

“Ensayos No Destructivos aplicados al análisis de desfasajes constructivos en obras civiles”

Ridl, María^{ab}; Orero, Gabriela^b; Muchinsky, Valeria^b; Van Martin, Karen^b; Urnicia, José^a; Olivera, Mariana^a
 a Universidad Nacional de San Juan, Facultad Ingeniería, Centro de Investigación para la Racionalización de la Construcción Tradicional –UNSJ-FI-CIRCOT
 b Universidad de Buenos Aires, Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo, Cátedra Muchinsky, Programa de Mantenimiento Habitacional – UBA-FADU-PMH
 e-mail: maroridl@gmail.com

Resumen

Diferentes herramientas aportan al análisis y control de las obras de construcción mediante ensayos destructivos (ED) y ensayos o pruebas no destructivos (END-PND). En este trabajo se consideran los END aplicados a las obras civiles y se utilizan como instrumentos para el control de la calidad, la seguridad y la fiabilidad de materiales, de productos por construir o ya construidos. Se entiende por ensayo no destructivo –END/PND/NDT, a cualquier tipo de prueba efectuada a un material o construcción, que suministra información de forma inocua, sin que experimente deterioros y que no altere su funcionamiento, forma original, estructura y propiedades (físicas, químicas, mecánicas o dimensionales). En éste trabajo, a modo de introducción y de difusión se clasifican según su aplicación, método, principio físico y ubicación. La metodología implica conocer los materiales, sus características y ubicación para considerar el principio físico y recomendar algunas técnicas que amplíen los datos del prediagnóstico y diagnóstico. Para ello, se basa en fuentes secundarias y entrevistas a profesionales del Comité de Ensayos No Destructivos de Argentina. El resultado es una tabla clasificatoria acompañada de herramientas y ejemplos.

Palabras clave: Ensayos No Destructivos, Ingeniería Civil

INTRODUCCIÓN

Una de las principales actividades a considerar en la planificación de cualquier edificación se vincula con el análisis y control de la misma, conforme las etapas de construcción –en ejecución o finalizada- se aplicarán diferentes ensayos. Estos pueden ser: Ensayos Destructivos (ED) o Invasivos se basan en pruebas que se realizan por medio de cateos, cortes, o roturas permanentes en la obra, las que requieren de una reparación o reemplazo por una nueva, elevando la utilización de recursos, principalmente económicos y de tiempo.

Sin embargo, esto ED algunas veces no es posible utilizarlos por la originalidad o valor patrimonial de la obra, por su localización, por costos o tiempos de reparación, entre otros motivos recurriendo al uso de un Ensayo o Prueba No Destructiva (END / PND).

El uso de los END no es algo nuevo. El ser humano en su afán de conocer utilizó su ingenio y/o distintos

elementos para dar respuesta a sus inquietudes, recurrió a múltiples técnicas no convencionales como el uso de harinas, aceites o propiedades organolépticas para señalar desperfectos hasta que en el siglo XIX surgen algunos END con métodos y técnicas utilizados por diferentes disciplinas.

Se definen como END a aquellos estudios aplicados a objetos, materiales, construcciones, equipos o cosas, que no alteran de forma permanente su aspecto, ni sus propiedades físicas, químicas, mecánicas, estructura interna, dimensiones, funcionamiento y/o condiciones con las que fueron construidas. Concluida las pruebas estas mantienen sus prestaciones.

Estos análisis y relevamiento de datos no necesitan de la inhabilitación de la obra, pueden realizarse en la mayoría de los casos mientras siguen en funciones, siendo una de sus principales ventajas. En Argentina los mismos se utilizan desde mediados del siglo XX tanto en obras de ingeniería civil como obras del

patrimonio arquitectónico, fundamentalmente en proyectos de gran relevancia (Ver Laprida; Ruch et al 2021). Estos abarcan el ciclo de vida constructivo, de mantenimiento y de demolición.

Asimismo, los avances tecnológicos cada día favorecen su mayor utilización con métodos y técnicas que requirieren de personal entrenado, capacitado para su aplicación, lectura y análisis de resultados ⁽¹⁾. Estas capacitaciones se conforman desde un nivel 1 a 3. ⁽²⁾

OBJETIVO

El objetivo de éste trabajo es difundir la aplicación de los END en obras civiles y/o patrimoniales, como herramientas complementarias del análisis de previo y de diagnóstico a fin de poder controlar la calidad constructiva, desde la ejecución hasta la remoción, a lo largo de su vida útil. Por ello la importancia de tratar esta temática en carreras dedicadas a la construcción.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se considera que los END se utilizan en obras civiles de cualquier factura y tamaño, como instrumentos para el control de calidad, seguridad y fiabilidad de materiales y de su ejecución. Principalmente cuando se tienen dudas edilicias o las mismas no cuentan con la bitácora constructiva y/o la documentación de final de obra. Estos estudios requieren de un conocimiento técnico previo y saber qué se quiere averiguar.

En cualquier caso, la búsqueda se orientará a indagar ante la evidencia de desfases constructivos; los que se deben verificar si son realmente defectos o no, para definir el método y la técnica a utilizar.

Ello dependerá de múltiples factores no solo del tipo de defecto, tamaño y localización en el material, elemento o construcción edilicia que se analice sino también, del principio físico que se pueda aplicar, herramientas y técnicas que orienten a fin de conocer nuevos datos y proponer posibles soluciones.

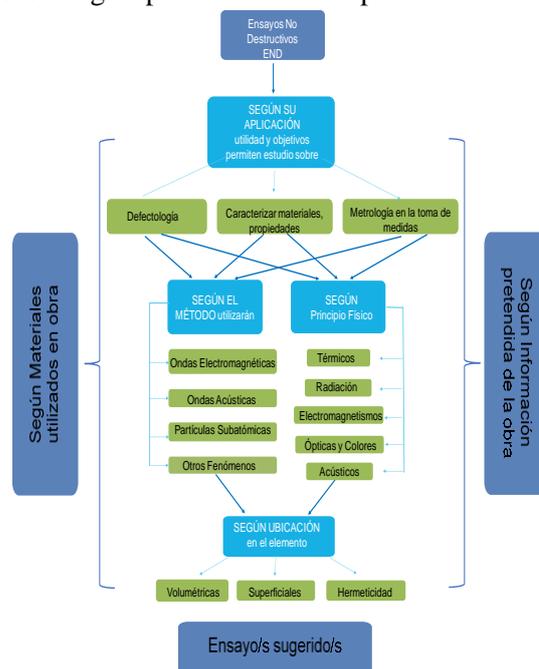
El primer END utilizado, integrador y complementario de todos los ensayos es la “Inspección Visual”. Junto a los otros sentidos se usan para detectar patologías a simple vista o con ayuda de anteojos, lupas

u otro equipo de aumento e iluminación, por ejemplo, para localizar fisuras, manchas, grietas y otras lesiones.

En la Figura 1 se clasifican según el principio físico y el método, se mencionan los siguientes estudios: Mediciones Mecánicas, Métodos Electromagnéticos, Ultrasonido y Métodos Radiantes. Asimismo, Laprida menciona que la OIEA ⁽³⁾ en sus tablas correlaciona los estudios con el material y recomienda los ensayos en función de la información requerida y el tipo de estructura a analizar e identificar lo que ciertamente se encuentra incorporado en la construcción edilicia.

RESULTADOS

En función de la bibliografía analizada se resume en una incipiente tabla comparativa los END según su aplicación, utilidad y objetivo en obras civiles u patrimoniales. Por otra parte, se considera que el profesional idóneo conforme lo solicitado por el responsable de obra, realizará la inspección visual inicial a fin de definir la campaña de registros con la o las técnicas que aportaran al prediagnóstico y/o diagnóstico. Con ello se conseguirá determinar los pasos a seguir para una solución posible.



¹ Laprida, S. (2023) se basan en la norma ISO 9712 y su correlativa nacional IRAM NM-ISO 9712.

² Khan, AA; Vera Ruiz, H. (2001) ..los inspectores y operadores de END son especialistas que han recibido la certificación conforme a las rigurosas normas de las juntas nacionales e internacionales de END. El sistema de cualificación y certificación del Organismo se basa en las normas de la Organización Internacional de Normalización, que establece tres niveles de competencia: n Nivel 1 -- puede estar autorizado para instalar equipo, realizar pruebas según instrucciones escritas bajo la supervisión del personal del Nivel 2 ó 3; puede clasificar y notificar los resultados bajo esa

supervisión. n Nivel 2 -- puede estar autorizado para realizar y dirigir los ensayos según procedimientos establecidos o reconocidos. n Nivel 3 -- puede estar autorizado para dirigir cualquier operación en los métodos de END para lo cual ha recibido certificación. Los pasantes deben pasar de un nivel al otro y satisfacer requisitos mínimos de experiencia para cada nivel y método. La duración del período de formación y certificación depende de las cualificaciones educacionales del pasante. Recuperado en: https://www.iaea.org/sites/default/files/4310523337_es.pdf

³ Laprida, S. (2023) Tablas 1 y 2.

Fig.1: Clasificación END, según su aplicación, método y ubicación.
Fuente: Elaboración propia en base a datos de internet⁽⁴⁾

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Así, los END representan una herramienta muy útil para analizar el estado de las obras en cualquier etapa de la misma. Saber qué END se utilizará dependerá del tipo de estructura y materiales que se van a evaluar, para lo cual el profesional debe considerar aspectos de accesibilidad a la estructura, objetivos específicos, daños observados y presupuesto de evaluación, entre otros. A decir de Fernández Luco (2017), *todos los métodos de ensayo no destructivos son potencialmente "adecuados" siempre que:*

- Se conozca con detalle los fundamentos del método
- Se conozca o determine la dispersión y métodos de estimación de parámetros de posición y dispersión
- Se disponga de la metodología adecuada para la interpretación de resultados a través de: medidas directas y su interpretación adecuada (validable por la contraparte)
- Ensayos de correlación y validación con métodos de referencia
- Los planes de muestreo estén diseñados adecuadamente para balancear los riesgos del productor y consumidor.

Asimismo, por su importancia para la prevención de fallas y el aseguramiento de la calidad, la planificación del mantenimiento y la evaluación de riesgos, por parte de Constructores, Profesionales y Usuarios, se considera indispensable la difusión de estos métodos y técnicas en las carreras vinculadas a la construcción civil, por el valor que representan el control, la integridad y las propiedades de sus componentes.

El desafío para la ingeniería y la construcción en su conjunto, es incorporar su uso como ventaja competitiva a efectos de prevenir y asegurar al usuario demandante de calidad, durabilidad y seguridad que sus construcciones fueron, son y serán hechas con control e idoneidad. En el póster se exponen algunas de estas técnicas más utilizadas en la ingeniería civil.

BIBLIOGRAFÍA

- Laprida, S. (2021) Los ensayos no destructivos en la Ingeniería Civil. Revista Argentina de la Ciencia. En <https://aargentinapciencias.org/wp-content/uploads/2021/11/02-Laprida-CeI71-5.pdf>
- Khan, A; Vera Ruiz, H. (2001) Mecanismos indispensables de la industria, capacitación y certificación para ensayos no productivos. Boletín del OIEA 43/1/2001. En:

⁴ Ridl, MR; Orero, G; Muchinsky, V; (2022) Categoría de ensayos no destructivos que aportan al análisis del Mantenimiento Preventivo. SI+FADU-UBA

https://www.iaea.org/sites/default/files/4310523337_es.pdf

- Ridl, MR; Orero, G; Muchinsky, V; (2022) Categoría de ensayos no destructivos que aportan al análisis del Mantenimiento Preventivo. Jornadas SI+Categorías XXXVI J. Investigación y XVIII Encuentro Regional, FADU-UBA.

- Ruch, M.; Espejo, H.; García, A.; Belinco, C. (2021) Entrenamiento y Certificación en Ensayos No Destructivos: de cómo una decisión estratégica permitió que Argentina haya tenido un rol central en el desarrollo de la norma ISO que lo regula. Revista Argentina de la Ciencia. <https://aargentinapciencias.org/wp-content/uploads/2021/11/01-Belinco-CeI71-5.pdf>

- Fernández Luco, L.; (2017) Métodos de Ensayo No Destructivos: la visión del experto. Facultad de Ingeniería, INTECIN-LaME-UBA. https://cai.org.ar/wpcontent/uploads/2020/07/20170810_Fern%C3%A1ndezLucoL.pdf

-Manual CEND (2023) Fascículo 1. Campastri, M.; Meira, Andrés, et al. https://es.linkedin.com/pulse/manual-del-cend-cend-comit%C3%A9-de-ensayos-no-destructivos-sfkkf?trk=public_post - <https://acicend.wixsite.com/cend>

Colaboradores: Ing. Urcicia, J.; Arq. Toranzo, E.; Solferino, W.; Ay.: Romero, D.; Sanchez, C; Navas, F.