



UNIVERSIDAD
GERARDO BARRIOS®
Líderes en Gestión del Conocimiento



Vicerrectoría de Investigación
y Proyección Social

Estudio Experimental para evaluar placas de concreto incorporándole PET in situ a través de ensayos no destructivos

Informe Técnico de Investigación

Sara Oneida Baires Quintanilla
Rene Alexander Martínez Segovia

El Salvador, 2022

Editorial Universidad Gerardo Barrios

**Estudio experimental para evaluar placas de concreto incorporándole
PET in situ a través de ensayos no destructivos.**

1ª Edición

Sara Oneida Baires Quintanilla

Rene Alexander Martínez Segovia

Vicerrectoría de Investigación y Proyección Social

ISBN

Todos los derechos reservados. Esta publicación no puede ser reproducida, ni parcial ni totalmente, ni registrada en/o transmitida por un sistema de recuperación de información, en ninguna forma ni formato, por ningún medio, sea mecánico, fotocopiado, electrónico o cualquier otro sin el permiso previo y por escrito de la editorial.

editorial@ugb.edu.sv

© Universidad Gerardo Barrios, 2022

Contenido

1. Introducción	4
2. Justificación	6
3. Objetivos	7
OBJETIVO GENERAL	7
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	7
4. Metodología.....	8
TIPO DE INVESTIGACIÓN	8
Delineamiento de acero de refuerzo	8
Martillo de rebote	10
Límites del ensayo	13
Velocidad de Pulso Ultrasónico.....	14
5. Resultados.....	16
Resultados Obtenidos Martillo de Rebote	16
Resultados obtenidos Velocidad del Pulso Ultrasónico	17
Comparación de resultados:	17
6. Discusión y Conclusiones	19
7. Referencias	20
8. Anexos	21

1. Introducción

Debido a la contaminación del medio ambiente especialmente en los ríos, por la generación de plástico desmedida de estos residuos y difícil degradación, nos vemos influenciados en poder proponer un sistema constructivo donde se utilice este tipo de residuos, según el informe de Organización de las Naciones Unidas (ONU) sobre contaminación por plástico 2021, destaca que representa el 85% de los residuos que llegan a los océanos y estos fluyen hacia el mar, con una cantidad anual de entre 23 y 37 millones de toneladas, esto significa alrededor de 50 kg de plástico por metro de costa en todo el mundo.

En vista de la desmedida contaminación de plástico se propone un sistema constructivo que aporte al medio ambiente mediante el reciclaje, incorporándole Polietileno de Tereftalato (PET) al concreto, siendo este económico y de elaboración simple. de los hechos relevantes se encuentra el aumento desmedido del uso de envases PET, por la generación de plástico desmedida de estos residuos, así mismo la difícil degradación del material de botellas de plástico y altas concentraciones de energías ya que el uso de dichos envases por su composición es de uno solo; por lo tanto, se propone la utilización e incorporación de dicho residuos de forma triturada en la composición de mezcla para la elaboración de placas de concreto PET como una alternativa de un sistema constructivo.

Por lo tanto, se ha investigado la aplicación de sistemas de concreto PET estableciendo el sistema de placas de concreto incorporándole PET, que en base a los estudios que se han realizado a través de diferentes ensayos se ha garantizado la calidad de este sistema siendo este seguro y económico; para concluir con las investigaciones se realizaron una serie de ensayos no destructivos a la aplicación de este sistema en el equipamiento urbano que se encuentra en Campus Salitre de la Universidad Gerardo Barrios, con la finalidad de comparar el comportamiento de la estructura a 3 años de funcionamiento y su reacción con los agentes atmosféricos, como lo es la lluvia el sol, entre otros. También se realizó la

comparación de las placas de concreto simple en funcionamiento con las placas con concreto PET, para obtener un parámetro de funcionamiento con respecto a las estructuras tradicionales.

Los ensayos no destructivos para estructuras de concreto que se realizaron fueron: Ensayo para delineamiento de acero de refuerzo (ACI 28.2), Ensayo de Número de Rebote (ASTM C805) y Ensayo de Velocidad de Pulso Ultrasónico. Los que se realizaron a placas de concreto tradicional y a las placas de concreto PET para su comparación.

En la evaluación se realizaron los siguientes ensayos: Ensayo para determinar el número de rebotes conforme ASTM C805 (Método de Ensayo Estándar para Número de Rebote en Concreto Endurecido), para determinar uniformidad del concreto y correlacionarlo con una resistencia a la compresión del concreto, 2 delineamientos de acero de refuerzo mediante equipo conocido como pachómetro para ubicación y determinación de diámetro de barras de acero; y 2 ensayos de ultrasonido para determinar la calidad relativa del concreto y así poder garantizar que este tipo de material propuesto puede ser utilizado en la industria de la construcción con las garantías ya establecidas.

2. Justificación

La importancia de este estudio radica en la generación y aplicación del nuevo sistema de construcción propuesto de placas de concreto PET en diferentes infraestructuras, realizando diferentes ensayos no destructivos, éstos son métodos que no causan daño en la estructura a evaluar. Su función principal es determinar las condiciones y estimar la resistencia del concreto endurecido de una forma confiable, como procedimientos de evaluación de la estructura durante su proceso constructivo, como un apoyo al control y el aseguramiento de calidad.

Al conocer en estudios anteriores los materiales y composición química de los materiales a utilizar en la elaboración de placas de concreto PET, en este estudio se evaluó el comportamiento dinámico de la estructura a través de la detección y evaluación de grietas, la determinación de las dimensiones de las estructuras y microestructuras que permiten conocer las propiedades físicas y mecánicas, sin causar un daño a las placas de concreto PET y placas tradicionales.

El uso de esta técnica no invasiva permite descubrir, localizar y evaluar los defectos en la superficie y en el interior de la estructura de la placa sin causar daño alguno a la misma, en este caso las placas de concreto PET, que se encuentran en el Campus Salitre. Para medir cuantitativamente las características fisicoquímicas que presente el funcionamiento de la placa PET, sin necesidad de dañar la pieza, también se construirá una pared con placas de concreto tradicional para realizar la comparación del comportamiento de ambas paredes en funcionamiento, para poder verificar el correcto funcionamiento de las Placas del Concreto PET.

Utilizando las evaluaciones de la estructura con el fin de tomar decisiones para recomendar su uso.

3. Objetivos

OBJETIVO GENERAL

- Evaluar placas de concreto incorporándole PET in situ a través de ensayos no destructivos.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Realizar pruebas in-situ de ensayos no destructivos en placas de concreto tradicional
2. Realizar pruebas in-situ de ensayos no destructivos en placas de concreto-PET
3. Análisis de la comparación de los resultados de ambos sistemas

4. Metodología

La investigación tiene un enfoque cuantitativo, ya que los resultados obtenidos de los ensayos se comprobarán y validarán.

El diseño de la investigación es experimental, ya que se manipulan directamente las variables en ella.

TIPO DE INVESTIGACIÓN

Este estudio reúne las condiciones para ser caracterizado como una investigación de tipo experimental- descriptiva, ya que al concluir se determinará las disparidades, ventajas y desventajas que se dan entre un ensayo NO destructivo entre placas de concreto estándar y placas de concreto PET.

La muestra de esta investigación será:

Paredes en funcionamiento realizadas una con placas de concreto tradicional y otra con placas de concreto - PET, en las que se realizaran los pruebas a continuación detalladas:

- Detectar la ubicación del acero de refuerzo a través del ensayo NO destructivo para delineamiento de acero de refuerzo en las placas de placas de concreto tradicional
- Detectar la ubicación del acero de refuerzo a través del ensayo NO destructivo para delineamiento de acero de refuerzo en las placas de placas de concreto – PET

Delineamiento de acero de refuerzo

La ubicación y el diámetro del acero de refuerzo longitudinal y transversal se puede determinar usando un pachómetro, se pueden conseguir diversos pachómetro, cuya capacidad va desde la mera indicación de la presencia de acero hasta aquellos que se pueden calibrar y le permiten al usuario experimentado una mejor determinación de la profundidad y el tamaño de las barras de armadura. Este ensayo no destructivo

tiene por finalidad principalmente la detección de la presencia, la dirección y el diámetro del acero de refuerzo longitudinal y transversal dentro de los elementos de concreto armado.

El pachómetro es un instrumento que utiliza los principios de la inducción magnética. Su forma de operación nos brinda una localización aproximada mediante las relaciones básicas entre la electricidad y el magnetismo, uno de los principios más importantes es mediante la inducción al electromagnetismo, lo que significa que un circuito eléctrico induce un potencial eléctrico en ese circuito, todo esto asociado a la Ley de Faraday que nos dice que cualquier cambio en el entorno en que se encuentra una bobina de cable, originará un voltaje, no importará como se produzca el cambio, el voltaje será generado en la bobina, este se puede producir por un cambio en la intensidad del campo magnético, el movimiento de un imán entrando y saliendo del interior de la bobina, moviendo la bobina hacia adentro y hacia afuera de un campo magnético, girando la bobina dentro de un campo magnético, como lo muestra la figura 1 y 2.

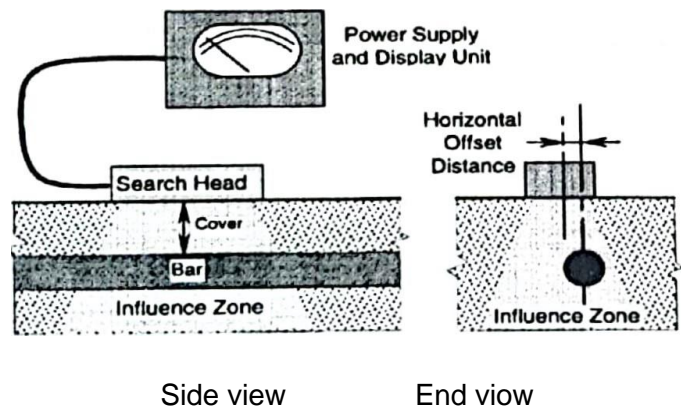


Figura 1. Esquema de Funcionamiento de Pachómetro.

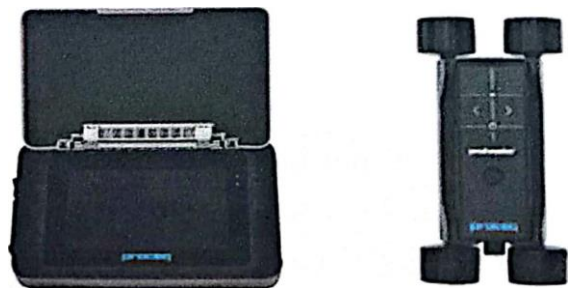


Figura 2. Equipo para delineamiento del acero de refuerzo, Profometer 630AI

Principio

El funcionamiento se basa en la medida de resistencia al flujo magnético generado por la sonda, que cuanto más cerca está de un elemento metálico, más pequeña es la resistencia. Determina la localización, profundidad, diámetro, distancia entre armaduras

Significado y uso

Consiste en un aparato capaz de localizar las barras de acero dentro de un elemento de concreto. Consta de varias sondas y de un módulo de lectura y control; y su funcionamiento se basa en la medida de la resistencia al flujo magnético generado por la sonda, de forma que cuando la sonda se sitúa más cercana a un elemento metálico esta resistencia disminuye. En el mercado actual existen pachómetro que además de determinar la posición y la dirección de las armaduras son capaces de determinar también el diámetro y el recubrimiento de la barra.

Se realizaron 2 ensayos para la delimitación del acero de refuerzo, para evitar colocar o realizar los ensayos sobre el acero y que este influya directamente en los resultados.

- Resultados de resistencia a la compresión derivada de ensayo NO destructivo con Martillo Schmidt (esclerómetro) de placas de concreto tradicional
- Resultados de resistencia a la compresión derivada de ensayo NO destructivo con Martillo Schmidt (esclerómetro) de Placas de concreto - PET

Martillo de rebote

El método de ensayo permite obtener el número de rebote del concreto endurecido, mediante la utilización de un martillo de impacto. El esclerómetro también es conocido como martillo suizo o martillo Schmidt, fue diseñado y desarrollado por el

ingeniero suizo Ernest Schmidt en los años 40 y fue patentado como martillo Schmidt. El ensayo del esclerómetro o índice de rebote mediante esclerómetro es una prueba no destructiva para obtener la resistencia aproximada del concreto endurecido. Su valor de rebote "R" o índice de rebote es una unidad adimensional que relaciona la dureza superficial del concreto con su resistencia relativa, o aproximada ya que es obtenida en forma experimental. Este método es aplicable para determinar la uniformidad del concreto y para delinear zonas o regiones de baja calidad o de concreto deteriorado en las estructuras. Así mismo se usa para una estimación de la resistencia del concreto en el sitio, se llevó a cabo con el propósito de determinar el número de rebote del concreto endurecido en los elementos evaluados. En el ensayo, un martillo mecánico produce un golpe en la superficie de concreto y, dependiendo de la dureza del concreto, se produce el rebote del pistón incorporado al martillo. La magnitud de esta respuesta se registra en una escala del aparato en términos de "número de rebote", y provee una medida relativa de la resistencia del concreto tal como se muestra en el esquema de la figura 3.

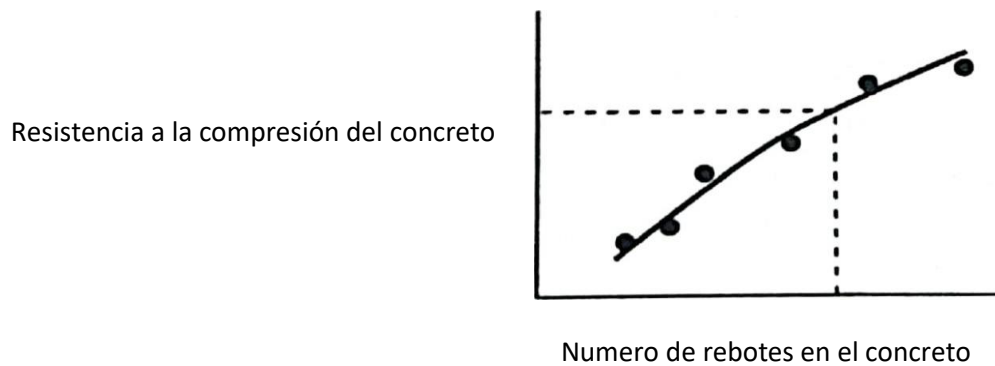


Figura 3. Representación de la correlación entre la resistencia a la compresión del concreto y el número de rebote del concreto endurecido

Uso

Acceso a la uniformidad del concreto, acceso a zonas de la estructura de pobre calidad o deteriorada, estimación de la resistencia in situ del concreto. La resistencia que se obtiene mediante la utilización del equipo, en función del número de rebote

debe ser utilizado únicamente como un indicador referencial de una resistencia en diferentes puntos de la estructura. Se usa este método para estimar la resistencia, siempre que se establezca una correlación entre la resistencia, así como el número de rebotes para una determinada mezcla de concreto.

Desarrollo del Ensayo

Selección de la superficie de ensayo

Los miembros de concreto a ser ensayados deben tener por lo menos 100 mm (4 pulg.) de espesor y estar fijos dentro una estructura. Evitar áreas que exhiban colmenas, escamas, textura rugosa o alta porosidad. No deben compararse resultados de concreto que no fueran conformados con formaletas similares. Las superficies alisadas con llana generalmente exhiben números de rebote mayores que las superficies de acabados formateados. Si es posible las losas estructurales deben ser ensayadas desde la parte inferior para evitar superficies terminadas.

Preparación de la superficie de ensayo

Un área de ensayo debe ser de por lo menos 150 mm (6 pulg) de diámetro. Las superficies de textura gruesa, suave o con mortero suelto deben ser pulidas planas, con la piedra abrasiva. Las superficies conformadas lisas por la formaleta o por llana, no necesitan ser pulidas antes de su ensayo. No debe compararse valores entre superficies pulidas y no pulidas, Remover agua libre superficial presente antes de hacer el ensayo.

Procedimiento para determinar la resistencia relativa del concreto endurecido

Posicionar firmemente el esclerómetro en forma perpendicular sobre la superficie del concreto a ensayar, se ejerce una presión gradual sobre el émbolo hasta que el martillo impacte, después del impacto se oprime para bloquear el émbolo en su posición retraída y se toma la lectura del número de rebote al número más cercano en escala graduada

Cálculos

Descartar las lecturas que difieran del promedio de diez lecturas, en más de 6 unidades y determinar el promedio de las lecturas remanentes. Si más de dos lecturas difieren del promedio en 6 unidades, descartar el conjunto completo de lecturas, del área de ensayo.

Límites del ensayo

Existe un complejo de impacto de carga y propagación de la onda de esfuerzo y es que el rebote depende de la energía cinética justo antes que el martillo golpee el hombro del émbolo y la cantidad de energía que absorbe durante el impacto, parte de la energía absorbida es por el mecanismo de fricción que se encuentra en el instrumento y otra es absorbida en la interacción del émbolo con el concreto, siendo esta la responsable del rebote que se alcance, por lo tanto este será el indicador de la propiedad del concreto. La energía absorbida por el concreto depende de la capacidad de reacción del material expresado en términos de su relación esfuerzo-deformación, por lo que la energía absorbida se relaciona a la resistencia y rigidez del concreto. Un concreto con baja resistencia y rigidez absorberá más energía que un concreto con alta resistencia y rigidez. Un concreto con baja resistencia presentará un bajo número de rebote, se muestran los valores en la siguiente tabla.

Tabla 1

Tabla de interpretación de datos para Ensayo de Número de Rebote

Número de Rebote Promedio Calidad del Concreto	
> 40	Muy duro
30 a 40	Bueno
20 a 30	Regular
< 20	Concreto pobre
0	Delaminado

Al finalizar los ensayos se hará una comparación de los resultados que arroje la pared elaborada con placas de concreto tradicional y placas de concreto – PET

Velocidad de Pulso Ultrasónico

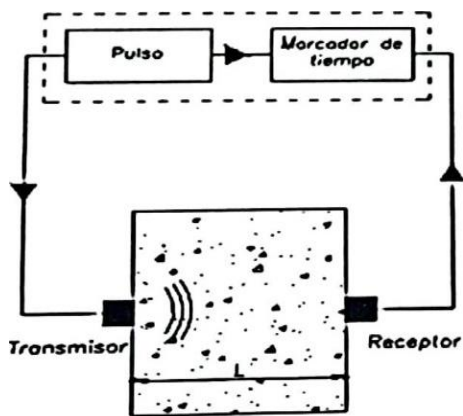
Este método de ensayo cubre la determinación de la velocidad de pulsos longitudinales de ondas de esfuerzo a través del concreto. Con este ensayo es posible determinar fisuras, vacíos internos, grado de homogeneidad, entre otras características. El equipo posee un generador de pulsos, un par de transductores (transmisor y receptor), un amplificador del transductor receptor, un circuito medidor de tiempo, un indicador de tiempo y cables de conexión. El ensayo consiste en medir el tiempo de propagación de un pulso ultrasónico al recorrer la distancia entre un transductor emisor y un transductor receptor, ambos en contacto con el concreto en estudio.

Selección de los puntos de ensayo en el elemento

Uno de los criterios principales consiste en efectuar un reconocimiento visual de los puntos que se van a ensayar con el propósito de determinar la irregularidad superficial e identificar la presencia de huecos o fisuras que alteren o afecten la prueba. Se instalan los transductores en la superficie de prueba. La transmisión puede ser directa, semidirecta o indirecta. Mientras sea posible deberá utilizarse la transmisión directa, ya que proporciona la máxima sensibilidad y provee una longitud de trayectoria bien definida. Sin embargo, hay circunstancias en las que el concreto no se puede examinar en forma directa y es necesario el uso de trayectorias diagonales (transmisión semidirecta), esta distancia se puede obtener por medio del teorema de Pitágoras. En el elemento a ensayar se realizan como mínimo tres lecturas manteniendo lo más constante las distancias de cada lectura. Se emiten los pulsos ultrasónicos y se registran el tiempo que toma en viajar la onda de esfuerzo desde el transductor emisor hasta el transductor receptor. Conociendo el tiempo de viaje de la onda y la distancia entre los transductores, se determina la velocidad de onda. Con la velocidad de onda se puede determinar la calidad del elemento ensayado, generalmente, cuanto mayor sea la velocidad del pulso mayor

será la calidad del concreto. Las vibraciones del concreto se transfieren al concreto a través de un medio viscoso, para este caso se utilizó un lubricante. Los pulsos de vibración viajan a través del elemento y son detectados por un receptor y convertidos en energía eléctrica por un segundo transductor localizado a una distancia L del transductor, al transmisor medida que es tomada desde la ubicación del transmisor. Cuando el pulso es recibido, el reloj se apaga y el tiempo de viaje de la onda es registrada electrónicamente, el tiempo de tránsito T se mide electrónicamente, mientras que la velocidad del pulso se calcula dividiendo L entre T . Este método es aplicable para la estimación de la uniformidad y calidad relativa del concreto, para determinar la presencia de vacíos y probables grietas, así como para indicar cambios en las propiedades del concreto, usado también para verificar deterioros o agrietamientos. Se presenta el esquema de funcionamiento, y el equipo de ultrasonido (Figura 4), utilizado en la evaluación a elementos estructurales.

Figura 3. Esquema e imagen de referencia del equipo de ensayo de Pulso Ultrasónico.



5. Resultados

Los Ensayos No Destructivos, son utilizados para determinar aproximadamente la resistencia a la compresión del concreto en elementos estructurales. El proceso de evaluación de una estructura de concreto es la parte más importante del procedimiento de diagnóstico, ya que en los casos que se requiera, con esta información se puede sugerir el tipo y magnitud de rehabilitación a realizar. Por lo anterior, es necesario que la evaluación se realice bajo ciertos criterios y con previo conocimiento de las características y comportamientos de los elementos y materiales que conforman la estructura.

Resultados Obtenidos Martillo de Rebote

Se realizaron un total de 2 ensayos de medición de número de rebote, estos se resumen en la siguiente tabla.

Tabla 2

Resultados de número de rebote para los elementos evaluados

Identificación	Ubicación	Posición Martillo	# de Rebote
2022-UGB-MR-ICEPET-OI	Placa Concreto PET	Horizontal	13
2022-UGB.MR-Icepel-01	Placa Concreto Tradicional	Horizontal	13

Promedio 13

Desviación Estándar 0

Conforme a los ensayos obtenidos, no se puede correlacionar una resistencia, debido a los valores bajos obtenidos, además el espesor de placa es inferior a 10 cm (4 pulgadas) que es el mínimo para evitar la disipación rápida del impacto del émbolo del equipo de Martillo de Rebote.

Resultados obtenidos Velocidad del Pulso Ultrasónico

Los resultados obtenidos del método de ensayo de velocidad de pulso ultrasónico, con sus respectivos valores de resistencia potencial del concreto, fueron los siguientes:

Tabla 23

Valores de velocidad de pulso ultrasónico y resistencia a compresión de elementos evaluados.

Ensayo #	Elemento	Velocidad (m/s)	Calidad del Concreto	f _c Aproximado (kg/cm ²)
2022-VPU-UGB-ICPET-01	Placa Concreto con PET	2037	Pobre	55
2022. VRJ-UGB-ICPET-02	Placa Concreto Tradicional	3876	Bueno	227

Comparación de resultados:

La evaluación consistió en diferentes ensayos no destructivos en las placas de concreto tradicional y en las placas de concreto PET, se verifica a través de los resultados el funcionamiento en el lugar de las placas de concreto PET y al no existir una normativa para dichas placas se analiza en comparación a los resultados de los ensayos de concreto tradicional realizando los siguientes ensayos:

Tabla 5

Comparación de resultados de ensayos no destructivos para los elementos evaluados

Ensayo no destructivo	Placas de Concreto Tradicional	Placas de Concreto PET
Delineamiento de acero de refuerzo	Detectar la ubicación del acero	Detectar la ubicación del acero
Martillo Schmidt (esclerómetro)	13 rebotes (Concreto pobre)	13 rebotes (Concreto pobre)
la Velocidad de Pulso Ultrasónico	$f'c = 227 \text{ kg/cm}^2$ (Concreto bueno)	$f'c = 55 \text{ kg/cm}^2$ (Concreto pobre)

Conforme a los ensayos obtenidos, no se puede correlacionar una resistencia, debido a los valores bajos obtenidos, además el espesor de placa es inferior a 10 cm (4 pulgadas) que es el mínimo para evitar la disipación rápida del impacto del émbolo del equipo de Martillo de Rebote y los valores de resistencia son obtenidos mediante ecuación de correlación, corresponderá realizar extracciones de núcleos y evaluar en prensa hidráulica, la resistencia a compresión.

6. Discusión y Conclusiones

Con la realización de los ensayos no destructivos en las placas de concreto PET y las placas de concreto tradicional, se muestra que la relación que existe en cuanto a la ubicación del acero de refuerzo, es similar en ambas placas ya que son fabricadas con el mismo tipo de refuerzo vertical, cuando se mide el ensayo de martillo de rebote permite obtener el número de rebote del concreto endurecido con la limitante que las estructura a evaluar tiene que contar con un espesor mínimo de 4 pulg o 10 cm, según la norma ASTM-C805. Las placas evaluadas en esta investigación cuentan con un espesor de 2 pulg o 5 cm, por eso que los resultados son por debajo de los rangos establecidos en dicha normativa, pero que, al realizar la correlación con la resistencia del concreto se puede establecer el tipo de concreto en este caso un concreto pobre, siendo este ideal para el tipo de elementos que se encuentra en estudio, que no son elementos estructurales sino paredes de relleno.

En el caso del estudio de la velocidad ultrasónica a las placas de concreto PET muestra una diferencia considerable con respecto a la placa de concreto tradicional. Después del análisis, se identifica que la incorporación del PET en la mezcla de concreto, permite la dispersión de la onda en la placa por la composición físico-química que este contiene, dejándolo en un rango establecido como concreto pobre, pero que para el uso que están destinadas las placas de concreto se pueden utilizar sin ningún inconveniente.

Se sugiere que los ensayos no destructivos siempre vayan acompañados de los ensayos destructivo, permitiendo corroborar los resultados y así contar con datos fiables y mediciones correctas. De igual manera considerar operadores capacitados para la utilización y análisis de la información.

7. Referencias

1. Luna Aquize, M. (s.f.). Introducción a los ensayos no destructivos. Academia.edu. Recuperado de [https://www.academia.edu/7793020/Introducción a los ensayos no destr uctivos](https://www.academia.edu/7793020/Introducción_a_los_ensayos_no_destruictivos)
2. (s.f.). CAPITULO 2 Métodos de control no destructivos.
3. Carlos Velazquez Mendez, J., En, M., Héctor, I., & Olgúin, J. G. (s.f.). Contról de la calidad del concreto con métodos alternativos de ingeniería. Universidad Nacional Autónoma de Mexico, Facultad de Ingeniería.
4. Comunidad360. (s.f.). Ensayos no destructivos en el concreto endurecido: un aporte a la evaluación, diagnóstico y solución. Recuperado de <https://www.360enconcreto.com/blog/detalle/ensayos-no-destructivos-en-el-concreto-endurecido-un-aporte-a-la-evaluacion-diagnostico-y-solucion-1>
5. ONU Medio Ambiente. (s.f.). Informe de la ONU sobre contaminación por plásticos advierte sobre falsas soluciones y confirma la necesidad de una acción mundial urgente. Recuperado de <https://www.unep.org/es/noticias-y-reportajes/comunicado-de-prensa/informe-de-la-onu-sobre-contaminacion-por-plasticos>
6. John Sandor Popovics, P., Adj Maria Vanesa Baño, P., & Ing Montes, D. (s.f.). Ensayos no destructivos aplicados a la caracterización de estructuras y materiales de construcción. Universidad de la república.
7. (s.f.). MARTILLO SCHMIDT (ESCLERÓMETRO).
8. Universidad Nacional de San Martín-tarapoto Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura, Escuela profesional de Ingeniería Civil. (s.f.).
9. Vera, C. O. (2017). Caracterizacion de las propiedades mecanicas del hormigon de un edificio habitacional resumen.

Anexos

Normas ASTM C805. Método de ensayo estándar para número de rebote en concreto endurecido

This international standard was developed in accordance with internationally recognized principles on standardization established in the Decision on Principles for the Development of International Standards, Guides and Recommendations issued by the World Trade Organization Technical Barriers to Trade (TBT) Committee.



Designation: C805/C805M – 18

Standard Test Method for Rebound Number of Hardened Concrete¹

This standard is issued under the fixed designation C805/C805M; the number immediately following the designation indicates the year of original adoption or, in the case of revision, the year of last revision. A number in parentheses indicates the year of last reapproval. A superscript epsilon (ϵ) indicates an editorial change since the last revision or reapproval.

1. Scope*

1.1 This test method covers the determination of a rebound number of hardened concrete using a spring-driven steel hammer.

1.2 The values stated in either SI units or inch-pound units are to be regarded separately as standard. The values stated in each system may not be exact equivalents; therefore, each system shall be used independently of the other. Combining values from the two systems may result in non-conformance with the standard.

1.3 *This standard does not purport to address all of the safety concerns, if any, associated with its use. It is the responsibility of the user of this standard to establish appropriate safety, health, and environmental practices and determine the applicability of regulatory limitations prior to use.*

1.4 *This international standard was developed in accordance with internationally recognized principles on standardization established in the Decision on Principles for the Development of International Standards, Guides and Recommendations issued by the World Trade Organization Technical Barriers to Trade (TBT) Committee.*

2. Referenced Documents

2.1 *ASTM Standards:*²

C42/C42M Test Method for Obtaining and Testing Drilled Cores and Sawed Beams of Concrete

C125 Terminology Relating to Concrete and Concrete Aggregates

C670 Practice for Preparing Precision and Bias Statements for Test Methods for Construction Materials

E18 Test Methods for Rockwell Hardness of Metallic Materials

2.2 *Other Standard:*³

BS EN 13791 Assessment of In-Situ Compressive Strength in Structures and Pre-Cast Concrete Components

3. Terminology

3.1 *Definitions:*

3.1.1 For definitions of terms used in this test method, refer to Terminology C125.

4. Summary of Test Method

4.1 A steel hammer impacts, with a predetermined amount of energy, a metal plunger in contact with a concrete surface. Either the distance that the hammer rebounds is measured or the hammer speeds before and after impact are measured. The test result is reported as a dimensionless rebound number.

5. Significance and Use

5.1 This test method is applicable to assess the in-place uniformity of concrete, to delineate variations in concrete quality throughout a structure, and to estimate in-place strength if a correlation is developed in accordance with 5.4.

5.2 For a given concrete mixture, the rebound number is affected by factors such as moisture content of the test surface, the type of form material or type of finishing used in construction of the surface to be tested, vertical distance from the bottom of a concrete placement, and the depth of carbonation. These factors need to be considered in interpreting rebound numbers.

5.3 Different instruments of the same nominal design may give rebound numbers differing from 1 to 3 units. Therefore, tests should be made with the same instrument in order to compare results. If more than one instrument is to be used, perform comparative tests on a range of typical concrete surfaces so as to determine the magnitude of the differences to be expected in the readings of different instruments.

5.4 Relationships between rebound number and concrete strength that are provided by instrument manufacturers shall be used only to provide indications of relative concrete strength at different locations in a structure. To use this test method to estimate strength, it is necessary to establish a relationship

¹ This test method is under the jurisdiction of ASTM Committee C09 on Concrete and Concrete Aggregates and is the direct responsibility of Subcommittee C09.64 on Nondestructive and In-Place Testing.

Current edition approved Dec. 15, 2018. Published February 2019. Originally approved in 1975. Last previous edition approved in 2013 as C805/C805M – 13a. DOI: 10.1520/C0805_C0805M-18.

² For referenced ASTM standards, visit the ASTM website, www.astm.org, or contact ASTM Customer Service at service@astm.org. For *Annual Book of ASTM Standards* volume information, refer to the standard's Document Summary page on the ASTM website.

³ Available from American National Standards Institute (ANSI), 25 W. 43rd St., 4th Floor, New York, NY 10036, <http://www.ansi.org>.

*A Summary of Changes section appears at the end of this standard

Copyright © ASTM International, 100 Barr Harbor Drive, PO Box C700, West Conshohocken, PA 19428-2959, United States

Copyright by ASTM Int'l (all rights reserved); Sat Apr 18 00:27:40 EDT 2020

Downloaded/printed by

Marlon Vigil (Marlon Vigil) pursuant to License Agreement. No further reproductions authorized.

Normas ASTM C597. Pulso Ultrasónico en el concreto.



Designation: C597 – 16

Standard Test Method for Pulse Velocity Through Concrete¹

This standard is issued under the fixed designation C597; the number immediately following the designation indicates the year of original adoption or, in the case of revision, the year of last revision. A number in parentheses indicates the year of last reappraisal. A superscript epsilon (ϵ) indicates an editorial change since the last revision or reappraisal.

This standard has been approved for use by agencies of the U.S. Department of Defense.

1. Scope*

1.1 This test method covers the determination of the propagation velocity of longitudinal stress wave pulses through concrete. This test method does not apply to the propagation of other types of stress waves through concrete.

1.2 The values stated in SI units are to be regarded as standard. No other units of measurement are included in this standard.

1.3 *This standard does not purport to address all of the safety concerns, if any, associated with its use. It is the responsibility of the user of this standard to establish appropriate safety and health practices and determine the applicability of regulatory limitations prior to use.*

2. Referenced Documents

2.1 *ASTM Standards:*²

C125 Terminology Relating to Concrete and Concrete Aggregates

C215 Test Method for Fundamental Transverse, Longitudinal, and Torsional Resonant Frequencies of Concrete Specimens

C823 Practice for Examination and Sampling of Hardened Concrete in Constructions

E1316 Terminology for Nondestructive Examinations

3. Terminology

3.1 *Definitions*—Refer to Terminology C125 and the section related to ultrasonic examination in Terminology E1316 for definitions of terms used in this test method.

4. Summary of Test Method

4.1 Pulses of longitudinal stress waves are generated by an electro-acoustical transducer that is held in contact with one

surface of the concrete under test. After traversing through the concrete, the pulses are received and converted into electrical energy by a second transducer located a distance L from the transmitting transducer. The transit time T is measured electronically. The pulse velocity V is calculated by dividing L by T .

5. Significance and Use

5.1 The pulse velocity, V , of longitudinal stress waves in a concrete mass is related to its elastic properties and density according to the following relationship:

$$V = \sqrt{\frac{E(1-\mu)}{\rho(1+\mu)(1-2\mu)}} \quad (1)$$

where:

E = dynamic modulus of elasticity,

μ = dynamic Poisson's ratio, and

ρ = density.

5.2 This test method is applicable to assess the uniformity and relative quality of concrete, to indicate the presence of voids and cracks, and to evaluate the effectiveness of crack repairs. It is also applicable to indicate changes in the properties of concrete, and in the survey of structures, to estimate the severity of deterioration or cracking. If used to monitor changes in condition over time, test locations are to be marked on the structure to ensure that tests are repeated at the same positions.

5.3 The degree of saturation of the concrete affects the pulse velocity, and this factor must be considered when evaluating test results (Note 1). In addition, the pulse velocity in saturated concrete is less sensitive to changes in its relative quality.

NOTE 1—The pulse velocity in saturated concrete may be up to 5 % higher than in dry concrete.³

5.4 The pulse velocity is independent of the dimensions of the test object provided reflected waves from boundaries do not complicate the determination of the arrival time of the directly transmitted pulse. The least dimension of the test object must exceed the wavelength of the ultrasonic vibrations (Note 2).

³ Bungey, J. H., Millard, S. G., and Grantham, M.G., 2006 *Testing of Concrete in Structures*, 4th ed., Taylor & Francis, 339 pp.

*A Summary of Changes section appears at the end of this standard



INGENIERIA
NDT S.A. de C.V.

INGENIERÍA NDT S.A. DE C.V.
Consultoría, Diseño, Supervisión

NÚMERO DE REBOTE DEL CONCRETO ENDURECIDO, ASTM C-805

F-NDT-C805-001

Fecha: 1/9/2022

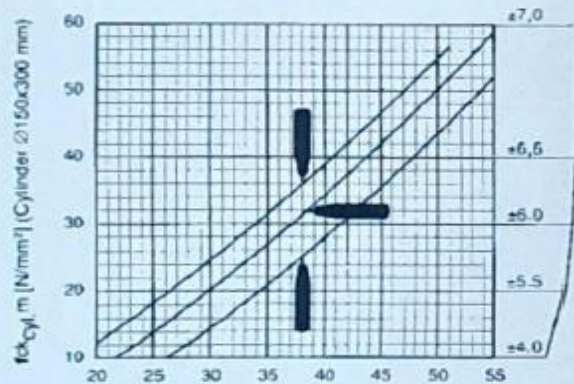
PROYECTO: Estudio experimental para evaluar placas de concreto incorporándose PET in situ a través de ensayos no destructivos Universidad Gerardo Barrios San Miguel.

UBICACIÓN: Campus Salitre, San Miguel

REALIZARON: M. Vigil

OBSERVACIONES: Placa CT = Placas prefabricadas por empresa industrial con concreto tradicional
Placa PET = Placa prefabricada por investigadores empleando PET

Ubicación	Placa CT	Placa PET			
Ensayo #	2022-UGB-MR-ICPET-001	2022-UGB-MR-ICPET-002			
Posición/ # disparo	Horizontal	Horizontal			
1	14	15			
2	14	12			
3	14	14			
4	14	15			
5	14	13			
6	14	12			
7	12	13			
8	12	12			
9	12	11			
10	12	15			
PROMEDIO	13	13			
f _c (kg/cm ²)	N/A	N/A			



[Handwritten Signature]

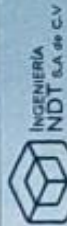
Ing. Marlon Vigil Sánchez

Miembro de:



Academy of Pavement
Science and Engineering

Formato de ensayo: Pulso ultrasónico en el concreto, ASTM C-5097



INGENIERÍA NDT S.A. DE C.V.

CONSULTORÍA - DISEÑO - SUPERVISIÓN

PULSO ULTRASONICO EN EL CONCRETO, ASTM C-597

|| F-NDT-3397-002 ||

PROYECTO: Estudio experimental para evaluar placas de concreto incorporándose PET in situ a través de ensayos no destructivos Universidad Gerardo Barrios San Miguel. **FECHA DE ENSAYO:** 1/9/2022

UBICACIÓN: Campus Salitre **REALIZARON:** M.V.

OBSERVACIÓN: Placa CT = Placas prefabricadas por empresa Industrial con concreto tradicional
Placa PET = Placa prefabricada por investigadores empleando PET

ENSAYO	ELEMENTO/UBICACIÓN	Método	DISTANCIA ENTRE TRANSDUCTORES		TIEMPO DE TRANSITO (useg)	VELOCIDAD (m/s)	CALIDAD RELATIVA DEL CONCRETO	
			(cm)	Metros			Cualitativo	kg/cm ²
2022-VPU-UGB-ICPET-001	Placa Concreto con PET	Indirecto	5.00	0.050	24.5	2037	Pobre	55
	PROMEDIO				24.5	2037	Pobre	55
2022-VPU-UGB-ICPET-002	Placa Concreto Tradicional	Indirecto	5.00	0.050	12.9	3876	Buena	227
	PROMEDIO				12.9	3876	Buena	227

Relación de la calidad del concreto y su resistencia aproximada (según Latta y Chesiarián)

Calidad del Concreto	Velocidad longitudinal (m/s)
Muy Pobre	Inferior a 2000
Pobre	2,000 - 3,000
Ligeramente Bueno	3,000 - 3,500
Buena	3,500 - 4,000
Muy Buena	4,000 - 4,500
Excelente	Mayor a 4,500

[Firma]

Ing. Marlon-Ebizer Vigil Sánchez



Academy of Pavement Science and Engineering



Delineamiento del acero de refuerzo en placas de concreto PET



Delineamiento del acero de refuerzo en placas de concreto tradicional



Ensayo de numero de rebote en placas de concreto PET



Ensayo de numero de rebote en placas de concreto tradicional



Ensayo de pulso ultrasónico en placas de concreto PET



Ensayo de pulso ultrasónico en placas de concreto tradicional

Vicerrectoría de Investigación y Proyección Social

Para conocer más
sobre esta iniciativa
puedes escribirnos o
llamarnos por

Whatsapp

2645-6500

WWW.UGB.EDU.SV

Campus San Miguel
Campus Usulután

