

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil



“EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO MEDIANTE TÉCNICAS NO DESTRUCTIVAS EN ESTRUCTURAS DE CONCRETO”: UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA DEL AÑO 2009 AL 2019.

Trabajo de investigación para optar al grado de:

Bachiller en Ingeniería Civil

Autor:

Miguel Angel Vasquez Rodriguez

Asesor:

Mg. Ing. Grant Ilich Llaqué Fernández

Trujillo - Perú

2019

DEDICATORIA

A DIOS

Por darme la vida y guiar mis pasos.

Por ser mi ayuda en todo tiempo.

Por renovar mis fuerzas.

A MI MADRE

Por ser la mejor, por su apoyo incondicional.

Porque sin ella, esto no hubiese sido posible.

A MI PADRE

Porque sin él, esto no hubiese sido posible.

A MI FAMILIA

Por su paciencia y apoyo incondicional.

AGRADECIMIENTO

Le agradezco al señor mi Dios, por permitirme llegar a esta etapa de mi vida, por ser mi guía en el camino de la vida dándome fortaleza en los momentos difíciles para seguir adelante en el cumplimiento de mis metas.

A mis padres les doy las gracias por apoyarme en todo momento, por los valores y convicción cristiana que me inculcaron y por su apoyo incondicional en todo este proceso de la universidad.

Un agradecimiento especial al docente, Ing. Grant Ilich Llaqué Fernández quien desde el inicio ha sido mi guía y soporte durante todo el proceso de la presente Investigación.

Tabla de contenido

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO	3
ÍNDICE DE TABLAS	5
ÍNDICE DE FIGURAS.....	6
RESUMEN	7
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	8
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA	11
CAPÍTULO III. RESULTADOS.....	13
3. ANALISIS GLOBAL DE LOS ESTUDIOS POR CATEGORIAS	15
CAPÍTULO IV. CONCLUSIONES	16
REFERENCIAS.....	18

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1:Características de los estudios.....	14
--	----

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Selección de artículos	13
Figura 2 :Selección de artículos por categoría.....	15

RESUMEN

El presente trabajo de investigación es para averiguar detalladamente la resistencia del concreto y como afecta los problemas de deterioro en las estructuras de concreto mediante técnicas no destructivas. La evaluación del concreto endurecido es de particular importancia porque nos permite determinar su resistencia de la estructura sin alterar su funcionalidad. Además, es considerado dentro de una técnica no destructiva. El objetivo de este trabajo es realizar una investigación sistemática de los artículos de investigaciones encontradas sobre la resistencia del concreto mediante técnicas no destructivas en las estructuras de concreto en los últimos 10 años. La búsqueda se realizó en Redalyc, Ebsco, Scielo, repositorios de universidades y se contó con la ayuda de Google académico, utilizando una combinación de palabras claves relacionadas al tema. Los resultados muestran la importancia que tiene la evaluación resistencia del concreto mediante técnicas no destructivas en estructuras de concreto.

PALABRAS CLAVES: Evaluación del concreto, Técnicas no destructivas, Estructuras de concreto.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad la tecnología del concreto se está desarrollando de tal manera que las exigencias de este son muy altas en cuanto a costos y sobre todo a su resistencia. **(Delgado & Guerrero, 2015, pp.15)** Además el empleo de los ensayos no destructivos tiene aplicaciones importantes a la construcción, su uso está cada vez más en el estudio del concreto. **(Hernández et al, 2017, pp. 60)** Una metodología no destructiva adecuada para el concreto es el uso del ensayo de esclerometría donde está compuesta por técnicas que permiten evaluar la resistencia del concreto y otras que permiten identificar los problemas como por ejemplo las grietas, discontinuidades, deterioro que ha sufrido el concreto al pasar de los años. **(Cruz et al, 2014, pp. 56)**

La evaluación del concreto endurecido es de particular importancia porque nos permite determinar su resistencia de la estructura sin alterar su funcionalidad. Además, es considerado dentro de una técnica no destructiva. **(Romero et al, 2012, pp. 48)** La resistencia del concreto depende fundamentalmente de la calidad y cantidad de los materiales que lo conforman. **(Delgado & Guerrero, 2015, pp.15)** El concreto, sin esfuerzo, es resistente a la compresión, pero débil en tensión, lo que limita su aplicabilidad como material estructural. Además, el desarrollo de la industria de la construcción se ha adelantado una búsqueda de métodos más efectivos y económicos de inspección con los cuales no se cause daños a las estructuras objeto de estudio. **(Herrera et al, 2014, pp.108)**

En la metodología no destructiva del concreto tiene como método usar el martillo de rebote o esclerómetro que permite delimitar zonas deterioradas o de baja calidad del concreto. Además, se quiere implementar métodos no destructivos para la evaluación periódica de una estructura, que permita detectar problemas oportunamente. **(Cruz et al, 2012, pp. 85)** Los ensayos no

destructivos (END) aparecen como una expresión de la actividad del hombre, con el propósito de obtener datos sin ocasionar daños a la integridad de los elementos constructivos. **(Barreto & Ganzhi, 2018, pp. 28)** Encima dichos métodos facilitan comprobar rápidamente y de manera relativamente simple la resistencia del hormigón. **(Brozovsky & Zach, 2011, pp. 2)**

De esta manera la evaluación de la resistencia del concreto endurecido mediante el método de esclerometría nos permite detectar problemas de la estructura sin alterar su funcionalidad delimitando a zonas deterioradas o de baja calidad. **(Cruz et al, 2014, pp. 56)** Sin embargo, es considerado dentro de una técnica no destructiva más importante que radica por su relativa simplicidad, rapidez y eficacia.

En el presente trabajo de investigación resolveremos la interrogante general la cual sería: ¿Qué se conoce de la resistencia del concreto mediante el ensayo no destructivos en las estructuras de concreto en estos últimos 10 años? Podemos decir que esta investigación tiene como objetivo principal revisar artículos científicos que hablen sobre la resistencia del concreto endurecido mediante los ensayos no destructivos en las estructuras de concreto mediante investigaciones, publicaciones, tesis y revistas de base de datos indexadas.

El presente trabajo de investigación es para averiguar detalladamente como afecta los problemas de deterioro en las estructuras de concreto. También porque hoy en día muchas obras de ingeniería civil pueden poseer una calidad de concreto muy mala, así como también una mala resistencia es por eso que se va a determinar a partir de diferentes ensayos como es el uso del ensayo de esclerometría. Así como para encontrar soluciones realizando un control de calidad del estado en

que se encuentran para poder realizar un plan de mantenimiento y reparaciones coordinadas con usos futuros en las estructuras de concreto.

Este trabajo se elaborará con el fin de establecer una investigación sobre evaluación de la resistencia del concreto haciendo de técnicas no destructivas como por ejemplo el ensayo de esclerometría. **(Delgado & Guerrero, 2015, pp.15)** Asimismo la técnica del martillo de rebote o esclerómetro logra prevenir muchos problemas en el concreto endurecido. Sin embargo, esta investigación es muy importante para la sociedad ya que causar impacto en el concreto endurecido.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

Para el desarrollo de este trabajo de investigación de artículos, se realizó una revisión sistemática de la literatura científica con base en adaptación de la metodología PRISMA, donde se procedió a la búsqueda de artículos de investigación en base de datos científica indexadas que contengan las dos variables y que los artículos tenían que cumplir con ciertos criterios para ser aceptados, tales como: Que las variables deben estar dentro del contenido del documento de investigación, además de que dicho documento tiene que cumplir con la estructura IMRDC (Introducción, Metodología, Resultados, Discusiones y Conclusiones), asimismo los artículos deben ser de una base de datos de calidad y por último que los artículo debe estar dentro de los 10 años como máximo de antigüedad.

Para esta búsqueda se entró a diferentes repositorios de universidades de todo el mundo, así como a bibliotecas científicas como por ejemplo Scielo donde encontré 5 artículos, Dialnet 2 artículos, Google Académico 20 artículos y por último utilicé Redalyc para buscar tesis donde encontré 4. Después se tuvo que seleccionar solo 20 artículos para elaborar una base de datos en Excel.

Los conceptos identificados mediante el asesor fueron Evaluación de la resistencia del concreto y Técnicas no destructivas, donde se diseñó un protocolo de búsqueda con la combinación de las palabras de la variable 1 y el año de publicación, donde se encontraron el 60% de artículos, luego se hizo una búsqueda con la variable 2 pero cambiando el idioma y así se logró un 40% de los artículos donde se terminó la búsqueda logrando recolectar 20 artículos.

A raíz de esta búsqueda también se fue excluyendo artículos de investigación donde se tomó como referente al segundo concepto, ya que contenía mucha información importante a comparación del primer concepto, logrando rescatar artículos con un contenido referente al objetivo principal de la investigación y excluyendo varios artículos por su falta de importancia textual. También los artículos que se fue encontrando tenían información acerca de la norma de ensayos no destructivos pero en su contenido más se enfocaban en otras normas donde se tuvieron que descartar el 40% de artículos encontrados.

Después de apartar la información ya mencionada, fue colocada en una base de datos en Excel. En cada cuadro según la enumeración de artículo se rellenaron datos como, por ejemplo: número de artículo, base de datos, revista, autor, tipo de investigación, palabras claves, país, variable, objetivo, método, resultados, instrumento de medición y por último conclusiones. Luego de organizar los datos se procedió a realizar citas textuales y al parafraseo estilo APA de cada artículo de investigación para finalmente concluir con la tarea.

CAPÍTULO III. RESULTADOS

1. PROCESO DE SELECCIÓN DE DATOS:

MATRIZ DE REGISTRO DE ARTICULOS				
Nº	TITULO DE ARTICULO	AUTOR/ AUTORES	AÑO	BASE DE DATOS
1	EVALUACION DE HORMIGONES MEDIANTE ULTRASONIDO/ESCLEROMETRIA	Mireti Romero, Grether Rudy, Passerino Carlos y Carrasco Maria.	2012	Google Académico
2	EVALUACION DE TECNICAS NO DESTRUCTIVAS EN ELEMENTOS DE CONCRETO PARA PUEBLES	Ricardo Cruz, Luz Quintero, Carlos Galán y Elkin Espinosa.	2015	Dialnet
3	RELACION ENTRE LOS ENSAYOS ULTRASONICOS Y CONVESIONAL PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA DEL CONCRETO SIMPLE A LA COMPRESION	Jorge Cruz, Luisa Acosta, Alvaro Ramos, Jaime Lakah y Claudia Diaz	2016	Dialnet
4	APLICACIÓN DE LAS TÉCNICAS NO DESTRUCTIVAS PULL-OFF Y ULTRASONIDOS EN EL CONTROL DE CALIDAD DEL REFUERZO CON MATERIALES COMPUESTOS EN ESTRUCTURAS DE CONCRETO	Victoriano Fernández, Angela Padura y Marta Huelva.	2017	SCIELO
5	RELACION ENTRE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION EN CILINDROS DE CONCRETO Y LOS REBOTES CON ESCLEROMETRO DIGITAL	José Hernández, Alvaro Orosco, Daniel Almanza y Javier Montoya	2017	Google Académico
6	EVALUACION DE ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS PARA IDENTIFICAR DETERIORO EN PUEBLES DE CONCRETO	Ricardo Cruz, Luz Quintero, Carlos Galán y Elkin Espinosa.	2014	Google Académico
7	CORRELACION ENTRE ENSAYOS DESTRUCTIVOS Y NO DESTRUCTIVOS PARA HORMIGONES DE ALTA RESISTENCIA CON AGREGADOS CALCAREOS	Natividad Jarcia, Karla Crespón y Hugo Álava	2009	Google Académico
8	EVALUACIÓN DEL EFECTO DE BARRAS DE REFUERZO EN CONCRETO SOBRE LAS MEDIDAS DE VELOCIDAD DE PULSO ULTRASÓNICO (VPU)	Julián Herrera, Ricardo cruz y Luz quintero	2014	Google Académico
9	INVESTIGACION DE LAS RESISTENCIAS DEL ADQUIN CON LOS METODOS NO DESTRUCTIVOS	Jiri Brozovsky y Jiri Zach	2011	Google Académico
10	METODOLOGIA DE EVALUACION DEL HORMIGON ARMADO PARA LA RESTAURACION ESTRUCTURAL	Oscar Pérez, Américo Hillaquita y Víctor Quispe	2011	Google Académico
11	LOS ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS(END) Y SU APLICACIÓN EN LA INDUSTRIA	Jorge Calderón y Gian Scarpatti	2018	Google Académico
12	APLICACIÓN Y SELECCIÓN DE ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS PARA LA EVALUACION DE UNIONES SOLDADAS	Ricaurte Ospina, Carlos Hernando y Hernando Parra	2011	Google Académico
13	ANALISIS DE CONCRETOS CON NO CONFORMIDADES: EFECTOS DE LARGA DURACION	B. Fernández, R. Christ, U. Quinino Y B. Tutikian	2016	SCIELO
14	PROPUESTA TECNOLOGICA Y COMPETITIVIDAD: ESTUDIO DEL MERCADO PARA LAS EMPRESAS QUERETANAS EN ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS	Jennifer Araujo y Dra. Maria Navarro	2017	Google Académico
15	CASOS DE ESTIMACION DE LA RESISTENCIA A COMPRESION DEL HORMIGON ARMADO VALIDANDO ECUACIONES DE REGRESION QUE COMBINAN EL EMPLEO DE ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS (NDT) CON ENSAYOS DESTRUCTIVOS (DT) EN CUBA	Carlos Porras, Manuel Aguilar y René Martínez	2019	Google Académico
16	LA TERMOGRAFIA INFRARROJA COMO UN ENSAYO NO DESTRUCTIVO PARA LA INSPECCION DE PUEBLES DE CONCRETO ARMADO	A. Rocha Y V. Póvoa	2017	SCIELO
17	ESTIMACION DE LA VARIABILIDAD MECANICA DE PLACAS DE ROCA POR ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS	Ludger O, Suarez B	2014	Google Académico
18	MEDICION DE RESISTENCIA A TEMPRANAS EDADES DEL HORMIGON: METODO QUE MEJOR SE AJUSTA PARA LA DETERMINACION DE TIEMPOS MINIMOS DE DESCOFRADO DE ELEMENTOS VERTICALES DE HORMIGON	Rudeli, N y Santilli, A	2017	SCIELO
19	ESTUDIO DE COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE LOSAS MACIZAS DE CONCRETO REFORZADO PARA VIVIENDA	Ramírez de Alba, H; De leon, D; Valdez, M.	2011	SCIELO
20	EVALUACION DE DAÑOS POR AGRESION AMBIENTAL EN VIVIENDAS DE CONCRETO REFORZADO	Romel Carcaño, Erik Moreno, Felipe Jiménez y Victorino Rosas	2009	Google Académico

Figura 1: Selección de artículos

Nota de Figura: En el gráfico se muestra la sección de artículos de investigación por título, autor, año y fuente.

2. CARACTERISTICA DE LOS ESTUDIOS:

Tabla 1: Características de los estudios

CARACTERISTICA DE LOS ESTUDIOS									
TIPO DE DOCUMENTO	F	%	AÑO DE PUBLICACION	F	%	REVISTA DE PUBLICACION DEL ARTICULO	F	%	
ARTICULO DE REVISTA	20	83.3%	2009	2	10%	Revista de Ingeniería de Construcción	1	5%	
TESIS	4	16.7%	2010	0	0%	Revista Facultad de Ingeniería	1	5%	
-	-	-	2011	4	20%	Revista de INGENIARE	1	5%	
-	-	-	2012	1	5%	Revista Colombia de Materiales	2	10%	
-	-	-	2013	0	0%	Revista Tecnológica ESPOL	1	5%	
-	-	-	2014	3	15%	Revista de Universidad Mayor de San Andrés	1	5%	
-	-	-	2015	1	5%	Revista de Universidad de San Martín de Porres	1	5%	
-	-	-	2016	2	10%	Red de Revistas Científicas de América Latina	2	10%	
-	-	-	2017	5	25%	Revista de Ciencia e Ingeniería Neogranadina	1	5%	
-	-	-	2018	1	5%	Revista ALCONPAT (Asociación Latinoamericana de Control de Calidad)	2	10%	
-	-	-	2019	1	5%	Revista Electrónica de difusión y divulgación científica, tecnológica y de innovación de estado Queretano	1	5%	
-	-	-	-	-	-	Revista de Ingeniería e Arquitectura	1	5%	
-	-	-	-	-	-	Revista e Ingeniería y Ciencia	1	5%	
-	-	-	-	-	-	Revista Obras y Proyectos	1	5%	
-	-	-	-	-	-	Revista de Universidad de Costa Rica	1	5%	
-	-	-	-	-	-	Revista de Universidad Tecnológica de Brno	1	5%	
-	-	-	-	-	-	Revista INGE CUC	1	5%	
TOTAL	24	100%	TOTAL	20	100%	TOTAL	20	100%	

Nota de Tabla: En la tabla se muestra los porcentajes y frecuencias de acuerdo al tipo de documento, año de publicación y revista de publicación de cada artículo.

3. ANALISIS GLOBAL DE LOS ESTUDIOS POR CATEGORIAS

Categorías		Información seleccionada en los artículos de investigación
1	Ensayos no destructivos	Dentro de las razones más relevantes para hacer uso de los ensayos no destructivos se tienen: Prevenir accidentes y evitar riesgos de vidas humanas. Es considerada como la principal razón para el uso de los END y muy probablemente, fue con esta finalidad que estos fueron desarrollados. (Ospina et al, 2011, pp.201)
		Las correlaciones entre ensayos destructivos y no destructivos nos dan una idea muy precisa de que ellos están perfectamente ligados entre sí. (García et al, 2019, pp. 3)
		Para este caso se recomienda a las empresas de los ensayos no destructivos, utilizar el ultimo criterio, enfocando en ofertar servicios de calidad y respaldo por una certificación técnica y equipos de rápida inspección. (Araujo & Navarro, 2017, pp.18)
		Se concluye con que los ensayos no destructivos son una herramienta de inspección efectiva, que permite diagnosticar el estado de equipos sin deteriorarlos, pudiendo ser aplicados durante diferentes etapas de fabricación, montaje y en operación de los equipos industriales. (Calderón & Scarpati, 2018, pp.64)
		Teniendo en cuenta los resultados obtenidos se deduce que, conociendo las proporciones y procedencias de los materiales empleados en la mezcla para la elaboración del concreto, se puede realizar una estimación de la resistencia de dicho concreto, sin realizar ensayos destructivos. (Cruz et al, 2016, pp. 95)
		Puede apreciarse que la estimación de la resistencia a compresión del concreto puede realizarse empleando de forma combinada métodos de ensayos no destructivos, lográndose veracidad y operatividad en la estimación de resultados que pueden ser útiles para los proyectistas cuando se necesita revisar estructuras antiguas. (Porras et al, 2019, pp.13)
		La combinación con otros ensayos no destructivos permite maximizar las ventajas y compensar algunas limitaciones en la inspección y evaluación de las estructuras, lo que mejora la visión de la condición estructural y de la funcionalidad, ayudando en las decisiones de mantenimiento y conservación. (Rocha & Póvoa, 2017, pp.210)
2	Técnica de martillo de rebote	La técnica del martillo de rebote permitió estimarla resistencia a la compresión de la superficie del concreto, mostrando afectación en sus resultados por la presencia del agregado grueso sub- superficial de mayor dureza y por la subjetividad del ensayo. (Cruz et al, 2012, pp. 85)
		Con los resultados obtenidos se puede inferir que el esclerómetro es un dispositivo que estima de una manera óptima la resistencia a compresión de elementos de concreto. La aplicación en estudios de patología y vulnerabilidad de estructuras de concreto reforzado. Se pueden monitorear los elementos estructurales en cualquier momento y a un costo bajo. (Hernández et al, 2017, pp. 60)
		Para definir la resistencia a la compresión del rebote martillo se utiliza la relación de calibración de modelo N 0.064. (Brozovsky & Zach, 2011, pp. 2)
		Los datos de el ensayo de esclerometría o martillo de rebote obtenidos son procesados por el área de Hormigones; los resultados, que son valores de resistencia, pueden correlacionarse con los obtenidos en el ensayo de compresión sobre probetas y, por otra parte, permiten determinar la homogeneidad del material que se realizó sobre los arcos de la estructura. (Pérez et al, 2011, pp.242)
		Asimismo, el desarrollo de la industria de la construcción se ha adelantado una búsqueda de métodos más efectivos y económicos de inspección con los cuales no se cause daños a las estructuras objeto de estudio. (Herrera et al, 2014, p.108)
Para los hormigones de piedra chancada las estimaciones de la resistencia a compresión cilíndrica a partir del índice esclerómetro o martillo de rebote presentan mejor correlación que las realizadas a partir de la velocidad del puso ultrasónico. (Romero et al, 2012, pp. 57)		
La evaluación de las técnicas permite concluir que, aunque cada técnica aporta información importante sobre la calidad o la condición del concreto o sus refuerzos, es indispensable una adecuada combinación de estas para conocer el estado global real de un puente. (Cruz et al, 2012, p. 95)		
3	Control de calidad	El concreto resultó de calidad inferior a la especificada y a la requerida para que sea suficientemente impermeable y garantice la durabilidad de las viviendas. (Carcaño et al, 2009, pp. 53)
		Sin embargo, pese a los siguientes pasos que se necesitan alcanzar para encontrar un método no destructivo rápido, eficiente y económico que ayuden a decidir la calidad y el uso mecánico de las estructuras. (Ludger & Suarez, 2014, pp. 242)
		El control de calidad de las obras de refuerzo de estructuras de concreto armado con materiales compuestos FRP debe incluir ensayos para evaluar la ejecución, como la de esclerometría, ultrasonidos, etc. (Fernández et al, 2017, pp. 7-8)
		En este artículo se busca determinar el mejor instrumento para medir resistencias a tempranas edades que se ajuste a la metodología para determinar tiempos mínimos de desencofrado de elementos verticales de hormigón. (Rudeli & Santilli, 2017, pp.15)
		Al analizar el comportamiento de la resistencia a la compresión a largo plazo, así como verificar las recomendaciones de normativas internacionales y demás intervinientes en el control tecnológico del concreto, llevando a un alto grado de seguridad, como es lo esperado en normas técnicas. (Fernández et al, 2016, pp.228)
No se establecen especificaciones claras para la elaboración de concreto, la mayoría de las ocasiones se especifica solamente la resistencia a compresión, sin considerar otras características que han demostrado ser muy importantes en la durabilidad, como la densidad, sanidad, tamaño máximo y calidad de los agregados. (Ramírez de Alba et al, 2011 pp.11)		

Figura 2: Selección de artículos por categoría

Nota de Figura: En el gráfico se muestra la sección de artículos de investigación por categoría.

CAPÍTULO IV. CONCLUSIONES

Conclusiones

Según nuestros resultados de la figura 1, la búsqueda de los artículos de investigación, se realizó en una delimitación de tiempo de 10 años; así mismo, se recopiló publicaciones entre 2009-2019 de una base de datos de Google académico Scielo y Dialnet encontrándose 20 artículos, los cuales han sido clasificados en una gráfica según el título de artículo, autor, año y base de datos.

Según los resultados de la tabla de característica; se realizó una clasificación de los documentos de investigación, donde se encontró artículos y tesis; no obstante, se clasificó los años y revista de publicación para hallar la frecuencia y sacar un porcentaje de cada uno.

Según los resultados de la figura 2, se realizó una gráfica de categorías sacadas de los 20 artículos de investigación, lo cual se extrajo párrafos de conclusión de cada artículo; no obstante, se recopiló en una base de datos donde fueron seleccionados mediante similitud entre los diferentes contenidos. Así mismo se hizo uso de las citas textuales al estilo APA.

Este estudio de investigación de revisión sistemática de la literatura científica sobre la evaluación de la resistencia del concreto endurecido mediante técnicas no destructivas en estructuras de concreto constituyen una herramienta esencial para sintetizar la información científica disponible. También hubo limitaciones en la investigación, ya que los artículos eran muy específicos y concretos, la teoría que aporta tiene la función de completar la investigación, y no de exponer los conceptos teóricos de forma amplia. Se recomienda hacer el uso de técnicas no destructivas en estructuras de concreto ya que según investigaciones son más efectivas. Sin embargo, con esta investigación teórica se ha logrado evaluar la resistencia del concreto endurecido mediante el ensayo no destructivo de esclerometría con artículos de investigación de calidad.

REFERENCIAS

- Romero M., Rudy G., Passerino C., Carrasco M. (2012) Evolución de Hormigones mediante ultrasonido/esclerometría. En revista Ingeniería de Construcción. Recuperado de <http://ricuc.cl/index.php/ric/article/view/379>
- Cruz R., Quintero L., Galán C., Espinosa E. (2012) Evaluación de técnicas no destructivas en elementos de concreto para puentes. En revista Facultad de Ingeniería. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5191730>
- Cruz J., Acosta L., Ramos A, Lakah J, Diaz C. (2016) Relación entre los ensayos ultrasónicos y convencional para determinar la resistencia del concreto simple a la compresión. En revista INGE CUC, pp. 94 – 98. Recuperado de <http://repositorio.cuc.edu.co/handle/11323/2553>
- Fernández V., Padura A., Huelva M. (2017) Aplicación de las técnicas no destructivas pull-off y ultrasonidos en el control de calidad del refuerzo con materiales compuestos en estructuras de concreto. En revista de Ciencia e Ingeniería Neogranadina, pp. 5-26. Recuperado de <http://www.scielo.org.co/pdf/cein/v28n1/0124-8170-cein-28-01-00005.pdf>
- Hernández J., Orosco A., Almanza D., Montoya J. (2017) Relación entre resistencia a compresión en cilindros de concreto y los rebotes con esclerómetro digital. En *Revista INGENIARE*, pp.2. Recuperado de <https://revistas.unilibre.edu.co/index.php/ingeniare/article/view/1342>
- Cruz R., Quintero L., Galán C., Espinosa E. (2014) Evaluación de ensayos no destructivos para identificar deterioro en puentes de concreto. En revista Colombiana de Materiales, pp. 55-60. Recuperado de <http://aprendeenlinea.udea.edu.co/revistas/index.php/materiales/article/view/19563>
- García N., Crespón K., Álava H. (2009) Correlación entre ensayos destructivos y no destructivos para hormigones de alta resistencia con agregados calcáreos. En revista Tecnológica ESPOL. pp.2. Recuperado de https://www.researchgate.net/profile/Natividad_Garcia2/publication/28793654_Correlacion_es_Entre_Ensayos_Destructivos_Y_No_Destructivos_Para_Hormigones_De_Alta_Resistencia_Con_Agregados_Calcareos/links/578e3bc808ae35e97c3f681c.pdf
- Herrera J., Cruz R., Quintero L. (2014) Evaluación del efecto de barras de refuerzo en concreto sobre las medidas de velocidad de pulso ultrasónico (VPU): Revista Colombia de Materiales. pp. 15. Recuperado de <http://aprendeenlinea.udea.edu.co/revistas/index.php/materiales/article/view/19576>

- Brozovsky J., Zach J., (2011) Investigación de las resistencias del adoquín con los métodos no destructivos: Revista de Universidad Tecnológica de Brno. Recuperado de https://www.ndt.net/article/panndt2011/papers/92_Brozovsky_Rev1.pdf
- Pérez O., Hilaquita A., Quispe V. (2011). Metodología de evaluación del hormigón armado para la restauración estructural. Revista boliviana. Recuperado de http://www.revistasbolivianas.org.bo/scielo.php?pid=S207877312011000100005&script=sci_arttext&tlng=es
- Calderón J., Scarpati G. (2018) Los ensayos no destructivos (END) y su aplicación en la industria. Revista de Universidad de San Martín de Porres. Recuperado de <https://www.aulavirtualusmp.pe/ojs/index.php/rc/article/download/1342/1101>.
- Ospina R., Hernando C., Parra H. (2011) Aplicación y selección de ensayos no destructivos para la evaluación de uniones soldadas: Revista de Universidad Tecnológica de Pereira. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4723738>
- Fernández B., Christ R., Quinino U., Tutikian B. (2016) Análisis de concretos con no conformidades: efectos de larga duración. revista alcopant. Pp. 261. Recuperado de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S200768352016000300261
- Araujo J., Navarro M. (2017) Propuesta tecnológica y competitividad: estudio del mercado para las empresas queretanas en ensayos no destructivos Revista Electrónica de difusión y divulgación científica, tecnológica y de innovación de estado Queretano. Recuperado de <https://ciateq.repositorioinstitucional.mx/jspui/handle/1020/100>
- Porras C., Aguilar M., Martínez R. (2019) Casos de estimación de la resistencia a compresión del hormigón armado validando ecuaciones de regresión que combinan el empleo de ensayos no destructivos (NDT) con ensayos destructivos (DT) en Cuba. Revista de Ingeniería e Arquitectura. pp. 1 -11. Recuperado de https://www.redalyc.org/pdf/1939/Resumenes/Resumen_193958877008_1.pdf
- Rocha A., Póvoa V. (2017) La termografía infrarroja como un ensayo no destructivo para la inspección de puentes de concreto armado. revista alcopant. Recuperado de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S200768352017000300200&script=sci_arttext&tlng=en
- Ludger O., Suarez B. (2014) Estimación de la variabilidad mecánica de placas de roca por ensayos no destructivos. Revista de Ingeniería y Ciencia. Pp. 221 – 246. Recuperado de <http://publicaciones.eafit.edu.co/index.php/ingciencia/article/view/1817>

- Rudeli N., Santilli A. (2017) Medición de resistencia a tempranas edades del hormigón: método que mejor se ajusta para la determinación de tiempos mínimos de desencofrado de elementos verticales de hormigón. Revista Obras y Proyectos. Recuperado de https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0718-28132017000200006&script=sci_arttext
- Ramírez de Alba H., De león D., Valdez M. (2011) Estudio de comportamiento estructural de losas macizas de concreto reforzado para vivienda. Revista de Concreto y Cemento. Investigación y Desarrollo. Recuperado de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S200730112011000200001&script=sci_arttext&lng=en
- Carcaño R., Moreno E., Jiménez F., Rosas V. (2009) Evaluación de daños por agresión ambiental en viviendas de concreto reforzado. Revista de Universidad de Costa Rica. Recuperado de https://scholar.googleusercontent.com/scholar?q=cache:1XfeNhJ7JcgJ:scholar.google.com/+EVALUCION+DE+DA%C3%91OS+POR+AGRESION+AMBIENTAL+EN+VIVIENDAS+DE+CONCRETO++REFORZADO&hl=es&as_sdt=0,5

RÚBRICA DE EVALUACIÓN DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

RÚBRICA DE EVALUACIÓN DE REVISIÓN SISTEMÁTICA

Título de la investigación: "Evaluación de la resistencia del concreto mediante técnicas no destructivas en estructuras de concreto": Una revisión sistemática del año 2009 al 2019.							
Nombres y apellidos del estudiante o estudiantes: Miguel Angel Vasquez Rodriguez							
Nombres y apellidos del evaluador : Ing. Grant Ilich Llaqué Fernández							
Sede: UPN- San isidro		Carrera: Ingeniería Civil		Facultad: Ingeniería			
CONDICIONES OBLIGATORIAS							
Coherencia		Los resultados, discusión y conclusiones responde a la pregunta y objetivo de la investigación				Sí	No
Consistencia		Cada una de las secciones del trabajo de investigación están debidamente sustentadas				Sí	No
Informe de similitud		Tiene 0% de similitud después de eliminar falsos positivos				Sí	No
CRITERIOS DE EVALUACIÓN							
Sección		Ítem	Reportado en la página #	Puntaje			
				Bien desarrollado	Parcialmente	No lo presenta	Puntaje obtenido
Título	Título	Identifica el reporte como una revisión sistemática.		0.5	0.25	0	
Resumen	Resumen	Proporciona en 200 palabras: antecedentes; objetivos; fuentes de datos; criterios de elegibilidad, objeto de estudio; métodos de evaluación y síntesis del estudio; resultados; limitaciones; conclusiones.		1	0.5	0	
Introducción	Justificación	Describe la justificación de la revisión en el contexto de lo que ya se conoce y presenta artículos de revisión similares		1	0.5	0	
Introducción	Objetivos	Proporciona una declaración explícita de las preguntas que se están tratando con referencia al objeto de estudio.		2	1	0	
Metodología	Criterios de elegibilidad	Especifica las características de los estudios considerados (por ejemplo, los estudios que miden la empleabilidad de los universitarios) y las características del informe (por ejemplo, los años considerados, el idioma y el estado de publicación).		1	0.5	0	
Metodología	Recursos de información	Describe las bibliotecas virtuales consultadas para el estudio, por ejemplo: Ebsco, Redalyc, Google Académico, etc.		0.5	0.25	0	
Metodología	Búsqueda	Presenta la estrategia de búsqueda utilizada, por ejemplo palabras claves, limitadores utilizados (por ejemplo, periodo, tipos de documentos, idioma, etc.) de tal forma que pueda replicarse el estudio.		0.5	0.25	0	
Metodología	Selección de estudios	Indica los criterios por los que descartó o incluyó estudios (por ejemplo, del total del resultado de la búsqueda se descartaron 5 porque no tenían instrumentos de medición de empleabilidad).		1	0.5	0	
Metodología	Proceso de recopilación de datos	Describe el método de extracción de datos de los estudios (por ejemplo, en tablas que describen los estudios con campos como: año de publicación, revista, país, institución, tipo de estudio, etc.) y cualquier proceso para obtener y confirmar los datos de los estudios.		0.5	0.25	0	
Resultados	Selección del estudio	Proporciona el número de estudios examinados, evaluados por elegibilidad e incluidos en la revisión, con razones para las exclusiones en cada etapa, idealmente con un diagrama de flujo.		2	1	0	
Resultados	Características de los estudios	Para cada estudio, presenta las características para las que se extrajeron los datos (por ejemplo, año de publicación, revista, país, institución, tipo de estudio, etc.).		3	1.5	0	
Resultados	Análisis global de los estudios	Presenta las características de los estudios de manera globalizada (por ejemplo, porcentaje de estudios por año de publicación, por tipos, por temas abordados, etc.).		4	2	0	
Conclusión	Conclusión	Responde la pregunta de investigación y expresa las limitaciones del estudio y sus recomendaciones.		3	1.5	0	
Puntaje total							

Firma del evaluador

Firma y sello del director/coordinador de

