

V CONGRESO DE ESTUDIANTES DE LA UPV/EHU

MI TRABAJO FIN DE GRADO SIRVE PARA TRANSFORMAR EL MUNDO

2022

Título del Trabajo Fin de Grado (TFG)

Optimización del proceso de inspección de la estructura del viaducto de Guadalmazán mediante el desarrollo de herramientas de Machine Learning.

Autor/a

Lander Hernández Bueso

Grado

Ingeniería Mecánica

Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) a los que contribuye

- 8. Trabajo decente y crecimiento económico,
- 9. Industria; innovación e infraestructura

Resumen

Este Trabajo de Fin de Grado se ha desarrollado en base a tres pilares fundamentales como son la optimización de procesos, el análisis estructural y el desarrollo y aplicación de herramientas de Machine Learning. A fin de contextualizar el espacio de trabajo, así como identificar el problema detectado, cabe señalar que, a día de hoy, los actuales sistemas de inspección ferroviaria adolecen de una solución integral industrializada que cuente con el apoyo de administradores de infraestructuras como puede ser el caso de ADIF. Esto se debe, principalmente, a que estos están orientados hacia un tipo de mantenimiento correctivo o preventivo. Se podría decir que, el principal desencadenante que produjo que los administradores de infraestructuras ferroviarias percibiesen la necesidad de implementar nuevas tecnologías en las tareas de mantenimiento, fue la liberalización del mercado ferroviario llevada a cabo en el año 2020. Hasta ese año, Renfe era la única operadora ferroviaria que prestaba sus servicios en las infraestructuras de ADIF, pero fue a partir de este hecho cuando cualquier empresa que contase con la licencia de operadora ferroviaria y cumpliera los requisitos de seguridad pertinentes, podría operar en estas. Todo ello, conllevó la necesidad de realizar estudios de afección de los trenes a las actuales infraestructuras de ADIF, lo cual, con los actuales sistemas de inspección ferroviaria, basados en un tipo de mantenimiento correctivo y preventivo, no era viable llevarlo a cabo. Fue en ese momento cuando se comenzó a valorar, mediante la investigación llevada a cabo en el presente TFG,

desarrollado de la mano de la empresa Sener Ingeniería y Sistemas S.A., la opción de cambiar el enfoque de los actuales sistemas de inspección ferroviaria hacia un mantenimiento predictivo, basado en tecnología de fibra óptica distribuida para la captación de datos, y un posterior tratamiento de estos, caracterizable para cualquier tipología de viaducto. Todo ello integrado en un software de toma de decisiones, con algoritmos de post-procesado basados en indicadores y en combinación con inteligencia artificial, el cual permitiría, por una parte, conocer el estado actual de la estructura, mediante una monitorización en tiempo real de esta, y, por otra parte, predecir el estado futuro de la estructura, lo cual habilitaría la opción de realizar estudios de afección de cualquier tren a las actuales infraestructuras de ADIF. La solución que se desarrolla en el presente documento, se encuentra distribuida de manera interna en distintos Servicios de Cálculo interconectados, que, mediante su integración, permiten dar respuesta a las distintas Funcionalidades requeridas para llevar a cabo una optimización del proceso de inspección. En el actual trabajo, se aborda el desarrollo del Servicio de Cálculo referente a la estimación de la masa del tren que se encuentra circulando por el viaducto, el cual se fundamenta en una herramienta de Machine Learning, uno de los pilares de la Industria 4.0, que permite optar a ciertos beneficios que, por un lado, aporten un valor añadido al proceso en el que la herramienta mencionada es aplicada, y, por otro lado, permitan aumentar la eficiencia de este, consumiendo un número menor de recursos y aumentando la productividad. Una vez generada la herramienta de Machine Learning mencionada, se ha realizado un entrenamiento de esta, mediante el empleo de distintos modelos como pueden ser los de Regresión Lineal, Support Vector Machine, MLP Neural Network, etc., realizando una observación y valoración de los resultados proporcionados por la herramienta generada para la aplicación de cada uno de ellos. Se podría decir que el presente Trabajo de Fin de Grado se encuentra alineado con el eje temático referente a la Prosperidad de la Agenda 2030, debido a la orientación proporcionada a la investigación realizada a lo largo del desarrollo de este, así como el conocimiento adquirido e incluido en la memoria elaborada. Gracias a los resultados obtenidos tras desarrollar herramientas que facilitan el proceso de auscultación ferroviaria, la investigación llevada a cabo podría catalogarse como una iniciativa que implica una reducción de riesgos en servicio y durante la explotación de la infraestructura ferroviaria, en comparación con los procedimientos de inspección clásicos y actuales, basados tanto en un mantenimiento correctivo, como en un mantenimiento preventivo, como puede extraerse a partir del análisis de alternativas llevado a cabo en la memoria desarrollada. A partir de lo expresado, podría decirse que el proyecto trabajado permite dar respuesta al objetivo número 8, el cual hace referencia a promover el crecimiento económico, inclusivo y sostenible, el empleo y el trabajo decente para todos. Concretamente, poniendo el foco en la meta número 8.8, podríamos decir que el TFG desarrollado contribuye a proteger los derechos laborales y promueve un entorno de trabajo seguro y sin riesgos para todos los trabajadores. Por otro lado, el hecho de proponer una solución que aplique una tecnología de fibra óptica distribuida para la captación de datos, un tratamiento de estos, y un software de toma de decisiones con algoritmos basados en indicadores en combinación con inteligencia artificial, conlleva la introducción y el empleo de nuevas tecnologías en el ámbito de inspecciones de infraestructuras. Un claro ejemplo de esto, podría decirse que es la selección de los equipos encargados de captar los datos de

deformación y temperatura del material del viaducto. Por lo general, este tipo de equipos se encuentran orientados a infraestructuras cuyas deformaciones varían lentamente en el tiempo. Sin embargo, el equipo seleccionado permite realizar mediciones de deformación y temperatura en tiempo real, siendo el único actualmente disponible en la Unión Europea con estas capacidades, y el cual ha sido lanzado al mercado por la empresa Uptech Sensing. Por otra parte, la integración de la herramienta desarrollada permitirá la realización de estudios de afección de nuevos trenes a las actuales infraestructuras, lo cual ayudará al proceso de creación de un espacio ferroviario europeo único tras la liberalización del transporte ferroviario en España, facilitando, de esta forma, el comercio internacional. El hecho de orientar el mantenimiento de la infraestructura ferroviaria hacia un mantenimiento predictivo, permitirá un uso eficiente de los recursos, ya que una de las principales ventajas de este tipo de sistema frente a los actuales, es la de sustituir únicamente los elementos que así lo requieran, reduciendo, de esta forma, el consumo de estos. Todo ello, permite observar la alineación del TFG desarrollado con el objetivo número 9, referente a la construcción de infraestructuras resilientes, promover la industrialización sostenible y fomentar la innovación. Concretamente, se podría comentar que la meta número 9.4 se acerca de manera considerable a las conclusiones obtenidas tras la realización del presente TFG. Esta meta se centra en la modernización de la infraestructura y la reconversión de las industrias para que sean sostenibles, utilizando los recursos con mayor eficacia.

Contribución a los ODS de la Agenda 2030

Se podría decir que el presente Trabajo de Fin de Grado se encuentra alineado con el eje temático referente a la Prosperidad de la Agenda 2030, debido a la orientación proporcionada a la investigación realizada a lo largo del desarrollo de este, así como el conocimiento adquirido e incluido en la memoria elaborada. Gracias a los resultados obtenidos tras desarrollar herramientas que facilitan el proceso de auscultación ferroviaria, la investigación llevada a cabo podría catalogarse como una iniciativa que implica una reducción de riesgos en servicio y durante la explotación de la infraestructura ferroviaria, en comparación con los procedimientos de inspección clásicos y actuales, basados tanto en un mantenimiento correctivo, como en un mantenimiento preventivo, como puede extraerse a partir del análisis de alternativas llevado a cabo en la memoria desarrollada. A partir de lo expresado, podría decirse que el proyecto trabajado permite dar respuesta al objetivo número 8, el cual hace referencia a promover el crecimiento económico, inclusivo y sostenible, el empleo y el trabajo decente para todos. Concretamente, poniendo el foco en la meta número 8.8, podríamos decir que el TFG desarrollado contribuye a proteger los derechos laborales y promueve un entorno de trabajo seguro y sin riesgos para todos los trabajadores. Por otro lado, el hecho de proponer una solución que aplique una tecnología de fibra óptica distribuida para la captación de datos, un tratamiento de estos, y un software de toma de decisiones con algoritmos basados en indicadores en combinación con inteligencia artificial, conlleva la introducción y el empleo de nuevas tecnologías en el ámbito de inspecciones de infraestructuras. Un claro ejemplo de esto, podría decirse que es la selección de los equipos encargados de captar los datos de deformación y temperatura del material del viaducto. Por lo general, este tipo de

equipos se encuentran orientados a infraestructuras cuyas deformaciones varían lentamente en el tiempo. Sin embargo, el equipo seleccionado permite realizar mediciones de deformación y temperatura en tiempo real, siendo el único actualmente disponible en la Unión Europea con estas capacidades, y el cual ha sido lanzado al mercado por la empresa Uptech Sensing. Por otra parte, la integración de la herramienta desarrollada permitirá la realización de estudios de afección de nuevos trenes a las actuales infraestructuras, lo cual ayudará al proceso de creación de un espacio ferroviario europeo único tras la liberalización del transporte ferroviario en España, facilitando, de esta forma, el comercio internacional. El hecho de orientar el mantenimiento de la infraestructura ferroviaria hacia un mantenimiento predictivo, permitirá un uso eficiente de los recursos, ya que una de las principales ventajas de este tipo de sistema frente a los actuales, es la de sustituir únicamente los elementos que así lo requieran, reduciendo, de esta forma, el consumo de estos. Todo ello, permite observar la alineación del TFG desarrollado con el objetivo número 9, referente a la construcción de infraestructuras resilientes, promover la industrialización sostenible y fomentar la innovación. Concretamente, se podría comentar que la meta número 9.4 se acerca de manera considerable a las conclusiones obtenidas tras la realización del presente TFG. Esta meta se centra en la modernización de la infraestructura y la reconversión de las industrias para que sean sostenibles, utilizando los recursos con mayor eficacia.