

DISEÑO MECATRÓNICO DE UNA BASE MÓVIL PARA EL TRANSPORTE DE MATERIALES EN UNA PYME METALMECÁNICA LOCAL

Annan, M¹; Rolle, G^{2,3}; Varela, S^{2,3}; Crespo, M²; Nacusse, M²; Junco, S²
¹ Escuela de Ingeniería Mecánica

² LAC, Laboratorio de Automatización y Control, Escuela de Ingeniería Electrónica
Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura; Universidad Nacional de Rosario

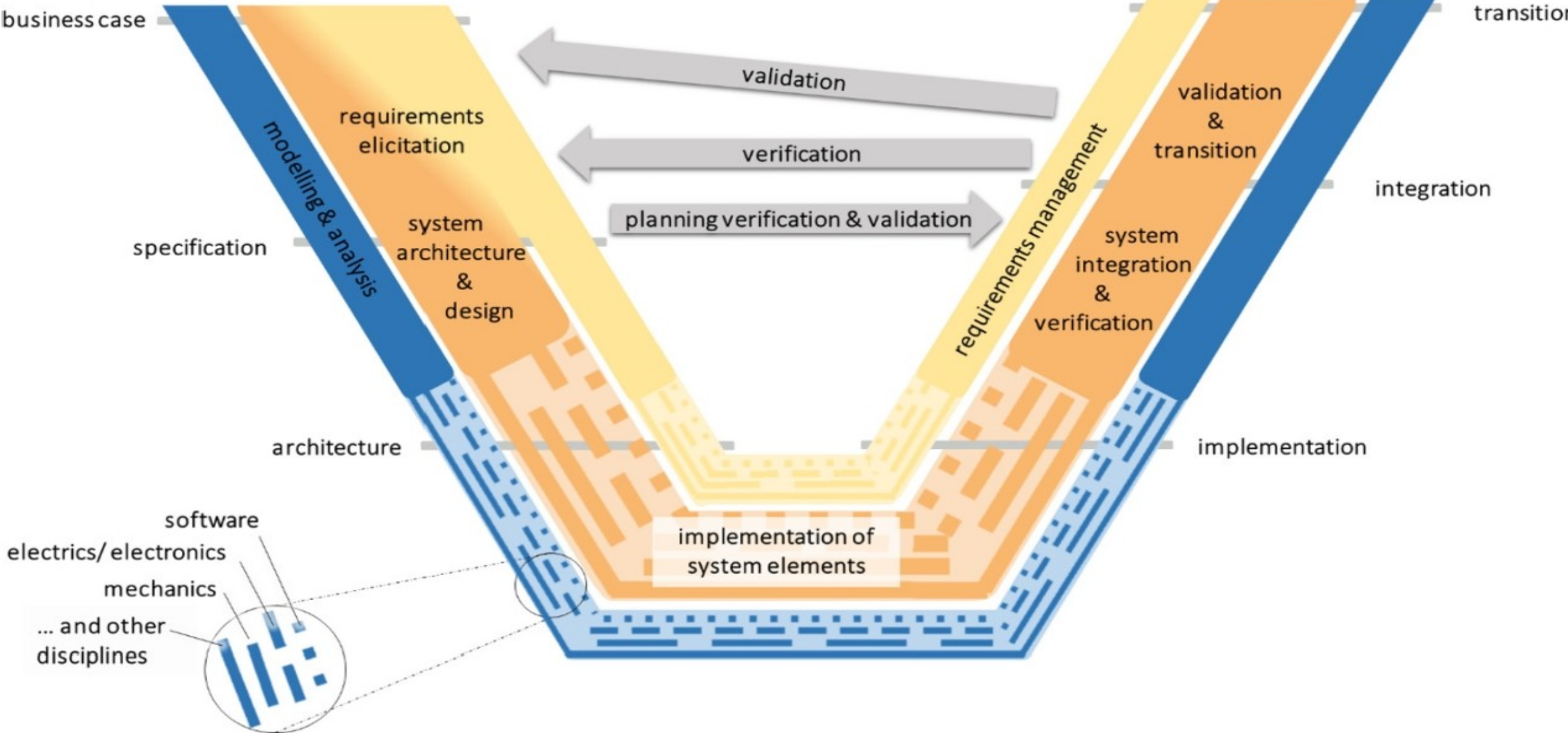
³ CONICET, Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas de Argentina

RESUMEN

Se presentan avances en el desarrollo de un sistema autónomo de transporte de materiales livianos enmarcado en un proyecto de Vinculación Inclusiva 2025 UNR. El proyecto fue planteado como una transferencia tecnológica a la empresa metalmecánica Giampieri, PyME local dedicada a la fabricación de piezas de matricería y productos metálicos de la zona sur de Rosario. La empresa busca reducir los tiempos improductivos destinados a tareas de reposición de materiales sin incurrir en grandes inversiones ni sobrecarga laboral sino incorporando productos con alto contenido tecnológico. El desarrollo de la solución requiere adoptar un enfoque de diseño mecatrónico integral, iterativo y concurrente, previendo la construcción secuencial en etapas con crecientes niveles de autonomía. Se exponen avances en el desarrollo del robot, desde actividades de elicitación de requerimientos hasta la especificación del sistema.

METODOLOGÍA: MODELO “V” DE DISEÑO MECATRÓNICO

- **Requirements Elicitation:** Formalización de las necesidades y deseos del usuario. El resultado es la especificación del sistema.
- **System Architecture & Design:** Diseño y descomposición funcional y de principios lógicos y físicos de la solución.
- **Implementation of System Elements:** Dimensionamiento y diseño detallado por disciplina. Diseño mecánico/electrónico, implementación de algoritmos, etc.
- **System Integration & Verification:** Integración y verificación de componentes en ensamblajes y subsistemas, corroborando la especificación.
- **Validation & Transition:** El sistema totalmente integrado y verificado es validado frente a los requerimientos del usuario/cliente.



ELICITACIÓN DE REQUERIMIENTOS

Necesidades del Usuario:

- Reducir tiempos de reposición de materiales
 - Seguridad de los materiales y operarios.
- Transporte de materiales entre el depósito y las estaciones productivas antes que se agoten.

Condición de validación

$$\begin{matrix} \text{Tiempo} & & \text{Tiempo consumo de materiales} \\ \text{reposición} & < & \\ \text{sistema} & & + \\ & & \text{Tiempo reposición operario} \end{matrix}$$

Análisis del Sistema:

Requisito: transporte autónomo de materiales.

Alternativas Evaluadas:

Sistema Terrestre Estático
Sistema Aéreo
Sistema Terrestre Móvil

Por seguridad, costo, multifuncionalidad y simplicidad, el tipo de sistema seleccionado es el Sistema Terrestre Móvil.

Especificación del Sistema:

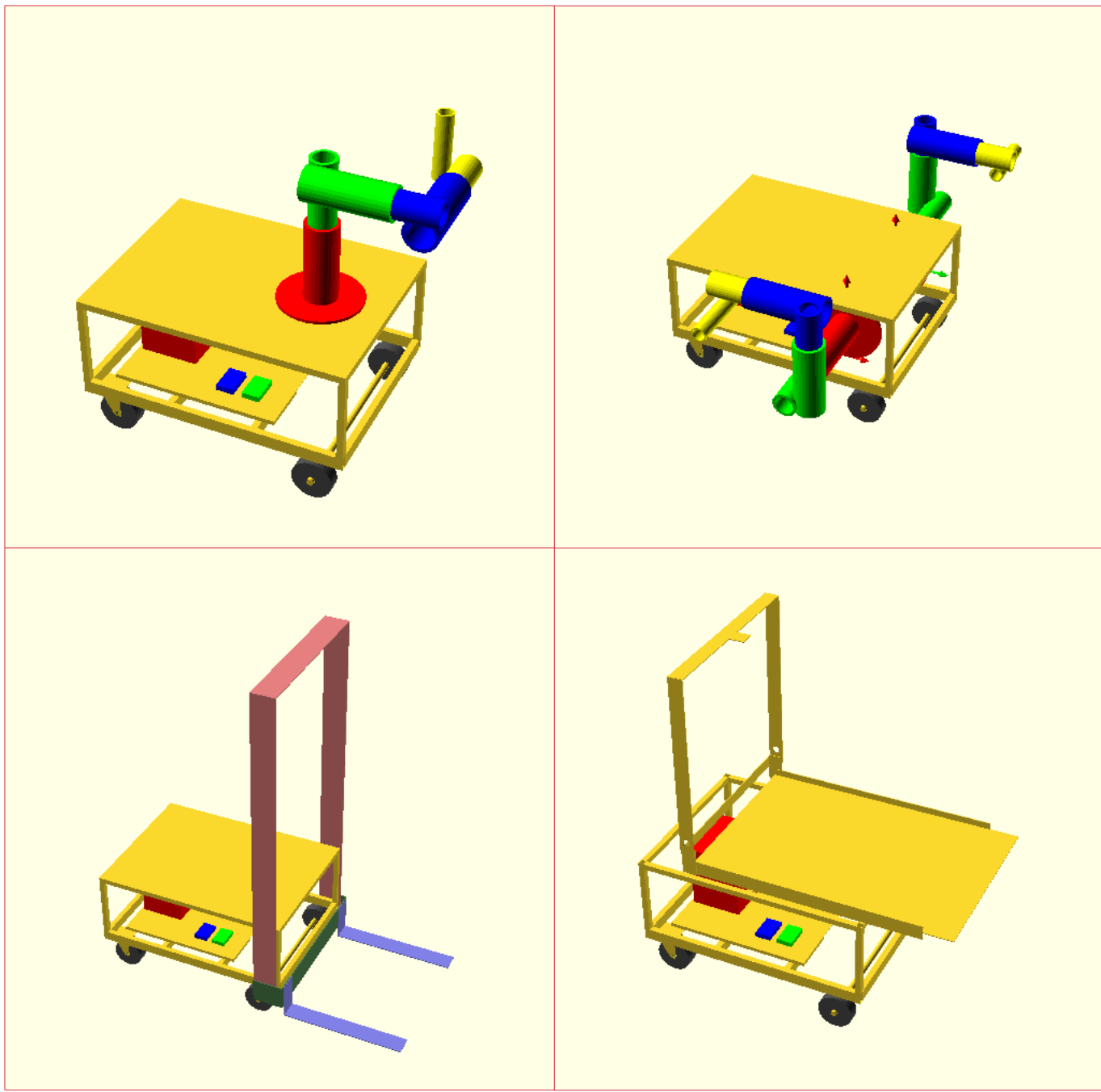
Robot móvil autónomo modular construible por etapas de crecientes niveles de autonomía.

ETAPAS DE CONSTRUCCIÓN	
1	Navegación Manual
2	Navegación Asistida
3	Navegación Autónoma*
4	Manipulación Autónoma**

* etapa final a desarrollar en este proyecto
** capacidades de manipulación incorporables a futuro

DISEÑO Y ARQUITECTURA DEL SISTEMA

Primeras Alternativas



Desventaja común:
no satisfacen restricción de modularidad

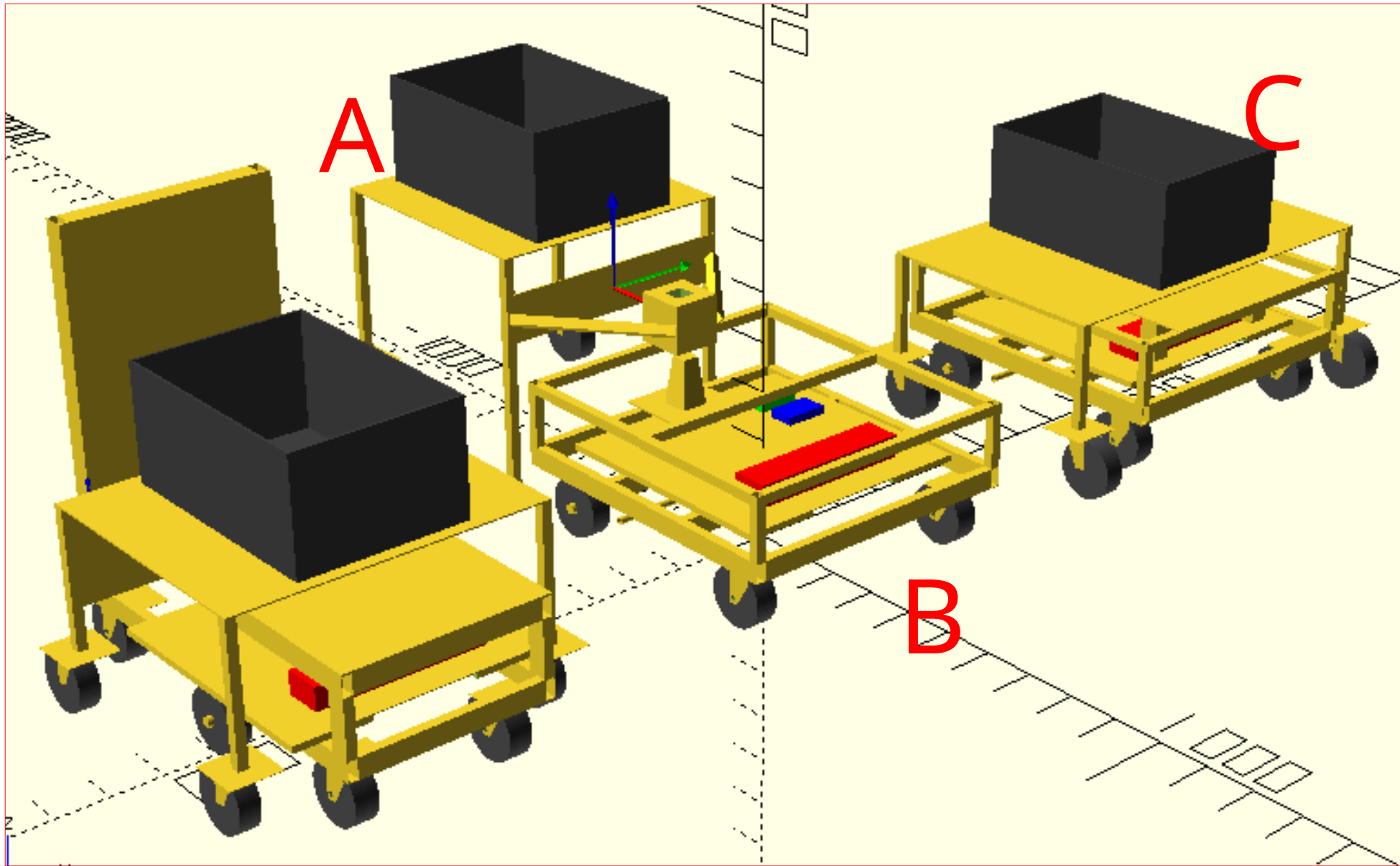
Nuevas Alternativas y Análisis

Restricción de modularidad:
resuelta con 3 subsistemas

SUBSISTEMAS	
1	Base Móvil
2	Mesa Móvil
3	Sistema de Manipulación

Descripción de Alternativas:

- A) Base Móvil empuja una Mesa Móvil con 4 ruedas.
B) Trailer con actuador de acople. Mesa con 2 ruedas.
C) La Base Móvil levanta a la Mesa Móvil y soporta su peso por completo.



	Maniobrabilidad	Complejidad	Costo	Modularidad	Multifuncionalidad	Puntaje
A)	0,091666667	0,01041667	0,0625	0,09166667	0,160416667	0,4167
B)	0,022916667	0,01041667	0,0625	0,16041667	0,091666667	0,3479
C)	0,160416667	0,00416667	0,025	0,02291667	0,022916667	0,2354

CONCLUSIONES

Se presentaron avances en el desarrollo de un robot móvil para el transporte de materiales en una fábrica siguiendo metodologías de diseño mecatrónico (Modelo V). De las actividades de elicitación de requerimientos derivó la especificación del sistema: **robot móvil autónomo modular construible por etapas con crecientes niveles de autonomía**. Se evaluaron diferentes alternativas solución de diseño en base a criterios como: *maniobrabilidad, complejidad, costo, modularidad y multifuncionalidad*. La alternativa con mejor puntaje consiste de mesas móviles empujadas por la base móvil. Estos avances constituyen la base para la selección de la configuración física del robot y su posterior diseño detallado.

REFERENCIAS

- [1] Rolle, G., Nacusse, M., & Junco, S. (2025). MBSE-Supported Mechatronic Design of a Mobile Robot for Indoor Material Transportation in a Metalworking Factory. IX CAIM-IV CAIFE.
- [2] Graessler, I., & Hentze, J. (2020). The new V-Model of VDI 2206 and its validation. At - Automatisierungstechnik, 68(5), 312-324.

PROYECTO

Vinculación Inclusiva 2025 – 80020250200073UR: “Rediseño Mecatrónico Basado en Modelos y Construcción de una plataforma para la asistencia a la movilidad de personas y una base móvil para el traslado de cargas.” Proyectos Vinculación Tecnológica UNR 2025