

Mejora de la Calidad Laboral en el Sector Ladrillero del Norte de la Provincia de Santa Fe

Improving Labor Quality in the Brickmaking Sector of Northern Santa Fe Province

Presentación: 30/10/2025

Agustín Muñoz

Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Reconquista , Argentina
agustinmunoz116@gmail.com

Elías Jones

Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Reconquista , Argentina
Eliasjonea122@gmail.com

Gerardo Cintes

Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Reconquista , Argentina
gerardocintes@gmail.com

Nicolás Faccioli

Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Reconquista , Argentina
nicofaccioli243@gmail.com

Resumen

Este proyecto de la UTN - Facultad Regional Reconquista abordó los desafíos del sector ladrillero artesanal en el norte de Santa Fe, caracterizado por baja productividad, altos costos, variabilidad en la calidad y condiciones laborales precarias que aumentan el riesgo de lesiones.

Como respuesta, se diseñó y construyó un prototipo digital de máquina automática para el moldeo y corte de ladrillos, integrando en un único sistema las dos etapas principales del proceso. La metodología se basó en una articulación académica entre las cátedras de Diseño Mecánico Asistido por Computadora, Tecnologías de Fabricación Digital y el Grupo de Diseño Mecánico (GRUDIM). Se aplicaron principios de ergonomía y diseño paramétrico para reducir el esfuerzo físico y optimizar posturas.

Los resultados demuestran la viabilidad técnica del prototipo y su potencial para mejorar la eficiencia, calidad y sostenibilidad, reafirmando el rol de la universidad como agente de cambio social e innovación tecnológica.

Palabras clave: Diseño Mecánico Asistido por Computadora, Ergonomía, Vinculación Tecnológica, Producción Artesanal, UTN-FRRq.

Abstract

This FRRq project addressed the challenges of the artisanal brickmaking sector in northern Santa Fe. The local industry suffered from low productivity, prohibitive costs, and precarious working conditions, which generated an elevated risk of injury for workers.

In response, a digital prototype of an automatic machine for molding and cutting bricks was designed. The methodology was based on a constructive collaboration between the Computer-Aided Mechanical Design and Digital Manufacturing Technologies (GRUDIM) departments. Ergonomics and parametric design principles were applied to optimize movements and postures, reducing physical strain.

The results demonstrate the viability of the prototype and its potential to improve efficiency and quality, as well as contribute to sustainability and improved working conditions. This work reaffirms the university's role as an agent of social change, creating technological solutions that strengthen the local industry.

Keywords: Computer-Aided Mechanical Design, Ergonomics, Technological Linkage, Artisan Production, UTN-FRRq.

1. Introducción

La vinculación entre academia y sector productivo es clave para el desarrollo sostenible regional. Este proyecto de la UTN - Facultad Regional Reconquista aborda una problemática central del norte santafesino: la industria del ladrillo artesanal. Pese a su importancia local, el sector enfrenta baja productividad, altos costos y variabilidad en la calidad, además de condiciones laborales precarias que generan riesgos musculoesqueléticos.

Para responder, se diseñó y construyó un prototipo de máquina automática de moldeo y corte que integra ambas etapas del proceso. El proyecto articuló las cátedras de Diseño Mecánico y Tecnologías de Fabricación Digital con el GRUDIM-UTN-FRRq, aplicando ergonomía y diseño paramétrico para reducir el esfuerzo físico.

Así, se propone una solución que mejora eficiencia y sostenibilidad de la industria, dignifica el trabajo y reafirma a la universidad como agente de cambio social mediante transferencia de conocimiento, fortaleciendo la producción local y promoviendo un crecimiento equitativo y sostenible.

2. Materiales y métodos

Se propuso una solución tecnológica desarrollada íntegramente en la UTN-FRRq, con un equipo integrado por GRUDIM y estudiantes avanzados. El proyecto se estructuró en cátedras de 2º año de Ingeniería Electromecánica como trabajos prácticos que incluyeron relevamiento, análisis, diseño y validación técnica.

Materiales: Se seleccionaron insumos accesibles y duraderos con base en la cátedra de Materiales. La estructura se construyó con perfiles de acero; el accionamiento incluyó motorreductores eléctricos, ejes, rodamientos y cinta de caucho reforzado; el corte, con cuchillas de acero templado. Para diseño y validación virtual se usaron SolidWorks, Inventor y Blender, con análisis estructurales y de movimiento basados en la cátedra de Estabilidad.

Metodología:

1. **Diagnóstico:** Relevamiento de campo y entrevistas a productores de ladrillos del norte santafesino, identificando problemas productivos y ergonómicos. Se realizó además un análisis comparativo de máquinas nacionales, detectando brechas en costos, repuestos y ergonomía.
2. **Diseño y modelado:** Desarrollo conceptual de subsistemas (mezclado, extrusión, transporte y corte), priorizando robustez, eficiencia y simplicidad. Se generaron prototipos paramétricos en Inventor con despiece y lista de materiales.
3. **Simulación y documentación:** Validación estructural y cinemática de los modelos; evaluación de alternativas de corte (manual, motorizada, por cadena), seleccionando la más viable. Se elaboraron planos, listado de proveedores y manual preliminar de operación.

3. Resultados y discusión

En el marco de las cátedras de Tecnologías de Fabricación Digital y Diseño Mecánico Asistido por Computadora, dirigidas por los ing. Walter Ariel Soto y Alejandro Fabbro (GRUDIM-UTN-FRRq), se desarrolló una máquina semiautomática de moldeo de ladrillos, considerando diseño funcional, viabilidad local y necesidades del mercado nacional.

Contribuciones ergonómicas:

1. **Productividad:** Posturas cómodas reducen fatiga y mantienen ritmo constante.
2. **Prevención:** Se evitan lesiones por posturas forzadas, movimientos repetitivos y cargas pesadas.
3. **Condiciones laborales:** Se eliminan tareas físicas obsoletas y se dignifica el trabajo mediante automatización.
4. **Sostenibilidad:** Menos ausencias, rotación y accidentes, asegurando viabilidad económica y social.

En conjunto, la ergonomía convierte el diseño en una herramienta que mejora eficiencia, seguridad y bienestar, reafirmando el compromiso del proyecto con innovación y justicia social.

Medidas Ergonómicas para el Puesto de Trabajo

Se aplicaron medidas ergonómicas en la máquina y el puesto de trabajo para mejorar postura, seguridad y productividad. La altura de la superficie se ajusta según la tarea: por encima del codo para precisión, a la altura del codo para tareas ligeras y por debajo para trabajos pesados, minimizando tensión en hombros, cuello y espalda.

El puesto permite alternar posturas, incluye reposapiés y alfombras antifatiga, y facilita la manipulación de cargas usando piernas y manteniendo materiales entre cadera y hombro, reduciendo el riesgo de lesiones según el Manual de NIOSH.

La mecanización de mezclado y extrusión reemplaza esfuerzos manuales y uso de animales mediante tolvas y cintas elevadoras, aumentando seguridad y eficiencia del operario.

Configuración de la línea de producción

El diseño propuesto se basa en un enfoque de flujo de trabajo secuencial, donde cada componente desempeña un rol específico en la transformación de la arcilla en ladrillos. La línea de producción se compone de las siguientes unidades operacionales, cada una diseñada para optimizar una fase del proceso:

- Unidad de Mezclado (Mezclador): Etapa inicial donde la arcilla se prepara para la extrusión. Se evaluaron dos conceptos: mezclador de eje horizontal (fig. 1), acoplado a la extrusora, y mezclador de tambor con paletas (fig. 2), que homogeniza mediante rotación. Su objetivo, según la ingeniería de procesos, es obtener consistencia uniforme y adecuada humedad, esenciales para la calidad del ladrillo.

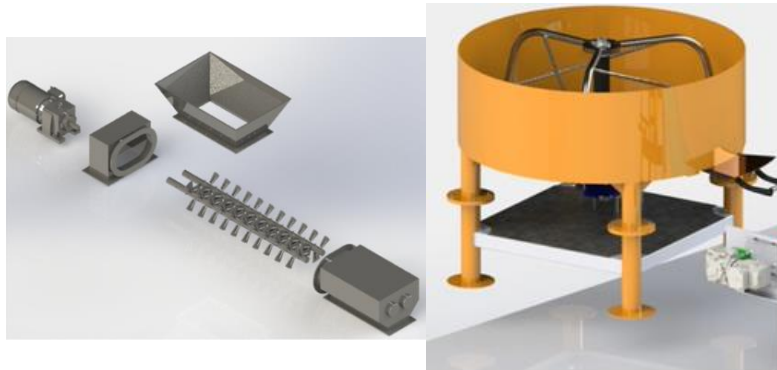


Figura 1 y 2. Sistemas de mezclado de eje horizontal/Sistema de mezclado a tambor y paletas

- Extrusora: En esta unidad, la masa de arcilla se moldea a través de una boquilla o matriz (figura 3), creando un "bloque" de material continuo (figura 4). Este proceso se basa en los principios de la extrusión de materiales cerámicos, donde la presión y la fricción son controladas para obtener la forma deseada.

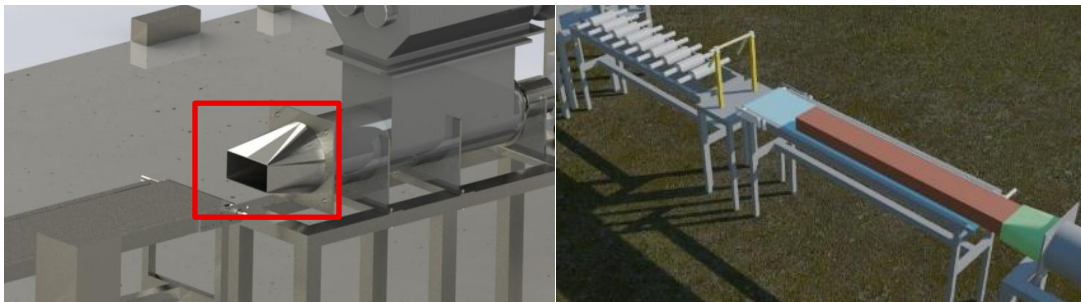


Figura 3 y 4. Conjunto extrusor moldeador de arcilla

- Sistema de Transporte por Cinta (Cinta Transportadora): Esta actúa como componente logístico que recibe la arcilla extruida y la traslada de forma continua y constante a la siguiente estación. Se emplea caucho reforzado por su durabilidad y resistencia a la abrasión, según estudios de ingeniería de materiales.
- Unidad de corte por bloques: Esta estación tiene como función dividir la masa de arcilla en bloques discretos y regulares. De esta manera, se facilita su manipulación y se prepara el material para el corte final, asegurando un proceso más ordenado y eficiente.

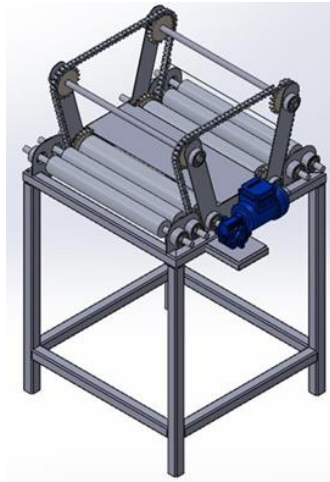


Figura 5. Unidad de corte modular

- Mecanismo de Rodillos de Deslizamiento: Tras segmentar la arcilla en bloques, asegura su movimiento controlado y preciso hacia el corte final. Con rodillos motorizados o pasivos, minimiza fricción y posiciona cada pieza, siguiendo criterios de automatización industrial.

Desarrollo de los sistemas de corte

Una parte clave del proyecto fue el desarrollo de sistemas de corte, liderado por GRUDIM junto con la cátedra de Tecnologías de Fabricación Digital, generando modelos digitales de corte y otros componentes.

- Sistema de Corte de Accionamiento Alternativo: Basado en motorreductor y excéntrico (figs. 6 y 7), convierte la rotación en movimiento lineal alternativo, adecuado para cortar arcilla. Su diseño se fundamenta en la cinemática de mecanismos, garantizando precisión y eficiencia.



Figuras 6 y 7. Sistema mecánico compuesto por motorreductor y mecanismo excéntrico.

- Sistema de Corte de Operación Manual: Accionado por palancas (fig. 8), aplica principios de máquinas simples para amplificar la fuerza del operario y facilitar el corte. Cumple la misma función que el sistema automatizado, pero como alternativa robusta y de bajo costo para preparar el material en la unidad de corte modular.



Figura 8. Sistema de corte manual

Análisis estático y funcional con elementos finitos

Este trabajo propone aplicar la metodología de Elementos Finitos (FEA) en SolidWorks para analizar la máquina cortadora de ladrillos, predecir su comportamiento estructural, validar el diseño y proponer mejoras que fortalezcan la seguridad y competitividad de la industria. El uso de ingeniería asistida por computadora resulta indispensable, ya que el FEA ofrece una herramienta predictiva más ágil y económica que el prototipado físico tradicional.

Una vez realizada la simulación por elementos finitos, se obtuvieron los siguientes resultados:

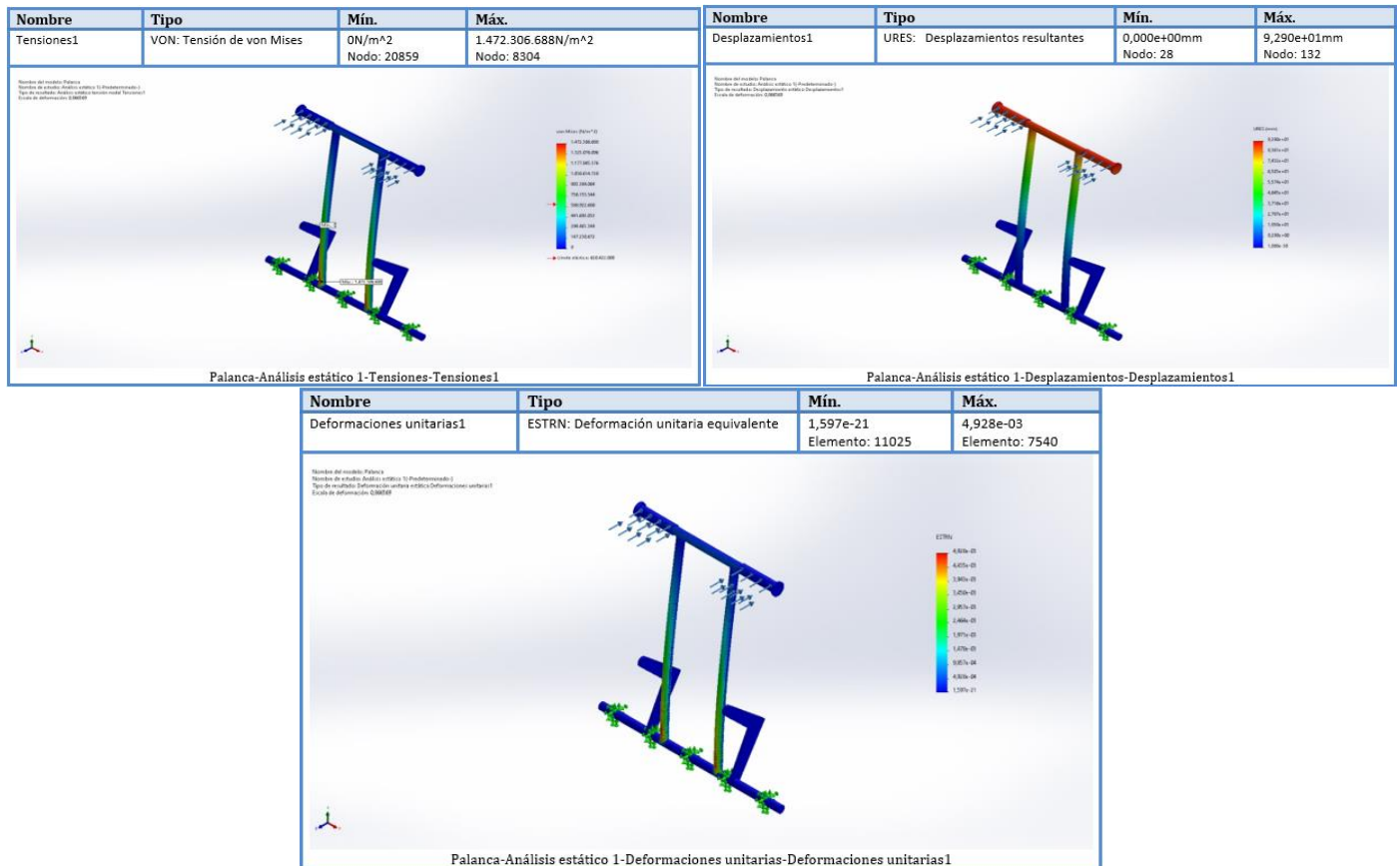


Figura 9, 10 y 11. Resultados Von Mises, desplazamientos y deformación unitaria equivalente brazo

Resultados:

- Modelo computacional integrando mezclado, extrusión, transporte y corte.
- Prototipos virtuales con despiece técnico y especificaciones de mecanizado.
- Renders 3D y simulaciones que validan funcionalidad.
- Análisis ergonómico que reduce esfuerzo físico de operarios.
- Listado de proveedores nacionales que disminuye costos y dependencia de importados.

Discusión:

La mecanización propuesta es viable frente a métodos artesanales, mejora productividad, calidad y condiciones laborales, y resulta competitiva frente a máquinas importadas sin elevar costos.

4. Conclusiones

El desarrollo de la máquina de moldeo de ladrillos comunes integra ingeniería académica, investigación aplicada y extensión socio productiva mediante la colaboración entre las cátedras de la UTN y el GRUDIM, abordando necesidades reales del sector ladrillero.

La solución es innovadora, sustentable y accesible, al integrar las etapas de mezclado, extrusión y corte en un sistema automatizado que optimiza la producción, reduce la mano de obra manual, elimina prácticas rudimentarias como la tracción animal y mejora las condiciones laborales. Se priorizó el uso de materiales y componentes nacionales, lo que reduce costos y dependencia de importaciones, favorece la sostenibilidad y fortalece la cadena de valor local, con perspectivas de futura transferencia tecnológica a pequeños y medianos productores.

Además, las simulaciones por elementos finitos identificaron zonas críticas en el brazo de palanca que superan el límite de fluencia, evidenciando la necesidad de rediseño para garantizar la durabilidad, confiabilidad y desempeño seguro del sistema. En conjunto, el proyecto no solo desarrolla un prototipo, sino que demuestra cómo la investigación académica puede generar tecnología con impacto social y económico, fortaleciendo la competitividad local y consolidando a la universidad como agente de cambio en el desarrollo regional.

Referencias bibliográficas

- American Psychological Association. (2020). *Publication Manual of the American Psychological Association* (7th ed.). American Psychological Association.
- Hibbeler, R. C. (2014). *Mecánica de materiales* (8a ed.). Pearson Education.
- Beer, F. P., Johnston, E. R., DeWolf, J. T., & Mazurek, D. F. (2017). *Mecánica de materiales* (7a ed.). McGraw-Hill.
- Callister, W. D., & Rethwisch, D. G. (2018). *Science and Engineering of Materials: An Introduction* (10th ed.). Wiley.
- Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2018). *Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches* (5th ed.). SAGE Publications.
- Blessing, L. T. M., & Chakrabarti, A. (2009). *DRM, a design research methodology: A study on research into design* (2nd ed.). Springer.
- Norton, R. L. (2019). *Diseño de máquinas: Un enfoque integrado* (5a ed.). Pearson Education.
- Shigley, J. E., & Budynas, R. G. (2012). *Mechanical Engineering Design* (9th ed.). McGraw-Hill Education.
- Smith, W. F., & Hashemi, J. (2015). *Fundamentos de la ciencia e ingeniería de los materiales* (5a ed.). McGraw-Hill Education.