



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“Análisis comparativo de ensayos destructivos y no destructivos en
estructuras de concreto, Puerto Casma, 2021”

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO CIVIL**

AUTOR:

Vivanco Huayaney, Alexies David (ORCID: 0000-0003-2116-3733)

ASESOR(A):

Mg. Sigüenza Abanto Robert Wilfredo (ORCID :0000-0001-8850-8463)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

DISEÑO SÍSMICO ESTRUCTURAL

LIMA – PERÚ

2021

Dedicatoria

Dedico la tesis a mi esposa y a mi hijo, a quienes desde casa siempre me apoyaron para salir adelante.

Agradecimiento

Agradezco a la Universidad César Vallejo, quien me ha brindado las facilidades y la asesoría para presentar esta investigación.

Índice de contenidos

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de figuras	v
Índice de tablas.....	vi
RESUMEN	vii
ABSTRACT	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	4
III. MÉTODOLOGÍA	17
3.1 Tipo y diseño de investigación.....	18
3.3 Población, muestra y muestreo	19
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	20
3.5 Procedimientos.....	20
3.6 Método de análisis de datos	20
3.7 Aspectos éticos	21
IV. RESULTADOS.....	22
V. DISCUSIÓN.....	28
VI. CONCLUSIONES.....	33
VII. RECOMENDACIONES.....	35
REFERENCIAS	37
ANEXOS	39

Índice de figuras

Figura 1	Propiedades del Hormigón “in situ”	6
Figura 2	Principales acelerantes en el mercado	8
Figura 3	Probetas de concreto	10
Figura 4	Modelos Esclerómetro y posiciones	12
Figura 5	Esclerómetro HT 225	12
Figura 6	Modelos Esclerómetro y posiciones	13
Figura 7	Ábaco para el cálculo de resistencia con esclerómetro	14
Figura 8	Secuencia lógica.....	15
Figura 9	Resistencia a la compresión	16
Figura 10	Diseño Descriptivo.....	18
Figura 11	Secuencia del procedimiento.....	18
Figura 12	Esquema de Muestreo aleatorio simple.....	20
Figura 13	Esclerometría en elementos estructurales	32

Índice de tablas

Tabla 1.	Ensayos destructivos	5
Tabla 2.	Ensayos de calidad piedra	23
Tabla 3.	Ensayos de calidad arena	23
Tabla 4.	Proporción en peso para 1 m ³ de concreto 175 kg/cm ²	24
Tabla 5.	Proporción en volumen para 1 m ³ de concreto 175 kg/cm ²	24
Tabla 6.	Ensayo de resistencia a la compresión en probetas de concreto	25
Tabla 7.	Ensayo de esclerometría en probetas de concreto	26
Tabla 8.	Ensayo de esclerometría en elementos estructurales de viviendas	27
Tabla 9.	Análisis de probetas de concreto método destructivo y no destructivo	29
Tabla 10.	Análisis de probetas de concreto y elementos estructurales, métodos no destructivos	30
Tabla 11.	Análisis de probetas de concreto y elementos estructurales, métodos destructivos y no destructivos	31

RESUMEN

La investigación, se fundamenta en la evaluación de métodos destructivos y no destructivos, siendo el objetivo determinar el análisis comparativo de ensayos destructivos y no destructivos en estructuras de concreto, Puerto Casma, 2021, determinando el óptimo análisis, en el proceso de estudio. Según el objetivo y la naturaleza del estudio es experimental, de nivel cuantitativo, diseño experimental y aplicativo. La presente investigación tiene una muestra constituida por 60 muestras, correspondiente a 20 tratamientos en probetas de concreto, 20 análisis de esclerómetro (probetas) y 20 viviendas. Se usó la técnica de análisis documental, observación en laboratorio, interpretando los resultados en guías técnicas. La investigación concluye que la resistencia a la compresión del concreto por esclerómetro dista hasta en un 20% de los análisis efectuados por resistencia a la compresión en probetas de concreto.

Palabras clave: Probetas, esclerómetro, resistencia, concreto.

ABSTRACT

The research is based on the evaluation of destructive and non-destructive methods, the objective being to determine the comparative analysis of destructive and non-destructive tests in concrete structures, Puerto Casma, 2021, determining the optimal analysis in the study process. According to the objective and the nature of the study it is experimental, quantitative level, experimental and applicative design. The present investigation has a sample made up of 60 samples, corresponding to 20 treatments in concrete test tubes, 20 sclerometer analyzes (test tubes) and 20 homes. The technique of documentary analysis, observation in the laboratory, was used, interpreting the results in technical guides. The research concludes that the compressive strength of concrete by sclerometer is up to 20% different from the analyzes carried out for compressive strength in concrete specimens.

Keywords: Specimens, sclerometer, resistance, concrete.

I. INTRODUCCIÓN

En los últimos años la industria de la construcción ha venido teniendo un constante crecimiento y con ello la demanda de los recursos utilizados en este sector crecen proporcionalmente, con vertiéndose así en uno de los sectores principales que generan fuentes de trabajo en el Perú. Con lo que respecta al concreto, este es uno de los materiales antiguos y elementales que se utiliza para la ejecución de diversas obras tales como: carreteras, edificaciones, puentes, obras hidráulicas entre otros. Ya que dicho material posea diversas propiedades como trabajabilidad, durabilidad, resistencia y cohesividad, por esta razón el concreto cumple un rol muy importante en la construcción. Es por ello que siempre se busca mejorar las propiedades tanto como físicas y mecánicas del concreto ya sea por el tipo de proyecto o por las cantidades de pisos de una cierta edificación.

En la actualidad la mayoría de ejecuciones constructivas, se muestran condicionada al desarrollo que alcanza la resistencia a la compresión del concreto. Es por ello que, para poder conocer dicho parámetro, se utiliza el método descrito en la Norma ASTM C 39 - NTP339.034, "Método de ensayo Normalizado para la Determinación de la Resistencia a la Compresión del concreto en muestras cilíndricas".

Debemos tener en cuenta, que de los análisis, que son considerados por el método de resistencia de compresión del concreto en probetas cilíndricas (4"×8" o 6"×12"), no siempre son valores que se encuentran en los elementos de concreto. Esto conlleva a ser uso de otros métodos que nos ayude a determinar la resistencia del concreto de forma indirecta. Por tal motivo, esta investigación tiene como objetivo principal determinar el método de medición con mayor precisión para determinar la resistencia a la compresión del concreto con aditivo retardante, realizando la comparación de cuatro métodos más usados que nos ayudan a encontrar la resistencia del concreto.

La investigación cuenta con las siguientes justificaciones de la razón de estudio: El proyecto de investigación tiene un aporte teórico, ya que a lo largo de la investigación se obtendrán datos que contribuirán al análisis de posibles discusiones como la necesidad de utilizar ensayos alternativos a los ensayos destructivos.

El proyecto de investigación tiene aportes sociales, ya que tiene como base la relación socioambiental que se propone para su contribución directa, el efecto es parte del estudio, la base del proyecto es la determinación del estado actual de las estructuras de concreto, comparando los ensayos destructivos y no destructivos.

La investigación tiene aportes económicos, ya que la consecuencia directa de estos beneficios al lograr el objetivo principal será la sustentabilidad, reduciendo significativamente el consumo de energía. La investigación se justifica, en el estudio del concreto, además del análisis de resistencia a la compresión y la diferencia entre los métodos destructivos y no destructivos utilizados, además de un análisis actual de las estructuras de concreto en Puerto Casma, al año 2021.

Sobre la realidad problemática presentada se planteó el problema general; ¿Cuál es el análisis comparativo de ensayos destructivos y no destructivos en estructuras de Concreto, Puerto Casma, 2021? Los problemas específicos fueron los siguientes:

PE1: ¿Cuáles son las características de los ensayos destructivos en estructuras de concreto, puerto Casma, 2021?

PE2: ¿Cuáles son las características de los ensayos no destructivos en estructuras de concreto, puerto Casma, 2021?

PE3: ¿Cuál es la variación de resultados entre ambos ensayos y determinar el óptimo?

El objetivo general fue; determinar el análisis comparativo de ensayos destructivos y no destructivos en estructuras de concreto, Puerto Casma, 2021. Los objetivos específicos fueron los siguientes:

OE1: Identificar las características de los ensayos destructivos en estructuras de concreto, Puerto Casma, 2021.

OE2: Identificar las características de los ensayos no destructivos en estructuras de concreto, Puerto Casma, 2021

OE3: Analizar la variación de resultados entre ambos ensayos y determinar el óptimo.

II. MARCO TEÓRICO

Resistencia a la compresión: Propiedad más importante en el concreto, empleado como parámetro de calidad. (Baca & Boy, 2015). Los elementos estructurales, deberán ser diseñados, de forma tal que la tensión generada, no supere el límite del material compuesto, por lo que es importante la resistencia a la compresión en estos elementos estructurales (Abanto, 2011).

Métodos destructivos, son ensayados sobre muestras de concreto, con el fin de evaluar propiedades del concreto, generando impacto negativo en su geometría. (Vélez, 2020)

Tabla 1. Ensayos destructivos

Ensayo	Norma
Resistencia a compresión	ASTM C-31
Tracción indirecta	ASTM C-496
Extracción de núcleos	ASTM C-42
Humedad	ASTM C-119
Flexo-compresión	ASTM C-7802
Permeabilidad	ASTM C-1688
Resistencia a la abrasión	ASTM C-535
Grado de carbonatación	ASTM D-1293

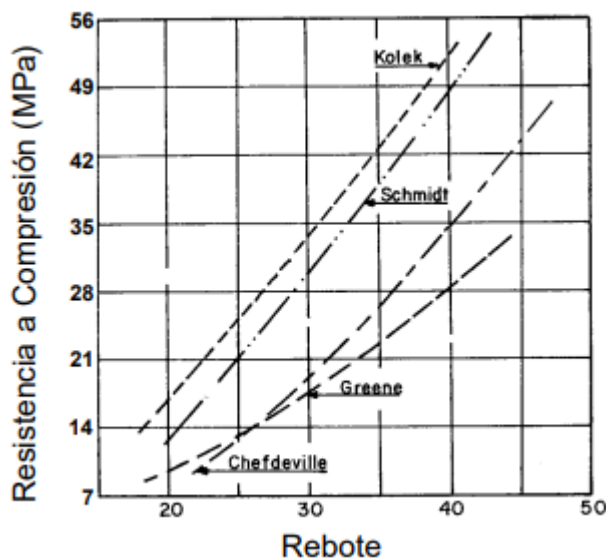
Fuente: Elaboración propia

Prueba de resistencia a la compresión: Las probetas de concreto, deben tener un tamaño de 6"×12", los cilindros deben centrarse en una prensa de compresión, teniendo este un margen de 0.15 a 0.35 MPa/s. (IMCYC, 2006)

Métodos no destructivos, o pruebas no destructivas, no alteran al concreto en estudio, sin embargo equipos modernos dañan superficialmente a la estructura. (Vélez, 2020)

Esclerometría: El martillo de rebote, es de vital utilidad, pues permite evaluar los elementos estructurales de concreto armado, existiendo relación entre el rebote y la resistencia a la compresión.

Figura 1 Propiedades del Hormigón "in situ"



Fuente: Propiedades del Hormigón "in situ". Torrent (2020).

Los ensayos analizados, fueron afectados por acero, el ensayo de rebote, no enfatiza su veracidad, en cuanto a la resistencia obtenida (Cruz, Quintero, Espinosa, & Galán, 2013)

Las variaciones en ensayos de resistencia a la compresión (f_c), varía en función al tamaño máximo nominal (TMN) de los agregados pétreos, directamente proporcional el aumento del TMN y f_c , además de evidenciar, la relación entre la superficie húmeda (curado), con relación a la superficie seca (sin curar), en un incremento del 1 al 1.5 %, en favor de la superficie curada. (Vallejos & Susuki, 2016)

Rojas (2010), evalúa en su proyecto, de concretos simples en condiciones controladas, la utilización del esclerómetro, en el análisis en edades del concreto, encontrando el rango de aceptación de este ensayo, con la resistencia a la compresión de la estructura de concreto.

Las ventajas de la esclerometría, permite evaluar al concreto y su homogeneidad, siendo que permite la evaluación in situ, encuentra variaciones de hasta un 20% en estructuras de concreto, así como resistencias menores a los 200 kg/cm²(Ortega & Ripani, 2007)

El uso del esclerómetro en estructuras de concreto, mediante ensayos de esclerometría, tiene el propósito de evaluar la resistencia a la compresión del concreto in situ (Rojas, 2010).

(Castellón Harold y De la Ossa Karen, 2013), analiza, los aditivos acelerantes, además de los aditivos retardantes, en la evaluación inicial y final, de concretos de alta resistencia, a partir del diseño de mezcla de cemento Tipo I y III, utilizando grava de ½", además de arena natural. La investigación tiene un enfoque mixto. Revisando bibliografía especializada, además de recolección y análisis de los datos y posteriormente un estudio experimental para poder obtener y poder comparar las resistencias a la compresión del concreto elaborado con cemento tipo I y III, modificados con aditivo acelerante y retardante.

Del reporte de Hernández et al (2017), la probabilidad de las resistencias en máquinas de compresión y esclerómetro, se aproximan.

Según Pascual C. (2014), nos dice que: "Los aditivos retardantes Tienen como fundamental utilidad el de aumentar el transcurso u longevidad en el que este está en estado fresco hasta recurrir al proceso de endurecimiento, con miras a

poder tener un periodo o tiempo de plasticidad aumentada que nos brinda mayor facilidad al transporte, colocación y compactación en la ejecución del proceso constructivo, sin la necesidad que este esté en su momento de fraguado inicial que usualmente este se presenta posterior a la 1/2 hora a 3 horas de haber mezclado los agregados o ingredientes"(p.1). El uso del aditivo retardante no es muy frecuente el uso del aditivo retardante debido a que según algunas creencias el uso de este aditivo incrementa los gastos en los materiales del para una construcción, es por ello que no existen investigaciones que nos poder dar la información exacta sobre la variación de resistencia que genera este aditivo en el concreto. Por tal motivo en esta investigación se incorporará el aditivo retardante y con la implementación de análisis de los diferentes métodos se determinará la variación de resistencia a diferentes edades con respecto a un concreto patrón.

Figura 2 Principales acelerantes en el mercado



Fuente: Elaboración propia

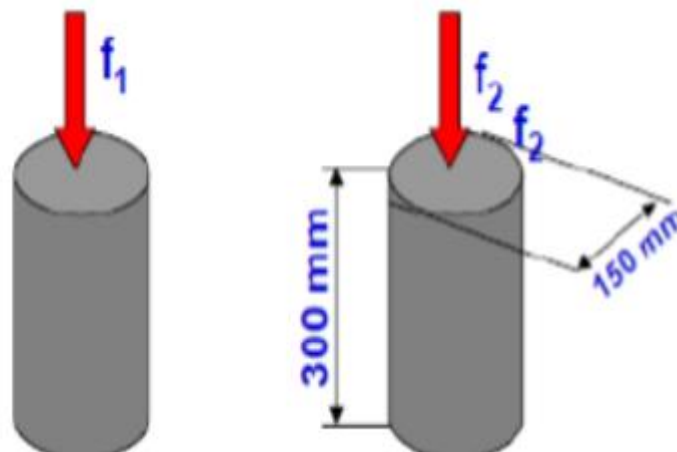
(López Raúl y Basualdo Santiago,2015) en su investigación titulada "Maximización de la relación se resistencia testigo/Probeta: Aditivo retardante de fragua, un caso de estudio", cuyo objetivo fue determinar de qué forma el espécimen de hormigón elaborado puede influir, desde las propiedad del

hormigón previstas, para obtener la diferencia entre la resistencia en probetas y la que se tienen en los testigos para la condición en tiempo caluroso, ya que es en este clima es dónde se observa los mayores cambios o diferencias, esto se llevó a cabo mediante el diseño de distintas dosificaciones y evaluaciones de distintas variables: cemento, agregados y aditivo retardador de fraguado,. En una primera demostración se elaboró probetas normalizadas y se procedió a ensayar testigos de losas construidas a escala de un laboratorio, y así verificando que al usar aditivos retardadores aumenta la relación testigo/probeta. Por lo tanto, al haber obtenido la información, en una segunda instancia, se procedió a investigar diferentes aditivos retardadores. Concluyendo, se constató que, para todas las posibilidades planteadas, se obtuvo incrementos sensibles en la relación de resistencia testigo/probeta con respecto al hormigón estándar de referencia. En el caso del aditivo reductor, además de aumentar la relación testigo/probeta, también excede un poco más la resistencia de las probetas lo podría decirse un mayor aumento de las resistencias en los testigos.

(Aspilcueta Manuel, 2015) su objetivo fue hacer la realización de un análisis comparativo de los métodos que usualmente son usado para estimar la resistencia a la compresión del concreto. Por ende, se decidieron en estos objetivos específicos. Presentar el método de funcionamiento de la madurez del concreto, hacer una comparación de los resultados que se obtiene por el método de madurez del concreto, probetas cilíndricas (también conocida como ensayo a compresión), esclerómetro (también conocido como ensayo de esclerometría) y pulso ultrasónico (conocido como ensayo acústico), Además se optó por verificar la precisión del método de madurez del concreto, y así tener conocimiento de las ventajas y desventajas del método de madurez del concreto. Esta investigación se realizó de forma conveniente, por el uso de muestras con moldes cilíndricos o probetas de controladas teniendo uso del método estandarizado descrito en la ASTM e 39 NTP 339.034, "Método de Ensayo Normalizado para la Determinación de la Resistencia a la Compresión del Concreto en muestras cilíndricas"; que brindan resultados que favorablemente se presentan como datos e indican resistencias a la compresión referenciales en las estructuras de concreto. Mediante los

trabajos realizados el autor concluyo que al abordar la implementación del método de madurez en un ambiente seguro o un laboratorio, se muestra una gran correlación entre las variables madurez y resistencia sometida a compresión, en aplicación de estadística esto se presencié y se encontró con el valor de una desviación estándar igual a 5.4% y un coeficiente de correlación de 0.977. En cambio para el uso de otros métodos como es el número de rebote definido en la ASTM e 805 NTP 339.181, "Método de ensayo para determinar el número de rebote del concreto endurecido (esclerometría)", y la velocidad de pulso detallada en la ASTM e 597 NTP 339.237, "Método de ensayo para determinar la velocidad de pulso a través del concreto", no se presencia los mismos resultados habiendo muchas diferencias. En análisis de las edades del concreto, (método de madurez), se han analizado valores cercanos a los proyectos de carácter internacional, siendo la de mayor incidencia en la ejecución, aventajando la optimización de tiempo en etapas de construcción en materia de concreto.

Figura 3 Probetas de concreto



Fuente: Manual de usuario del equipo esclerómetro (HT225)

(Borja Manuel, 2018) en su tesis tuvo como planteamiento establecer la correlación real del concreto (kg/cm^2), y en valor obtenido mediante el ensayo de esclerometría, además de plantear el nivel de confiabilidad e incidencia, con el fin de aceptar los resultados obtenidos. El análisis consistió en evaluar

probetas de concreto, tomando como muestra concreto elaborado en diferentes obras del sector construcción, de forma distinta a sus características de diseño, y de forma anticipada que sean ensayadas en la prensa, se procedió a un examen u ensayo con un esclerómetro digital siguiendo el método de trabajo descrito en la NTP 339.181 (2013). Además se usó el ensayo probetas con diseño de ambiente controlado para distintos $f'c$: 175, 210 y 280 kg/cm² para que estas se puedan poder comparar en qué forma se obtiene una correlación aceptable o mejor: entre las probetas provenientes de distintas obras, o en las muestra con un diseño de ambiente controlado en laboratorio. Posteriormente de procesar toda la información, se propone una conclusión que el método u ensayo de esclerometría tendría una forma de utilizarse para así poder estimar la resistencia a la compresión del concreto, pero bajo ciertos requisitos o ambiente controlado y siempre observando en cuenta un margen de error y confiabilidad. En el caso de las muestra analizadas de distintas obras sin un diseño propiamente elaborado o sin un ambiente controlado, se muestra una desviación estándar de 45 kg/cm², (conocido como ligeramente alta); y así también se observa para el uso de concreto con un diseño propiamente elaborado o ambiente controlado se obtuvo una correlación de $r^2 = 0.7406$ (conocido como medianamente buena), Además con una desviación estándar de 13 kg/cm². Por ultimo y para dichas muestras, se propone una conclusión que teniendo un nivel de confiabilidad del 95% las muestras presentarán un rango de $f'c \pm 25$ kg/cm².

Guevara (2017), analiza la varianza entre tiempo de vaciado de concreto, en un intervalo de medio-alto, en el parámetro de resistencia a la compresión, para ello toma muestras de cemento Tipo I y aditivos con carácter retardador al proceso de fragua, en función al análisis de la investigación, encuentra el tamaño de muestra de 545 testigos de concreto, teniendo en el análisis a los agregados pétreos y aditivos retardantes. Las proporciones de aplicación del retardador (RRPLAST / z) fue de 1.5% de la proporción en peso del cemento, con las relaciones de agua y cemento de 0.550, 0.500 y 0.450, en rangos de vaciado de concreto de 60', 120' y 180'. Según las investigaciones realizadas el autor concluyó que el análisis muestra que al añadir el Aditivo Retardante al concreto patrón para las distintas relaciones agua y cemento y para el tiempo

de vaciado de 3 horas después de realizada la mezcla se obtiene ligeros incrementos de resistencia a la Compresión y a la Tracción Diametral respecto al concreto patrón. Al estado fresco los Asentamientos y Tiempos de Fragua Inicial/Final de los concretos con aditivo incrementan respecto al concreto patrón.

Lozano (2017), el esclerómetro debe utilizarse y ensayarse en superficies y probetas de concreto, además los resultados de este, se afectan por múltiples variables, partículas áridas, superficie irregular así como presencia de huecos (Ramírez, 2017). Quispe et al (2016). La resistencia a la compresión, es de manera inversa proporcional al nivel del mar.

Figura 4 Modelos Esclerómetro y posiciones



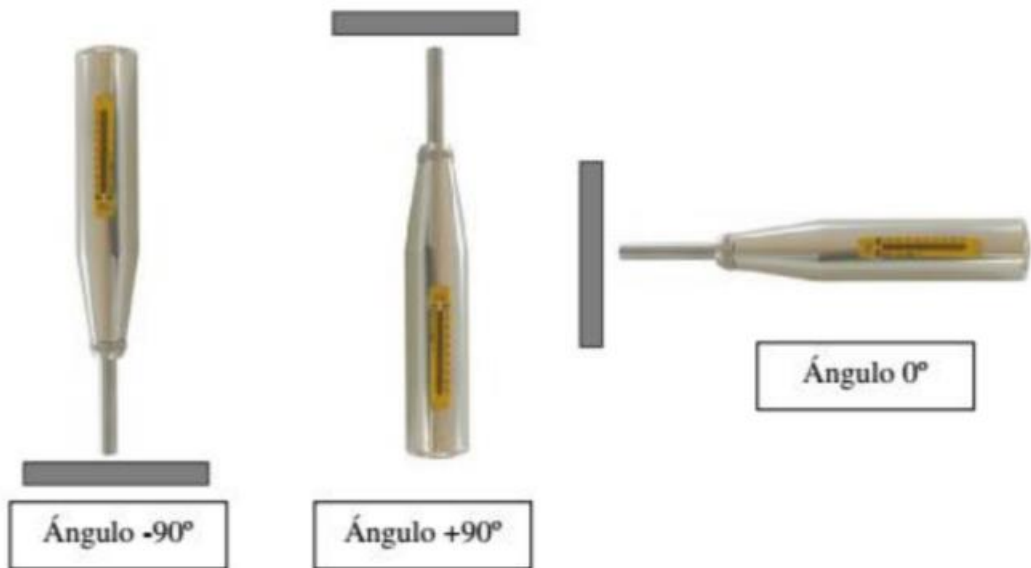
Fuente: Evaluación estructural sísmico del Pabellón "C" del C.E.I. 225 niños héroes, Tacna 2020. Yanqui & Paniagua, 2020

Figura 5 Esclerómetro HT 225



Fuente: Manual de usuario del equipo esclerómetro (HT225)

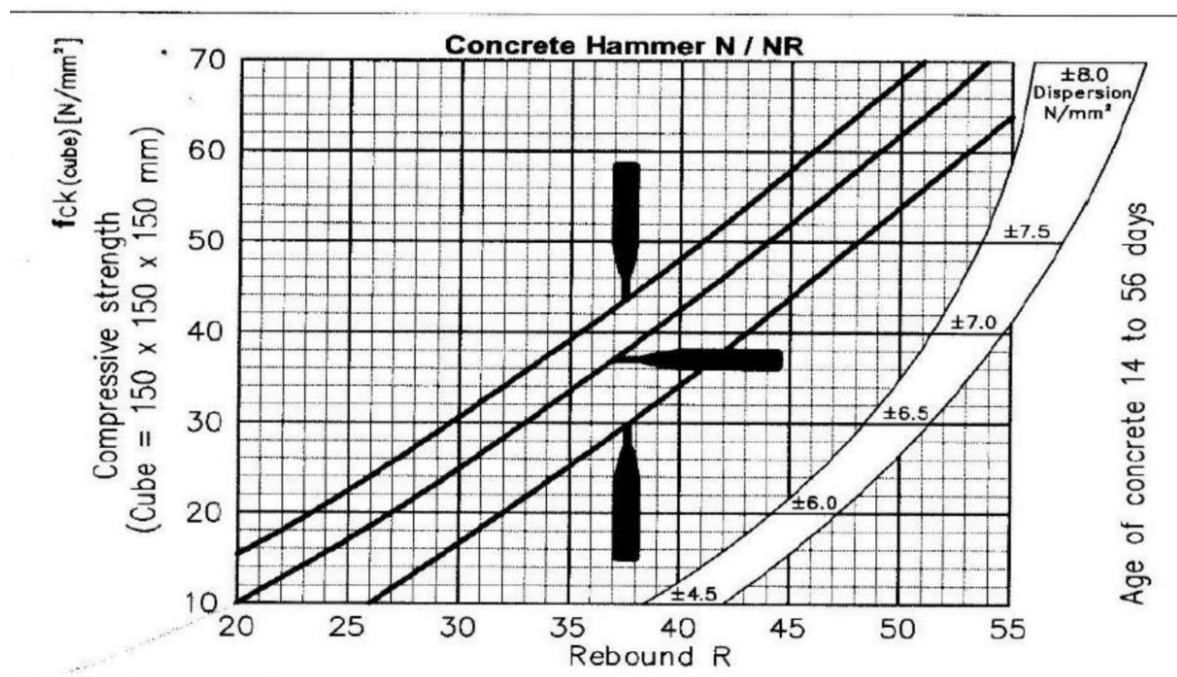
Figura 6 Modelos Esclerómetro y posiciones



Fuente: Manual de usuario del equipo esclerómetro (HT225)

El gráfico que ayuda en la transformación del factor adimensional “R” dado por el esclerómetro HT225-B a unidades de resistencia a compresión (N/mm²), el gráfico muestra curvas para diferentes posiciones de aplicación del ensayo como son de en sentido vertical y horizontal, esto debido a la acción de la gravedad sobre el martillo.

Figura 7 Ábaco para el cálculo de resistencia con esclerómetro



Fuente: Manual de usuario del equipo esclerómetro (HT225)

ASTM (2016), la norma ASTM-C31, menciona que en el proceso de elaboración, mezcla y curado del concreto, para los concretos de resistencias mayores a los 140 kg/cm^2 , y a través de las medidas utilizadas con el esclerómetro y sus aproximaciones, dentro de la ciudad y del análisis en las viviendas, es importante un análisis de la dosificación del concreto, siendo una variable que no se puede controlar en la presente investigación, puesto que la situación de la realidad peruana es que el personal no siempre trabaj con las mismas dosificaciones o tipos de cemento.

El esclerómetro, determina la resistencia a la compresión del concreto in situ, sin alterarlo. (LABORATORIO DE CAMINOS, 2017)

Figura 8 Secuencia lógica

Descripción	Resistencia a compresión
Extremadamente blanda	< 1 MPa
Muy blanda	1-5 MPa
Blanda	5-25 MPa
Moderadamente blanda	25-50 MPa
Dura	50-100 MPa
Muy dura	100-250 MPa
Extremadamente dura	> 250 MPa

Fuente: Clasificación de la resistencia.

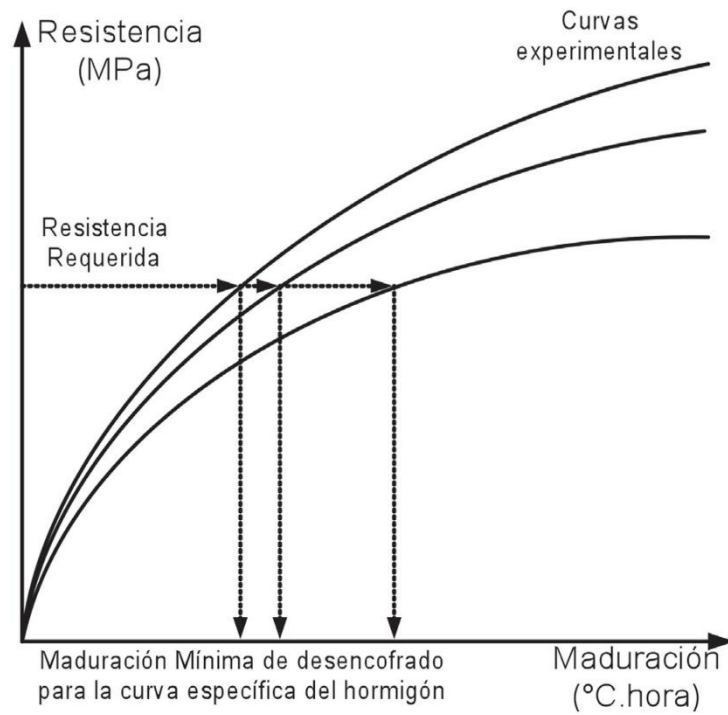
La dureza superficial, dependerá del material utilizado, motivo por el cual influenciará en el resultado obtenido por el esclerómetro. Cabe mencionar que la tendencia en estructuras de concreto será mayor a las superficies de yeso o cal.

La textura del concreto ha de influenciar solo en el concreto fresco, indicar que los agregados con superficies rugosas generan enlaces más resistentes, haciendo el análisis comparativo con aquellos de textura suave. Esta formación rugosa de los agregados, genera un enlace de mayor duración entre pasta y agregados. Del estudio de peso unitario del concreto, es un indicador de la distribución granulométrica que tienen el agregado grueso y el agregado fino, la granulometría ha de indicar los vacíos en el concreto, es decir el espaciamiento entre partículas, aumentando el peso unitario, indicador de la óptima calidad.

El análisis estadístico de los agregados, brindar información histórica, además se deben considerarse en el plan de muestreo al azar, siendo que la resistencia del concreto dependerá de las proporciones de participación de los agregados y no la cantidad de mezcla. Al realizar evaluaciones de estructuras de concreto, en ensayos de auscultación, el fin es no comprometer el estado de la estructura, tampoco a la integridad estructural, permitiendo analizar el tiempo de vida útil que le resta. De los estudios analizados, es una aplicación sencilla y de calibración de resistencia del concreto o patologías que no posean datos. Siendo el concreto el material universal por excelencia en la construcción hace necesario

el monitoreo del estado en el que se encuentran las estructuras, además de futuros proyectos, rehabilitaciones, reparaciones y cambios.

Figura 9 Resistencia a la compresión



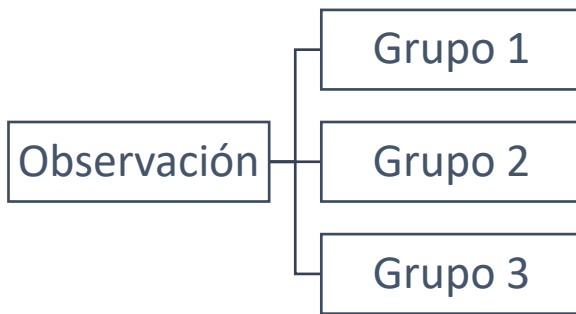
Fuente: Rudeli, Santilia (2017). Medición de resistencia a tempranas edades del hormigón: método que mejor se ajusta para la determinación de tiempos mínimos de desencofrado de elementos verticales de hormigón.

III. MÉTODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de investigación

La presente investigación, se considera una investigación no experimental, además de enfoque transversal. El diseño abarcado es descriptivo.

Figura 10 Diseño Descriptivo



Fuente: Elaboración propia

Observación: Resistencia a la compresión

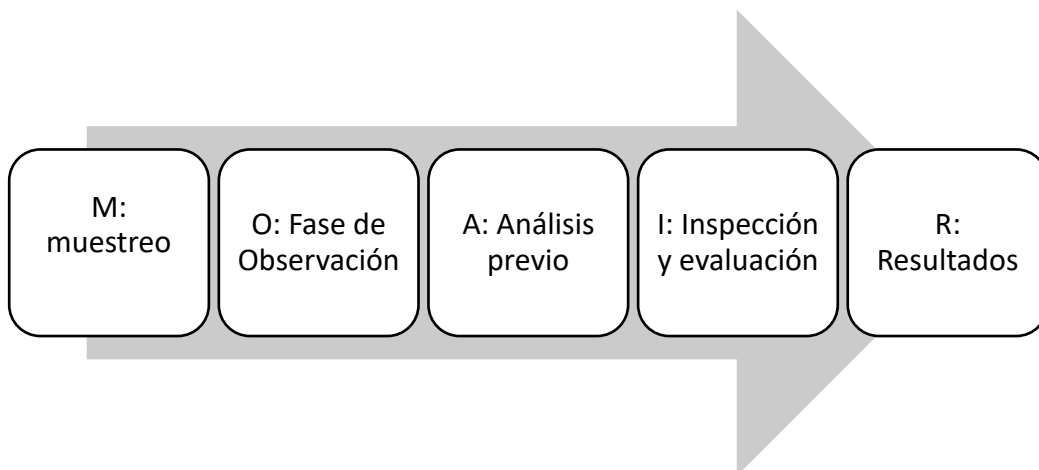
Grupo 1: Probetas de concreto (prensa de compresión)

Grupo 2: Probetas de concreto (esclerómetro)

Grupo 3: Estructuras de concreto (esclerómetro)

El análisis de la resistencia a la compresión fue analizado en un intervalo de tiempo.

Figura 11 Secuencia del procedimiento



Fuente: Elaboración propia

3.2 Variables y operacionalización

Las siguientes variables fueron analizadas en la Investigación:

Variable Independiente: Metodología de análisis. (Cuantitativa)

Variable dependiente: Resistencia del concreto. (Cuantitativa)

3.3 Población, muestra y muestreo

Población: Estructuras de Concreto

Muestra: Estructuras de Concreto, Puerto Casma.

Muestreo: Aleatorio simple

El muestreo aleatorio completamente al azar, fue tomado con la intención de obtener resultados de la zona cercanos a la realidad sin verse influenciado por el investigador o pobladores de la zona, a continuación, se presenta la fórmula utilizada para el cálculo de la muestra

$$n = \frac{Z\alpha^2 * p * q}{e^2}$$

Fuente: Vásquez Varela, (2002) Universidad Nacional de Colombia

Aplicación de fórmula para el cálculo de la muestra

$$n = \frac{1.95x(.50 *.50)}{.13}$$

n = 58 unidades de muestra

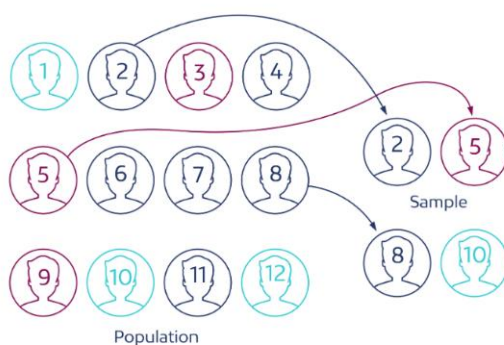
Se tomaron en cuenta 60 unidades, para ser analizadas según la siguiente configuración

Grupo 1: 20 Probetas de concreto (prensa de compresión)

Grupo 2: 20 Probetas de concreto (esclerómetro)

Grupo 3: 20 Estructuras de concreto (esclerómetro)

Figura 12 Esquema de Muestreo aleatorio simple



Fuente: Elaboración propia

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnica: Observación

Instrumento de recolección de datos.

3.5 Procedimientos

Primera etapa: Recolección de agregados pétreos, diseño de mezcla de concreto 175 kg/cm². Elaboración de probetas de concreto

Segunda etapa: Análisis de la resistencia a la compresión de probetas de concreto, utilizando métodos destructivos (prensa de compresión) y no destructivos (esclerómetro). Ensayo in situ de resistencia a la compresión de elementos estructurales de viviendas.

Tercera etapa: Análisis comparativo y recomendaciones de los datos analizados.

3.6 Método de análisis de datos

El tramo de estudio está ubicado en Puerto Casma, y para procesar la información y se utilizarán cuadros estadísticos, así como medias aritméticas.

3.7 Aspectos éticos

En la tesis presentada se ha respetado la originalidad de los autores mencionados, quienes se encuentran debidamente citados, además de presentar datos inéditos y válidos en toda la investigación.

IV. RESULTADOS

Tabla 2. Ensayos de calidad piedra

Ensayo	
Tamaño Máximo Nominal	¾"
Absorción	0.68 %
Peso específico	2.98 g/cm ³
Contenido de humedad	0.78 %
Peso unitario suelto	1415kg/m ³
Peso unitario compactado	1565 kg/m ³

Tabla 3. Ensayos de calidad arena

Ensayo	
Módulo de fineza	2.67
Absorción	0.93 %
Peso específico	2.78 g/cm ³
Contenido de humedad	0.42 %
Peso unitario suelto	1719 kg/m ³
Peso unitario compactado	1777 kg/m ³

Tabla 4. Proporción en peso para 1 m³ de concreto 175 kg/cm²

Material	Kilogramos
Agua	209.034
Cemento	277.027
Piedra	998.372
Arena	986.837

Tabla 5. Proporción en volumen para 1 m³ de concreto 175 kg/cm²

Material	m ³
Agua	0.209
Cemento	0.089
Piedra	0.638
Arena	0.355

Tabla 6. Ensayo de resistencia a la compresión en probetas de concreto

Item	resistencia	porcentaje
N°	Kg/Cm2	(%)
1	180.90	103.37
2	185.10	105.77
3	180.40	103.08
4	176.02	100.58
5	179.90	102.80
6	180.06	102.89
7	181.01	103.44
8	179.22	102.41
9	180.07	102.90
10	180.94	103.40
11	180.40	103.08
12	175.77	100.44
13	175.14	100.08
14	175.68	100.39
15	177.31	101.32
16	178.13	101.79
17	177.80	101.60
18	177.31	101.32
19	178.73	102.13
20	177.83	101.62

Tabla 7. Ensayo de esclerometría en probetas de concreto

Item	resistencia	porcentaje
Nº	Kg/Cm2	(%)
1	180.00	102.86
2	200.00	114.29
3	180.00	102.86
4	180.00	102.86
5	200.00	114.29
6	200.00	114.29
7	200.00	114.29
8	210.00	120.00
9	200.00	114.29
10	210.00	120.00
11	180.00	102.86
12	180.00	102.86
13	210.00	120.00
14	200.00	114.29
15	180.00	102.86
16	180.00	102.86
17	200.00	114.29
18	180.00	102.86
19	180.00	102.86
20	200.00	114.29

Tabla 8. Ensayo de esclerometría en elementos estructurales de viviendas

Ítem	resistencia	porcentaje
Nº	Kg/Cm2	(%)
1	140.00	80.00
2	160.00	91.43
3	100.00	57.14
4	120.00	68.57
5	140.00	80.00
6	160.00	91.43
7	180.00	102.86
8	160.00	91.43
9	160.00	91.43
10	160.00	91.43
11	180.00	102.86
12	200.00	114.29
13	160.00	91.43
14	160.00	91.43
15	140.00	80.00
16	160.00	91.43
17	140.00	80.00
18	160.00	91.43
19	180.00	102.86
20	160.00	91.43

V. DISCUSIÓN

Tabla 9. Análisis de probetas de concreto método destructivo y no destructivo

RESUMEN

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Columna 1	20	3577.72	178.886	5.78930947
Columna 2	20	3850	192.5	146.052632

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	1853.40996	1	1853.40996	24.4123586	1.5966E-05	4.09817173
Dentro de los grupos	2884.99688	38	75.9209705			
Total	4738.40684	39				

De los datos analizados en la tabla 6, se evalúa una resistencia promedio de 178.9 kg/cm², en probetas de concreto mediante el uso de la prensa de compresión, cumpliendo con la resistencia de diseño 175 kg/cm² y de la tabla 7, se analiza una resistencia promedio de 192.5 kg/cm², en probetas de concreto haciendo uso del esclerómetro, cumpliendo con la resistencia de diseño 175 kg/cm²; esto representa una variación de 7.6% de los valores obtenidos de resistencia a la compresión entre métodos destructivos y no destructivos.

De la tabla 9 se indica que existe significancia entre los resultados obtenidos por métodos destructivos y no destructivos.

Tabla 10. Análisis de probetas de concreto y elementos estructurales, métodos no destructivos

RESUMEN

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Columna 1	20	3850	192.5	146.052632
Columna 2	20	3120	156	488.421053

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	13322.5	1	13322.5	41.9954376	1.2515E-07	4.09817173
Dentro de los grupos	12055	38	317.236842			
Total	25377.5	39				

De la tabla 7, se analiza una resistencia promedio de 192.5 kg/cm², en probetas de concreto haciendo uso del esclerómetro, cumpliendo con la resistencia de diseño 175 kg/cm² y de la tabla 8, se analiza una resistencia promedio de 156.5 kg/cm², en elementos estructurales de las viviendas de concreto haciendo uso del esclerómetro, incumpliendo con la resistencia de diseño 175 kg/cm²; esto representa una disminución de 23% de los valores obtenidos de resistencia a la compresión entre probetas de concreto (esclerómetro) y los elementos estructurales de las viviendas

De la tabla 10 se indica que existe significancia entre los resultados obtenidos por métodos no destructivos, entre las probetas de concreto y los elementos estructurales de las viviendas analizadas en Puerto Casma.

Tabla 11. Análisis de probetas de concreto y elementos estructurales, métodos destructivos y no destructivos

RESUMEN

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Columna 1	20	3577.72	178.886	5.78930947
Columna 2	20	3120	156	488.421053

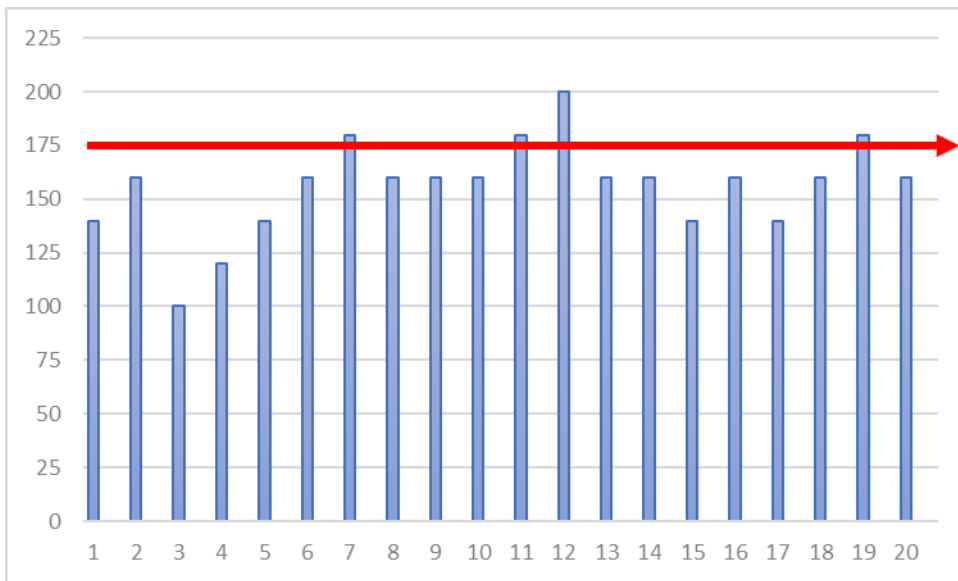
ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	5237.68996	1	5237.68996	21.1961964	4.5371E-05	4.09817173
Dentro de los grupos	9389.99688	38	247.105181			
Total	14627.6868	39				

De los datos analizados en la tabla 6, se evalúa una resistencia promedio de 178.9 kg/cm², en probetas de concreto mediante el uso de la prensa de compresión, cumpliendo con la resistencia de diseño 175 kg/cm² y de la tabla 8, se analiza una resistencia promedio de 156.5 kg/cm², en elementos estructurales de las viviendas de concreto haciendo uso del esclerómetro, incumpliendo con la resistencia de diseño 175 kg/cm²; esto representa una disminución de 14% de los valores obtenidos de resistencia a la compresión entre probetas de concreto (prensa de compresión) y los elementos estructurales de las viviendas

De la tabla 11 se indica que existe significancia entre los resultados obtenidos por métodos destructivos, entre las probetas de concreto y los elementos estructurales de las viviendas analizadas en Puerto Casma.

Figura 13 Esclerometría en elementos estructurales



De la figura 13 se evidencia que solo 4 de los elementos estructurales de las viviendas analizadas (20%), tiene una resistencia mayor a los 175 kg/cm², mientras que 16 de los elementos estructurales de las viviendas (80%), tiene una resistencia menor a los 175 kg/cm²

VI. CONCLUSIONES

Del análisis comparativo de ensayos destructivos y no destructivos en estructuras de concreto, en el Puerto Casma se identificó una variación de 7.6% de los valores obtenidos de resistencia a la compresión entre métodos destructivos y no destructivos, analizado de manera estadística se considera un valor significativo de variación entre los resultados obtenidos.

De los datos analizados se evalúa una resistencia promedio de 178.9 kg/cm² , en probetas de concreto mediante el uso de la prensa de compresión, cumpliendo con la resistencia de diseño 175 kg/cm²

Se analiza una resistencia promedio de 192.5 kg/cm² , en probetas de concreto haciendo uso del esclerómetro, cumpliendo con la resistencia de diseño 175 kg/cm².

Se analiza una resistencia promedio de 156.5 kg/cm² , en elementos estructurales de las viviendas de concreto haciendo uso del esclerómetro, incumpliendo con la resistencia de diseño 175 kg/cm², datos repetidos en el 80% de las viviendas.

VII. RECOMENDACIONES

Se recomienda:

Incluir análisis de resistencia a la compresión con diamantina a fin de tener mayor alcance y precisión en los resultados.

Analizar las patologías del concreto en la zona.

Considerar un muestreo estratificado, pues no se cuenta con información exacta de la antigüedad de las viviendas, factor importante en los datos analizados.

Evaluar el uso de suelo en la zona, así como el nivel freático y elaborar recomendaciones en la zona para adquisición de materiales, controlando así la calidad de los materiales utilizados.

REFERENCIAS

- Abanto, F. (2011). *Tecnología del concreto*. Lima: San Marcos.
- ASTM. (2016). *Standard Test Method for determination of rock hardness by rebound hammer*.
- ASTM. (2018). *C-119. Humedad*. ASTM International.
- ASTM. (2018). *C-1688. Permeabilidad*. ASTM International.
- ASTM. (2018). *C-31. Resistencia a compresión*. ASTM International.
- ASTM. (2018). *C-42. Extracción de núcleos*. ASTM International.
- ASTM. (2018). *C-496. Tracción indirecta*. ASTM International.
- ASTM. (2018). *C-535. Resistencia a la abrasión*. ASTM International.
- ASTM. (2018). *C-7802. Flexo-compresión*. ASTM International.
- ASTM. (2018). *D-1293. Grado de carbonatación*. ASTM International.
- Baca, J., & Boy, J. (2015). *"Influencia del porcentaje y tipo de acelerante, sobre la resistencia a la compresión en la fabricación de un concreto de rápido fraguado"*. Trujillo: Universidad Nacional de Trujillo.
- Cruz, R., Quintero, L., Espinosa, E., & Galán, C. (2013). *Evaluación de ensayos no destructivos para identificar deterioro en puentes de concreto*. Medellín: Revista colombiana de materiales.
- Hernandez, J., Orozco, A., Almanza, D., & Ramirez, J. (2017). *Correlation between compressive strength" of concrete cylinders and rebounding with digital sclerometer*. Colombia: Universidad de Sucre.
- IMCYC. (2006). *Pruebas de resistencia a la compresión del concreto*. México: Instituto Mexicano del cemento y del concreto.
- LABORATORIO DE CAMINOS, F. y. (2017). *Manual de ensayos de rocas y áridos volcánicos*. Islas Canarias: Universidad de las Plamas de Gran Canaria.
- Lozano, A. (2017). *MARTILLO SCHMIDT (ESCLERÓMETRO)*.
- Ortega, F., & Ripani, M. (2007). *Experiencias en el empleo de ensayos no destructivos, en el análisis de estructuras en hormigón afectadas por diferentes situaciones patológicas. IV Conferencia Panamericana de END*. Buenos Aires.
- Quispe, G., Chui, H., Laura, S., & Laura, J. (2016). *Comportamiento de la resistencia a la compresión del concreto a diferentes*. Lima: Ciencia y Desarrollo.

- Ramirez, R. (2017). *Ensayos a los Materiales de Construcción*. Madrid: Universidad Politécnica Salesiana.
- Rojas, R. (2010). *Determinación de la resistencia a la compresión de cilindros a edades tempranas mediante el empleo del esclerómetro*. Xalapa, México: Universidad Veracruzana.
- Rudeli, N., & Santilia, 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*. Scielo.
- Torrent, R. (2020). *Propiedades del Hormigón "in situ"*. Buenos Aires: Materials Advanced Services SRL.
- Vallejos, V., & Susuki, L. (2016). *Parámetro que influyen en los resultados de los ensayos no destructivos de esclerometría y ultrasonido*. Asunción: Universidad Nacional de Asunción.
- Vélez, G. (2020). *Determinación de la resistencia a la compresión del concreto mediante el método de esclerometría*. Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas.
- Yanqui, A., & Paniagua, G. (2020). *Evaluación estructural sísmico del Pabellón "C" del C.E.I. 225 niños héroes, Tacna 2020*. Tacna: Universidad Privada de Tacna.

ANEXOS

Matriz de Consistencia

PROBLEMA (¿?)	OBJETIVO
<p>Problema General:</p> <p>¿Cuál es el análisis comparativo de ensayos destructivos y no destructivos en estructuras de Concreto, Puerto Casma, 2021?</p> <p>Problema Específico:</p> <p>¿Cuáles son las características de los ensayos destructivos en estructuras de concreto, puerto Casma, 2021?</p> <p>¿Cuáles son las características de los ensayos no destructivos en estructuras de concreto, puerto Casma, 2021?</p> <p>¿Cuál es la variación de resultados entre ambos ensayos y determinar el óptimo?</p>	<p>Objetivo general:</p> <p>Determinar el análisis comparativo de ensayos destructivos y no destructivos en estructuras de concreto, Puerto Casma, 2021</p> <p>Objetivos específicos:</p> <p>Identificar las características de los ensayos destructivos en estructuras de concreto, Puerto Casma, 2021.</p> <p>Identificar las características de los ensayos no destructivos en estructuras de concreto, Puerto Casma, 2021</p> <p>Analizar la variación de resultados entre ambos ensayos y determinar el óptimo.</p>

VARIABLES	DIMENSIONES	MÉTODO	TÉCNICA
ENSAYO DESTRUCTIVO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	No experimenta	OBSERVACIÓN
ENSAYO NO DESTRUCTIVO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EQUIPO	Descriptivo, comparativo de corte transversal	OBSERVACIÓN

Certificados

Resistencia a la compresión en probetas de concreto

Item	FECHA		EDAD	resistencia	porcentaje
	Nº	MOLDEO	ROTURA	DIAS	Kg/Cm2
1	17/05/2021	14/06/2021	28	180.90	103.37
2	17/05/2021	14/06/2021	28	185.10	105.77
3	17/05/2021	14/06/2021	28	180.40	103.08
4	17/05/2021	14/06/2021	28	176.02	100.58
5	17/05/2021	14/06/2021	28	179.90	102.80
6	17/05/2021	14/06/2021	28	180.06	102.89
7	17/05/2021	14/06/2021	28	181.01	103.44
8	17/05/2021	14/06/2021	28	179.22	102.41
9	17/05/2021	14/06/2021	28	180.07	102.90
10	17/05/2021	14/06/2021	28	180.94	103.40
11	17/05/2021	14/06/2021	28	180.40	103.08
12	17/05/2021	14/06/2021	28	175.77	100.44
13	17/05/2021	14/06/2021	28	175.14	100.08
14	17/05/2021	14/06/2021	28	175.68	100.39
15	17/05/2021	14/06/2021	28	177.31	101.32
16	17/05/2021	14/06/2021	28	178.13	101.79
17	17/05/2021	14/06/2021	28	177.80	101.60
18	17/05/2021	14/06/2021	28	177.31	101.32
19	17/05/2021	14/06/2021	28	178.73	102.13
20	17/05/2021	14/06/2021	28	177.83	101.62

Esclerometría en probetas de concreto

Item	FECHA		EDAD	resistencia	porcentaje
	N°	MOLDEO			
1	17/05/2021	14/06/2021	28	180.00	102.86
2	17/05/2021	14/06/2021	28	200.00	114.29
3	17/05/2021	14/06/2021	28	180.00	102.86
4	17/05/2021	14/06/2021	28	180.00	102.86
5	17/05/2021	14/06/2021	28	200.00	114.29
6	17/05/2021	14/06/2021	28	200.00	114.29
7	17/05/2021	14/06/2021	28	200.00	114.29
8	17/05/2021	14/06/2021	28	210.00	120.00
9	17/05/2021	14/06/2021	28	200.00	114.29
10	17/05/2021	14/06/2021	28	210.00	120.00
11	17/05/2021	14/06/2021	28	180.00	102.86
12	17/05/2021	14/06/2021	28	180.00	102.86
13	17/05/2021	14/06/2021	28	210.00	120.00
14	17/05/2021	14/06/2021	28	200.00	114.29
15	17/05/2021	14/06/2021	28	180.00	102.86
16	17/05/2021	14/06/2021	28	180.00	102.86
17	17/05/2021	14/06/2021	28	200.00	114.29
18	17/05/2021	14/06/2021	28	180.00	102.86
19	17/05/2021	14/06/2021	28	180.00	102.86
20	17/05/2021	14/06/2021	28	200.00	114.29

Esclerometría en elementos estructurales

Item		FECHA	resistencia	porcentaje
Nº	ELEMENTO	MOLDEO	Kg/Cm2	(%)
1	COLUMNA	21/06/2021	140.00	80.00
2	COLUMNA	21/06/2021	160.00	91.43
3	COLUMNA	21/06/2021	100.00	57.14
4	COLUMNA	21/06/2021	120.00	68.57
5	COLUMNA	21/06/2021	140.00	80.00
6	COLUMNA	21/06/2021	160.00	91.43
7	COLUMNA	21/06/2021	180.00	102.86
8	COLUMNA	21/06/2021	160.00	91.43
9	COLUMNA	21/06/2021	160.00	91.43
10	COLUMNA	21/06/2021	160.00	91.43
11	COLUMNA	21/06/2021	180.00	102.86
12	COLUMNA	21/06/2021	200.00	114.29
13	COLUMNA	21/06/2021	160.00	91.43
14	COLUMNA	21/06/2021	160.00	91.43
15	COLUMNA	21/06/2021	140.00	80.00
16	COLUMNA	21/06/2021	160.00	91.43
17	COLUMNA	21/06/2021	140.00	80.00
18	COLUMNA	21/06/2021	160.00	91.43
19	COLUMNA	21/06/2021	180.00	102.86
20	COLUMNA	21/06/2021	160.00	91.43