Universidad Javeriana Cali
- Entidades reguladoras
- Ministerios



ALTERNATIVAS

- ABS/ABSR
- PLA/PLAR
- PET/PETR

III. ANALIZAR

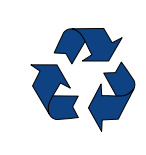
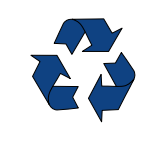
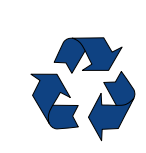
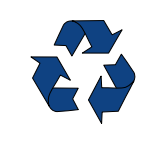



II. MEDIR

INDICADORES DE DESEMPEÑO	ACTUAL	META
Porcentaje de residuos aprovechados	8,3%	≥10%
Proporción de material reciclado	0%	≥10%
Costos del material reciclado	N/A	Min.
Margen bruto por producto	N/A	Max.



OBJETIVOS ESPECÍFICOS

-  Caracterizar las propiedades mecánicas del filamento de PLA virgen y reciclado.
-  Definir las proporciones de PLA reciclado a partir de la evaluación mecánica de diferentes mezclas con polímero virgen.
-  Caracterizar las propiedades físico-térmicas de la mezcla seleccionada.
-  Diseño del proceso de fabricación de un filamento.
-  Evaluar la viabilidad financiera del proceso de producción del filamento.

OBJETIVO GENERAL

Diseñar un sistema productivo para la obtención de un material a partir de la mezcla de PLA reciclado y virgen, susceptible de ser usado en la fabricación de filamentos para impresión 3D.

IV. DISEÑAR

DESARROLLO DEL DISEÑO DE LA SOLUCIÓN

Para los ensayos de tensión, se evaluaron 8 muestras por cada tipo de mezcla, según la ASTM D638 [2]. En el caso de flexión, se evaluó 7 muestras por mezcla bajo los parámetros de la ASTM D790 [3]. Por último se evaluaron 6 muestras por mezcla a través del método tipo A, según la norma ASTM D792 [4]

También se realizó una calorimetría diferencial de barrido (DSC), donde se evaluó una muestra del PLA virgen y reciclado

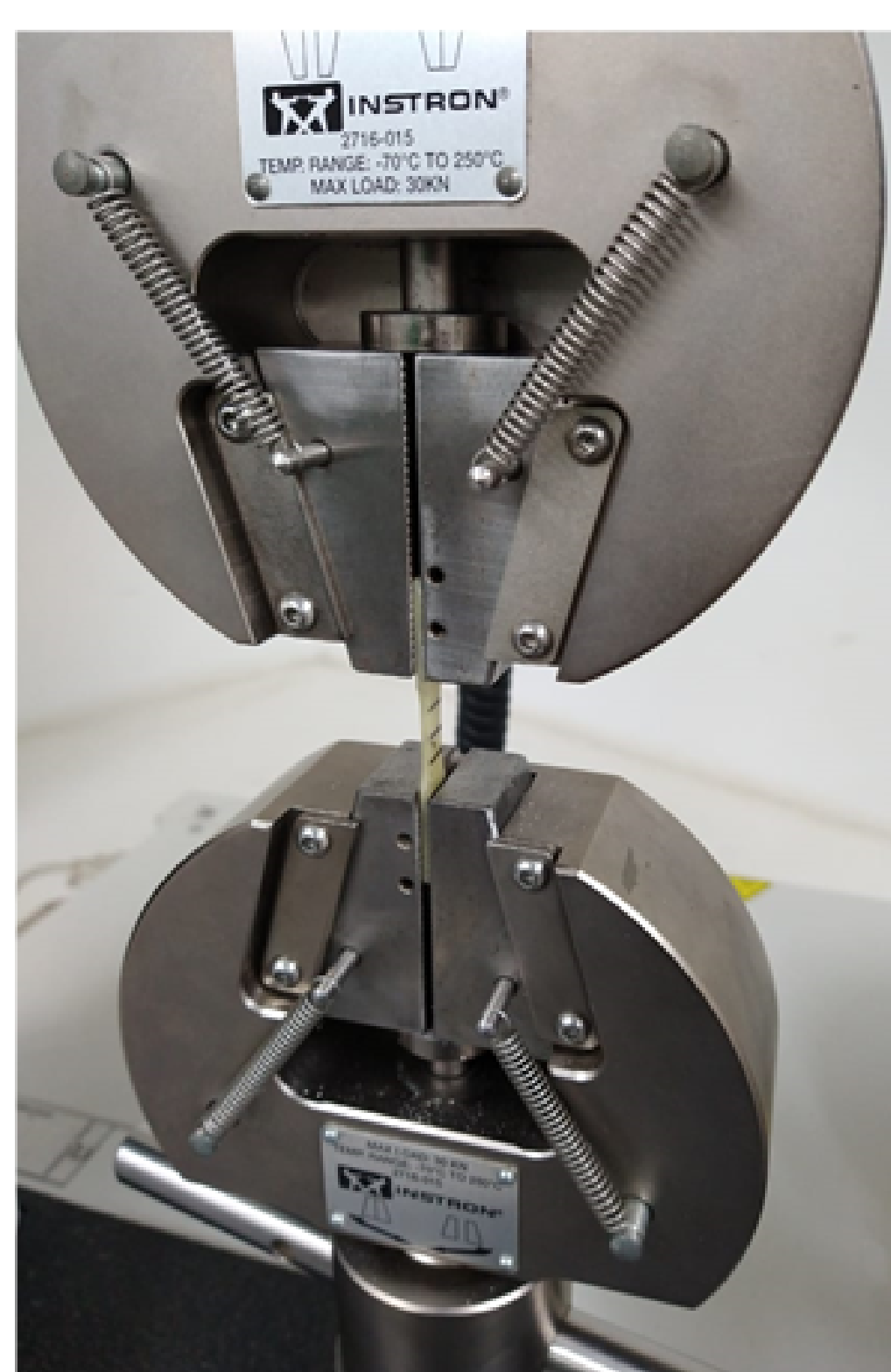


Fig., 1. Ensayo de tensión

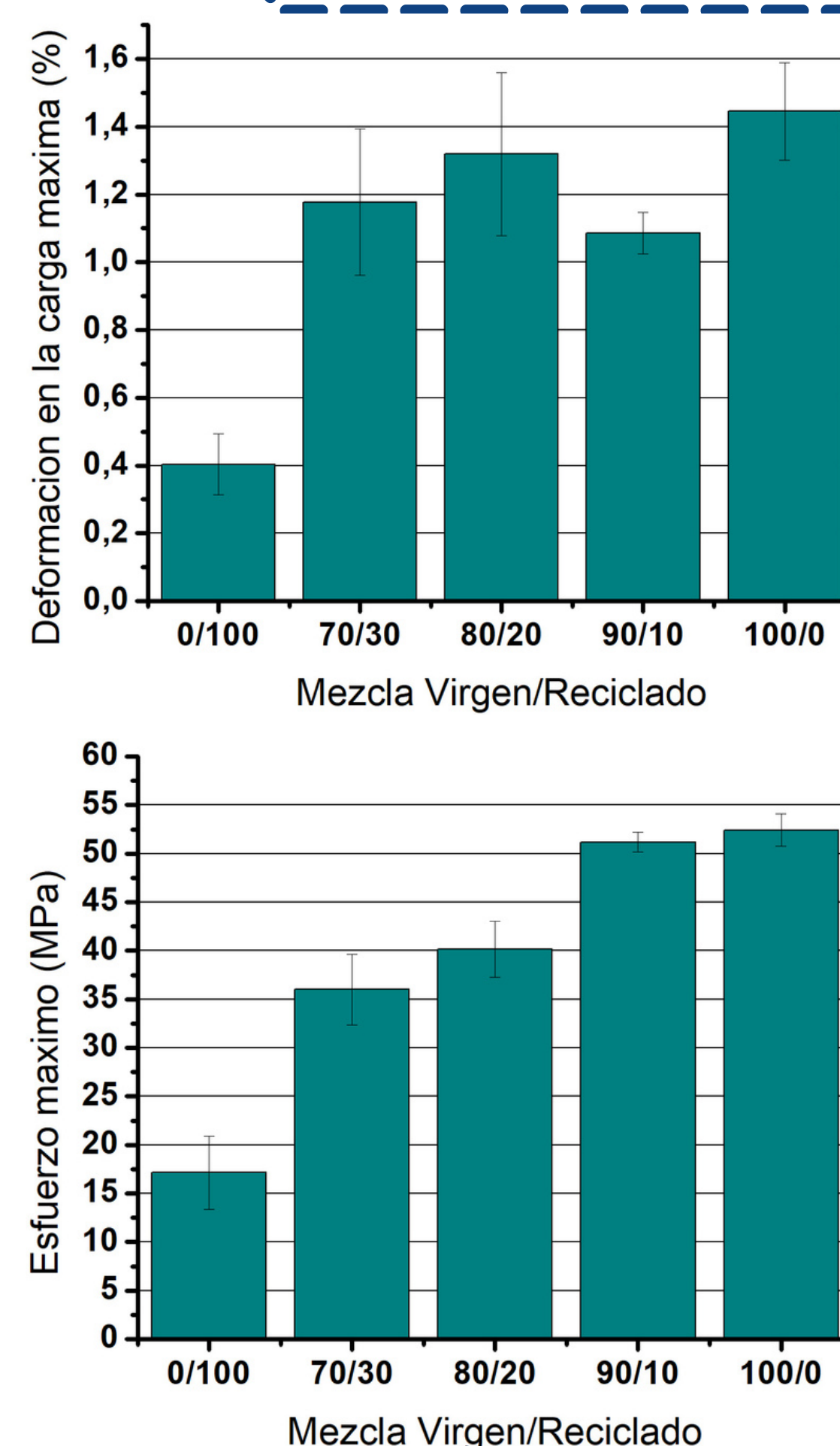


Fig. 2. Graficas de propiedades mecánicas a tensión

VALIDACIÓN DEL DISEÑO PROPUESTO

se realizaron pruebas de prototipado mediante el proceso de extrusión, usando una extrusora equipada con un dado para obtener filamentos con diámetros de 1.75 mm. Después al extruir material con proporciones 90/10, se presentaron dificultades debido al cambio en las propiedades en la reología del material.

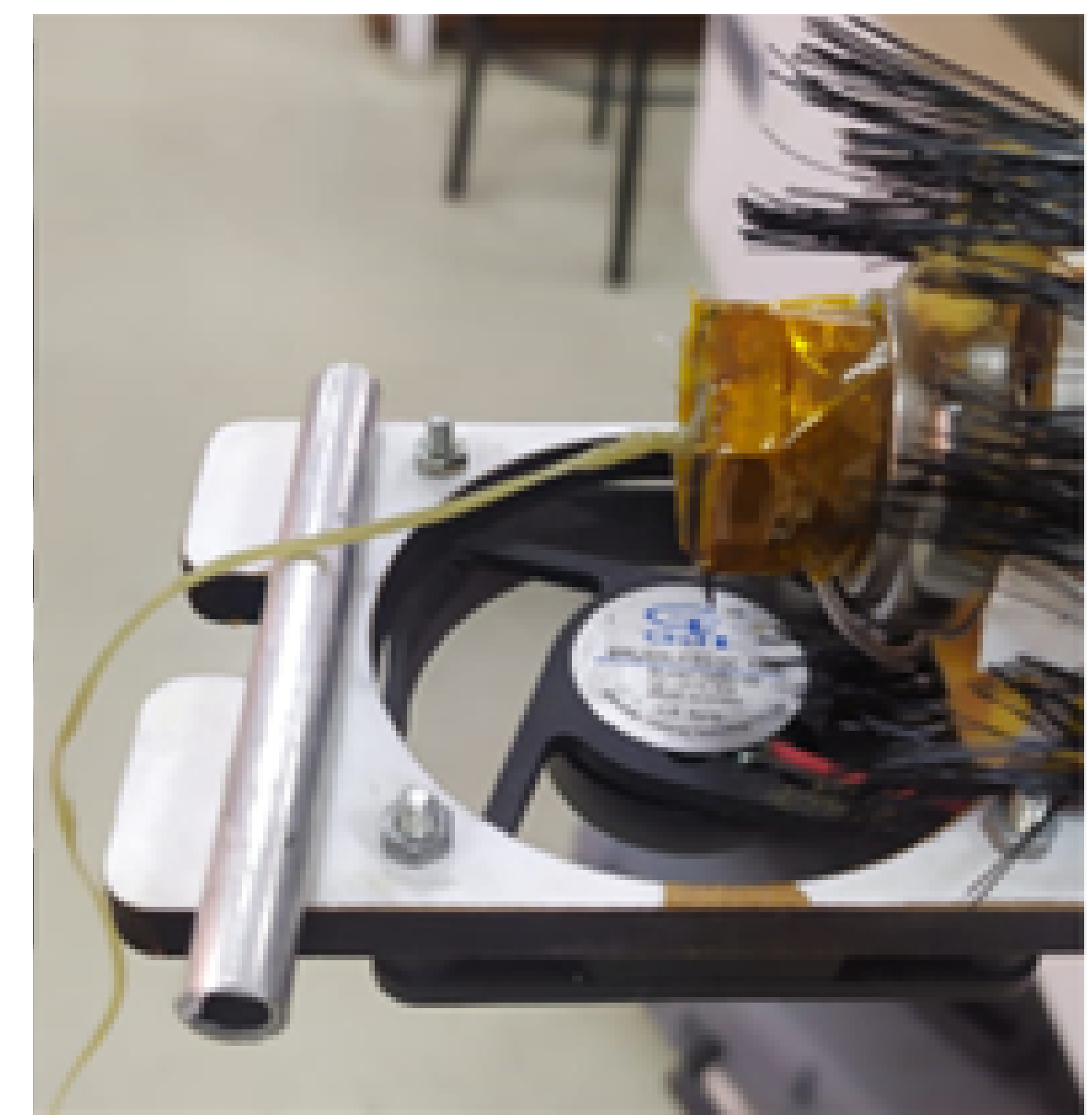


Fig., 3. Prototipado del filamento 90/10

CONCLUSIONES

- La adición de PLA-R al PLA causa una degradación de las propiedades físico-mecánicas en proporción a la cantidad de material reciclado añadido.
- La proporción de mezcla de PLA/PLA-R que obtuvo mayor similitud en las propiedades físico-mecánicas de PLA virgen es de 90/10.
- Una vez definido el precio de venta del filamento de PLA/PLA-R, mediante el análisis de factibilidad financiera, se obtuvo que el proyecto produciría beneficios económicos.
- Mediante un estudio técnico, la elaboración y ejecución de un modelo de simulación, se determinó el número de operarios, máquinas y equipos necesarios en la producción del filamento

V. VERIFICAR

EVALUACIÓN FINANCIERA

	TIO	WACC	Financiación	Activos fijos	Pasivo	Patrimonio
	24%	19,94%	50%	\$ 505.082.045		50%

	FCL	FCLI
VPN	\$ 549.109.593	\$ 260.544.059
TIR	58,59%	44,24%
Riesgo	0,90%	13,60%

REFERENCIAS

- [1] Departamento Administrativo Nacional de Estadística, "Boletín Técnico Cuenta ambiental y económica de flujos de materiales - residuos sólidos," p. 19, 2020.
- [2] ASTM-D638-14, "Standard Test Method for Tensile Properties of Plastics," ASTM Stand., pp. 1-15, 2014.
- [3] ASTM INTERNATIONAL, "Standard Test Methods for Flexural Properties of Unreinforced and Reinforced Plastics and Electrical Insulating Materials. D790," Annu. B. ASTM Stand., pp. 1-12, 2002.
- [4] ASTM D792, "ASTM D792 - 07: Standard Test Methods for Density and Specific Gravity (Relative Density) of Plastics," Am. Soc. Test. Mater., vol. 14, pp. 1-5, 2007.

FICHA TÉCNICA

Propiedades del material	PLA/PLA-R
Proporción de PLA virgen [%]	90
Proporción de PLA reciclado [%]	10
Propiedades mecánicas	
Esfuerzo máximo a tensión [MPa]	51.193
Deformación en carga max. a tensión [%]	1,086
Módulo de elasticidad a tensión [MPa]	5723,017
Esfuerzo máximo a flexión [Mpa]	78.958
Deformación en carga max. a flexión [%]	4,222
Módulo de elasticidad a flexión [MPa]	3380,597
Densidad [g/cm ³]	1,254
Propiedades térmicas	
Temperatura de fusión [°C]	204,37
Temperatura de transición vítrea [°C]	59,99