

Artículo:

Propuesta de automatización del proceso de prefabricación de plataformas marítimas

Proposal for automation of the prefabrication process of offshore platforms

Blanca-Nelva Castillo-Bolaños¹, Jesús Esquivel-Rodríguez¹, Omar Castillo-Castillo¹, Noemí Pérez-Robledo¹, José-Guadalupe Jaramillo-Arias¹

Revista Interdisciplinaria de
Ingeniería Sustentable y Desarrollo
Social (RIISDS)

Recibido: 26 de octubre de 2024
Aceptado: 26 de noviembre de 2024
Publicado: 20 de diciembre de 2024

Publicación anual editada por el
**Instituto Tecnológico Superior de
Tantoyuca**

Desv. Lindero Tametate, S/N
Col. La Morita
C.P. 92100
Tantoyuca, Veracruz, México.
Teléfono: 789 8931680, Ext.196.

Correo electrónico:
revistadigital@itsta.edu.mx

Sitio WEB
<https://itsta.edu.mx/revistadigital>

ISSN 2448-8003

Editor responsable:
Dr. Horacio Bautista Santos

Copyright: Este artículo es de acceso
abierto distribuido bajo los términos y
condiciones de la licencia Creative
Commons
[https://creativecommons.org/licenses/b
y/4.0/](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

¹ Tecnológico Nacional de México – Instituto Tecnológico de Ciudad Madero, Tamaulipas, México.

* Autor corresponsal: nelva061@hotmail.com

Resumen: En esta propuesta de automatización del proceso de prefabricación de plataformas marinas, específicamente en el área de soldadura, se realizó una evaluación de la viabilidad técnica de implementar dicha tecnología, y así conocer si es posible integrar sin problemas los sistemas automatizados al proceso existente, se investigó sobre la maquinaria y equipo adecuados para el proceso y se procedió a realizar de manera detallada la propuesta de automatización, como parte de ello se contempló la capacitación del personal que estará a cargo de la estación automatizada, buscando garantizar una operación eficaz de los sistemas. Se espera que, para el momento que la empresa decida implementar la presente propuesta, se observe un aumento significativo en la eficiencia operativa, con tiempos de producción optimizados, una mejora sustancial en la calidad de las soldaduras, una reducción considerable de los costos relacionados con la corrección de defectos y mermas de material, mayor competitividad en términos de costos y tiempos de entrega, así como un entorno laboral más seguro y saludable para los trabajadores, y también oportunidades de desarrollo profesional para el personal que estará a cargo de la celda automatizada.

Palabras clave: Automatización, optimización, productividad, plataformas marinas.

Resumen

En esta propuesta de automatización del proceso de prefabricación de plataformas marinas, específicamente en el área de soldadura, se realizó una evaluación de la viabilidad técnica de implementar dicha tecnología, y así conocer si es posible integrar sin problemas los sistemas automatizados al proceso existente, se investigó sobre la maquinaria y equipo adecuados para el proceso y se procedió a realizar de manera detallada la propuesta de automatización, como parte de ello se contempló la capacitación del personal que estará a cargo de la estación automatizada, buscando garantizar una operación eficaz de los sistemas. Se espera que, para el momento que la empresa decida implementar la presente propuesta, se observe un aumento significativo en la eficiencia operativa, con tiempos de producción optimizados, una mejora sustancial en la calidad de las soldaduras, una reducción considerable de los costos relacionados con la corrección de defectos y mermas de material, mayor competitividad en términos de costos y tiempos de entrega, así como un entorno laboral más seguro y saludable para los trabajadores, y también oportunidades de desarrollo profesional para el personal que estará a cargo de la celda automatizada.

Palabras clave: Automatización, optimización, productividad, plataformas marinas

Abstract

In this proposal for the automation of the prefabrication process of offshore platforms, specifically in the welding area, an evaluation of the technical feasibility of implementing such technology was carried out, and thus know if it is possible to integrate the automated systems into the existing process without problems, the appropriate machinery and equipment for the process was investigated and the automation proposal was carried out in detail. As part of this, the training of the personnel who will be in charge of the automated station was contemplated, seeking to guarantee an effective operation of the systems. It is expected that, by the time the company decides to implement this proposal, a significant increase in operational efficiency will be observed, with optimized production times, a substantial improvement in the quality of welds, a considerable reduction in costs related to the correction of defects and material losses, greater competitiveness in terms of costs and delivery times, as well as a safer and healthier work environment for workers, and also

professional development opportunities for the staff who will be in charge of the automated cell.

Keywords: Automation, optimization, productivity, offshore platforms

Introducción

El sector productivo enfrenta un ambiente muy cambiante de acuerdo al avance y creación de nuevas tecnologías, que lo impulsa a mejorar continuamente los sistemas para la elaboración de sus artículos (Mejía et al., 2019), por lo cual deberá utilizar técnicas de manufactura modernas para optimizar sus procesos y obtener productos de calidad y a menor costo (Muñoz, 2021); la industria 4.0 representa su oportunidad de trabajar con tecnologías avanzadas y que en su aplicación cuidan el medio ambiente (Rivera et al., 2017).

La utilización de la automatización en procesos industriales es considerada una decisión acertada para lograr la competitividad de las empresas, ya que proporciona un alto grado de productividad y la eliminación de trabajos operativos riesgosos (Alcocer et al., 2020), así también le dará flexibilidad para atender a sus clientes en tiempo real y con menores costos, la efectividad de la empresa está sustentada en sus procesos (Medina et al., 2017). Esto representa un gran reto para cualquier organización que quiere estar en la preferencia de sus clientes, puesto que deberá destinar suficientes recursos económicos para adquirir equipo, maquinaria, herramientas y preparar a sus trabajadores en su manejo y programación, a fin de que cada actividad realizada agregue valor al proceso (Vargas y Camero, 2021), entonces un buen programa de capacitación será necesario para que el recurso humano adquiera los conocimientos, habilidades y destrezas que le permitan su desempeño exitoso (Martínez et al., 2017), de igual manera, la optimización deberá estar presente en el uso racional de los recursos utilizados en dicho proceso para lograr una disminución de costo en la organización (Moncayo y Nilsson, 2021). Así mismo deberá mejorar sus métodos y procedimientos con eficiencia y efectividad, basado en la cultura organizacional de la sustentabilidad ambiental (Franco et al., 2021).

Los sistemas automatizados forman parte de lo que se denomina la cuarta revolución industrial, junto a la robótica e inteligencia artificial, entre otros, desarrollados para desplazar la acción de la mano de obra, sobre todo la operativa (Inzunza et al., 2020).

Las plataformas petroleras son grandes estructuras cuyo objetivo es extraer petróleo y gas natural de suelos marinos. La operación de soldadura es crucial en la construcción de estas estructuras marítimas, ya que proporcionan la unión entre diferentes componentes, como vigas, placas y refuerzos (Gutiérrez et al., 2022); el ensamble de diversas partes componentes a través de esta técnica requiere de un trabajo muy especializado siguiendo las reglas de seguridad pertinentes, ya que, el ambiente laboral es muy riesgoso para la salud del trabajador (Vázquez y Cruz, 2023). En ello es determinante tener una visión integral de los resultados esperados y enfocarse en cambios e innovaciones con la incorporación de nuevas tecnologías que aseguren la calidad del trabajo realizado (Aguilera et al., 2016). La soldadura robótica por medio de la inteligencia artificial provee de operaciones óptimas al disminuir los tiempos de producción y los costos de operación y por consecuencia obtener procesos de calidad (Ortiz y Fuquen, 2016); y algo muy importante, previene accidentes para proteger la vida y la salud de los trabajadores, así como salvaguardar y cuidar las instalaciones industriales (Chamocho, 2014). Las industrias ensambladoras de autos como Audi, Kia, Nissan, por mencionar algunas, utilizan la robótica principalmente en el proceso de pintura y soldadura, para asegurar la calidad de sus productos y elevar la productividad.

Por lo anterior se presenta una propuesta de automatizar el proceso de soldadura en la prefabricación de plataformas marítimas.

Caso de estudio

La empresa se dedica a proporcionar servicios de construcción, mantenimiento y reparación a la rama de plataformas marinas dentro del sector energético; con el propósito de disminuir los defectos en la soldadura utilizada en el proceso de prefabricación, así como la dependencia de la mano de obra, la cual expone a los trabajadores al desgaste físico y la fatiga como producto de la naturaleza del proceso actual, y, en búsqueda de un aumento en la eficiencia, productividad y calidad en la producción, se ha desarrollado una propuesta para automatizar la soldadura en el proceso de prefabricación de plataformas marítimas.

Materiales y métodos

Análisis de la problemática en el proceso de soldadura.

Existe la presencia de un alto índice de defectos en las soldaduras realizadas durante la prefabricación de plataformas marítimas de perforación. Se utilizan varios tipos de soldadura, como SMAW, FCAW y GTAW. Aunque los métodos de soldadura manual han sido efectivos en muchos aspectos, se han identificado limitaciones significativas que afectan la eficiencia, calidad y seguridad en la producción de plataformas. Las soldaduras son elementos cruciales en la construcción de estructuras marítimas, ya que proporcionan la unión entre diferentes componentes, como vigas, placas y refuerzos.

De acuerdo al análisis realizado este problema surge debido a una variedad de razones, que incluyen la utilización de equipos deficientes o mal mantenidos, la falta de procedimientos y controles de calidad efectivos y de habilidades y capacitación adecuadas del personal de soldadura, al presentar este proceso defectos como fisuras, porosidades, falta de penetración y desalineación. El diagrama de la figura 1 muestra las causas de los defectos en el proceso de soldadura.

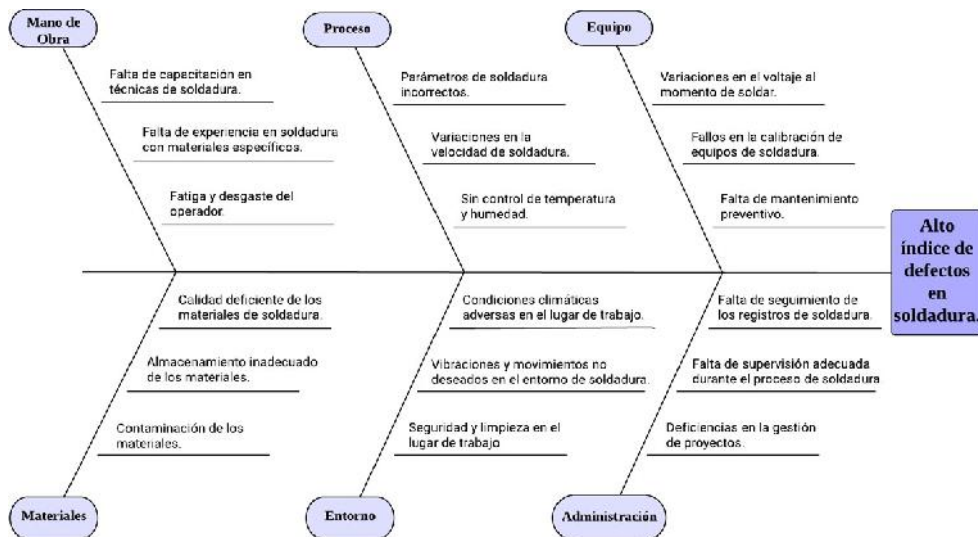


Figura 1. Alto índice de defectos en el proceso de soldadura.

Fuente: los Autores.

Tecnologías de automatización aplicables al proceso de prefabricación de plataformas marítimas.

De acuerdo al proceso de prefabricación de plataformas, en el cual se realizan actividades claves como corte, habilitado y soldadura, se pueden proponer equipos

específicos para mejorar la eficiencia y la calidad. En el siguiente listado se muestran los tipos de tecnologías automatizadas aplicadas a este proceso:

-) Robots de Soldadura.
-) Sistemas de Transporte.
-) Equipos de Inspección de soldadura.
-) Sistemas de Manejo de Materiales.
-) Sistemas de Control y Monitoreo.
-) Selección de tecnologías y equipos automatizados.

En base a la revisión de algunos de los equipos existentes en el mercado para realizar las actividades requeridas de manera automática, se procedió a hacer una comparación de las características y especificaciones de los equipos contra algunas especificaciones necesarias provenientes del área de trabajo, como las que se muestran a continuación:

-) Tener por lo menos 10 años de vida útil.
-) Permitir un fácil mantenimiento.
-) Seguir una trayectoria específica planteada por el usuario.
-) Ser amigable con el usuario.
-) Tener seguridad al momento de realizar la soldadura.
-) Adaptable para realizar soldadura en las distintas posiciones que el proceso lo requiera.
-) Fácil pre operación.
-) Seguridad y ergonomía.
-) Adaptabilidad.

Si bien es común que los equipos tengan elevado costo, es un criterio que se tiene en cuenta, pues se considera que automatizar el proceso, no es barato, pero se valoran los beneficios a corto y largo plazo, comenzando con el incremento de la productividad y de la calidad.

De acuerdo a las especificaciones requeridas antes mencionadas, se proponen dos opciones para la automatización de soldadura en el proceso de prefabricación de plataformas:

Opción 1:

Equipo de soldadura e inspección integrada: ABB IRB 1520ID.

Sistema de transporte: Grúa aérea Konecranes CXT UNO.

Sistema de manejo de materiales: Fanuc M-2000iA/2300.

Sistema de control y monitoreo: Schneider Modicon M340.

Opción 2:

Robot de soldadura: ABB IRB 6700.

Sistema de transporte: Grúa aérea Konecranes CXT UNO.

Equipo de inspección de soldadura: Olympus OmniScan MX2.

Sistema de manejo de materiales: Fanuc M-2000iA/2300.

Sistema de control y monitoreo: Schneider Modicon M340.

Considerando que ambas opciones son factibles, la opción 1 presenta las mejores alternativas, pues es beneficioso contar con un equipo de soldadura que pueda realizar su actividad y a su vez realice la correspondiente inspección. Específicamente, el IRB 1520ID es capaz de ajustar automáticamente los parámetros de soldadura en función de los datos recopilados por el sistema de inspección, garantizando así una soldadura consistente y de alta calidad, lo cual ciertamente se refleja como una ventaja tanto en tiempos, como calidad y productividad.

Resultados y discusión

Se obtiene una propuesta para la automatización de soldadura en el proceso de prefabricación de plataformas, la cual parte de un inicial análisis del área y surge como una oportunidad de cambio y mejora en el proceso. La presente propuesta abarca el proceso de prefabricación de plataformas marítimas, dicho proceso comprende la fabricación de diversas partes de la estructura en un entorno controlado antes de su ensamblaje final en el sitio. Las principales etapas incluyen corte, soldadura, inspección y manejo de materiales.

La estación de trabajo automatizada que se propone para realizar las actividades mencionadas integrará equipos automatizados para realizar soldaduras de alta calidad, inspección en línea y manipulación de materiales pesados de manera eficiente, y estará organizada de manera que el robot de soldadura e inspección esté rodeado por el sistema de manipulación de materiales, compuesto por dos robots. El sistema de control y monitoreo estará ubicado en un área cercana para facilitar la supervisión de las actividades, movimientos y correcto funcionamiento. Mientras que los equipos de corte de materiales se ubicarán sin interferir en espacio con el equipo de soldadura, uniendo toda la estación con el apoyo de la grúa aérea

para el transporte de los materiales, como se muestra en la figura 2. De igual forma, en la figura 3 se muestra el flujo de trabajo sugerido para trabajar con esta propuesta de estación automatizada, respetando la continuidad del proceso actual, que inicia con la proporción del material liberado por parte de los inspectores dimensionales y de almacén, hasta que termina con su distribución y entrega al área de construcción en patio.

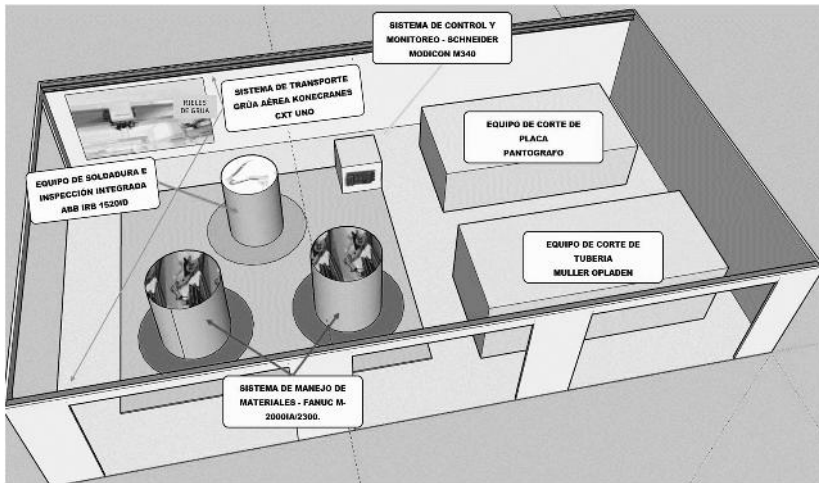


Figura 2. Propuesta de distribución de estación automatizada de soldadura.

Fuente: los Autores.

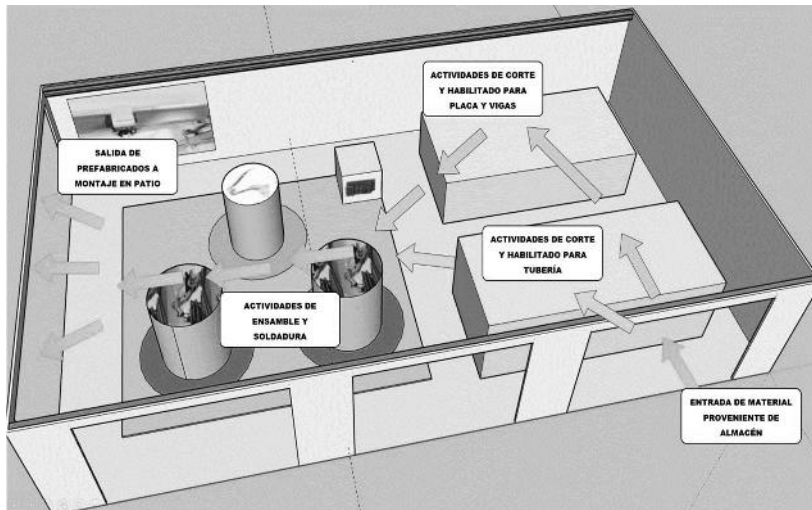


Figura 3. Flujo de actividades de prefabricación.

Fuente: los Autores.

Conclusiones

Los beneficios de la estación de trabajo automatizada son: mayor calidad en las soldaduras por la inspección integrada en tiempo real, mejora de la eficiencia y la productividad del proceso de prefabricación, mayor seguridad para los trabajadores al minimizar la manipulación manual de materiales y la exposición a riesgos laborales, reducción de los costos de producción al optimizar el uso de recursos y minimizar los desperdicios y la optimización del flujo de trabajo y la logística dentro de la estación de trabajo.

Algunos puntos a considerar son: proporcionar capacitación al personal para operar y mantener los equipos de manera adecuada, establecer un plan de mantenimiento preventivo para asegurar el funcionamiento óptimo de la estación de trabajo a largo plazo, desarrollar nuevas medidas de seguridad que sean adecuadas para proteger a los operadores y garantizar un entorno de trabajo seguro, así como realizar la gestión de residuos, el consumo de energía y la emisión de gases al diseñar y operar la estación de trabajo automatizada, Es importante fomentar la colaboración entre los departamentos de producción, calidad, mantenimiento y seguridad para asegurar una implementación exitosa de la estación de trabajo automatizada, su comunicación efectiva será clave para el éxito de la propuesta.

Referencias bibliográficas

- Aguilera-Naveja, L. F., Ramírez-Rodríguez, A., Torres-Meza, G., Castro Ríos, L. A. M.; Inciarte-Fermín, G. R., Robles Cortés, J. F. (2016). Procedimiento innovador en sitio para el reacondicionamiento de árboles y cabezales en plataformas marinas para el desarrollo de campos maduros en el Golfo de México. JR Consultores Industriales; SA de CV, *Ingeniería Petrolera*, 56(8): 444-452.
- Alcocer-Quinteros, P., Calero-Zurita, M., Cedeño-Zambrano, Lapo-Manchay, E. (2020). Automatización de los procesos industriales. *Journal of Business and entrepreneurial*, 4 (2): 123-131.

- Chamochumbi-Barrueto, C. M. (2014). Seguridad e higiene industrial. Fondo Editorial de la UIGV.
- Franco-López, J. A., Uribe-Gómez, J. A., Agudelo-Vallejo, S. (2021). Factores clave en la evaluación de la productividad: estudio de caso. *Revista CEA*, 7(15).
- Gutiérrez-Paredes, J. M., Lozano-Maquerhua, G. M., Mejía-Valqui, J. L., Tafur-Cabrera, L. F. (2022). Trabajo Monográfico Construcción De Plataformas Petroleras. Universidad Nacional Mayor De San Marcos.
- Inzunza-Acedo, B. E., Wright, C., Ghys, T., Cools, P. (2020). Imaginarios de la robotización: la automatización desde la perspectiva del empleado. *Estudios sociológicos*, 38(113): 567-599.
- Martínez, M. A., Palos, G. C., Vargas-Hernández, J. G. (2017). Entrenamiento, capacitación y financiamiento con crecimiento sostenido en las pequeñas empresas del sector industrial en San Luis Potosí. *Revista EAN*, 82: 95-122.
- Medina-Enríquez, A., Medina-Nogueira, Y. E., Medina-León, A., Nogueira-Rivera, D., Ponce-De Ángel, F. G. (2017). Abordaje al estudio de la Auditoría de procesos. Una visión crítica. *Revista Interdisciplinaria de Ingeniería Sustentable y Desarrollo Social*, 3(1): 1-16.
- Mejía-Neira, A., Daladier-Jabba, Carrillo-Caballero, G., Caicedo-Ortiz, J. (2019). Influencia de la Ingeniería de Software en los Procesos de Automatización Industrial. *Información Tecnológica*, 30(5): 221-230.
- Moncayo, R., Nilsson-Villa, N. (2021). Optimización de procesos industriales. *Revista Ethos*, 5(2), 228-235.
- Muñoz-Choque, A. M. (2021). Estudio de tiempos y su relación con la productividad. *Revista de Investigación en Ciencias de la Administración*, 17(5): 40-54.
- Ortiz, M., Sánchez, C., Fuquen, H. (2016). Automatización de los procesos de soldadura final para vehículos de pasajeros en GM Colmotores. *Ingenio Magno*, 7(1), 10-21.
- Rivera-Toscano, C. D., Rivera-Zumaya, J. G., Estévez-Gutiérrez, I. A. (2017). La cuarta revolución industrial: una revisión teórica. *Revista Interdisciplinaria de Ingeniería Sustentable y Desarrollo Social*, 3(1): 249-256.
- Vargas-Crisóstomo, E.L., Camero-Jiménez, J.W. (2021). Aplicación del Lean Manufacturing (5S y Kaizen) para el incremento de la productividad en el área de producción de

adhesivos acuosos de una empresa manufacturera. *Revista Industrial Data*, 24(2): 249-271.

Vázquez-Moreno, E. J., Cruz-Méndez, A. L. (2023). Control y Aseguramiento de la Calidad en Soldaduras y Ensamblés. *Revista Interdisciplinaria de Ingeniería Sustentable y Desarrollo Social*, 9(1): 402-417