



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**Determinación de la correlación de resistencia a la compresión
mediante el método de madurez e índice de rebote en concretos
convencionales, Trujillo**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Civil

AUTORES:

Almonacid Cerrón, Michael Friedlander (ORCID:0000-0003-1944-881X)

Guzmán Cristóbal, Joel Ricardo (ORCID:0000-0002-0535-2270)

ASESOR:

MG. Cerna Vasquez, Marco Antonio Junior (ORCID:0000-0002-8259-5444)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

TRUJILLO – PERÚ

2021

DEDICATORIA

A mis hijos que siempre fueron la fuente más pura de motivación que necesito para seguir avanzando profesionalmente. A mi esposa que siempre brindo su amor, comprensión y confianza y por ultimo a mis amigos de la vida universitaria con quienes compartimos todos estos años juntos.

Michael Almonacid Cerrón

A mi madre, por su apoyo incondicional a quien dedico este triunfo profesional por todo su trabajo y dedicación quien me guio en toda mi formación personal y académica, gracias por todo su esfuerzo, apoyo y la confianza que deposita en mi porque siempre está a mi lado dándome el aliento infaltable.

Joel Ricardo Guzmán Cristóbal

AGRADECIMIENTO

A Dios por guiar mis pasos, por ser el dueño de mi vida y permitirme alcanzar mis metas.

A mis padres por aconsejarme e impulsarme a continuar en el camino correcto.

A todos los profesores durante los años de estudio, por todo el apoyo brindado.

A la universidad que me acogió y puso a mi disposición los conocimientos necesarios para poder desarrollarme y lograr mis objetivos profesionales.

Michael Almonacid Cerrón

A Dios por ser quien permite que nuestras vidas tengan sentido, por ser quien guía mis pasos a lo largo de mi vida.

A la Universidad Cesar Vallejo, por darme la oportunidad de poder formarme como profesional.

A los docentes de la escuela Profesional de Ingeniería Civil por su gran calidad profesional y sus sabios consejos.

Joel Ricardo Guzmán Cristóbal

ÍNDICE DE CONTENIDOS

I.	INTRODUCCIÓN.....	1
II.	MARCO TEÓRICO	4
III.	METODOLOGÍA.....	11
3.1.	Tipo y diseño de investigación	11
3.1.1.	Tipo de investigación	11
3.1.2.	Diseño de investigación	12
3.2.	Variables.....	12
3.2.1.	Variables independientes	12
3.2.2.	Variable dependiente.....	12
3.3.	Población, muestra y muestreo	12
3.3.1.	Población.....	12
3.3.2.	Muestra	12
3.4.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	13
3.4.1.	Técnica de recolección de datos	13
3.4.2.	Instrumento de recolección de datos	13
3.4.3.	Validez de la recolección de datos	14
3.4.4.	Confiabilidad de la recolección de datos	14
3.5.	Procedimientos	15
3.6.	Método de análisis de datos.....	16
3.7.	Aspectos éticos.....	16
IV.	RESULTADOS	16
4.1.	Caracterización de agregados	16
4.2.	Diseño de mezcla.....	22
4.3.	Resistencia a la compresión (método de madurez).....	23
4.3.1.	Historiales de temperatura	23
4.3.2.	Resistencias obtenidas por rotura de probetas.....	46
4.3.3.	Relación resistencia-madurez y resistencia-tiempo	49
4.3.4.	Tiempo transcurrido para alcanzar la resistencia objetivo.....	57
4.4.	Resistencia a la compresión (método esclerométrico).....	57
4.5.	Correlación de resistencia a la compresión entre método de madurez e índice de rebotes.....	58
4.6.	Prueba de hipótesis.....	60
4.6.1.	Análisis de distribución normal para compresión.	60
4.6.2.	Análisis de varianza Anova	60

4.6.3. Análisis posprueba	61
V. DISCUSIÓN	62
VI. CONCLUSIONES	66
VII. RECOMENDACIONES	67
REFERENCIAS	68
ANEXOS:.....	88

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tamaño de muestra.....	13
Tabla 2. Análisis granulométrico del agregado fino.....	16
Tabla 3. Análisis granulométrico del agregado grueso.	17
Tabla 4. Contenido de humedad del agregado fino.	18
Tabla 5. Contenido de humedad del agregado grueso.....	19
Tabla 6. Peso específico y absorción del agregado fino.....	19
Tabla 7. Peso específico y absorción del agregado grueso.	20
Tabla 8. Peso unitario suelto y compactado del agregado fino.....	21
Tabla 9. Peso unitario suelto y compactado del agregado grueso.	21
Tabla 10. Diseño de mezcla para una rel a/c 0.50.	22
Tabla 11. Diseño de mezcla para una rel a/c 0.55.	23
Tabla 12. Diseño de mezcla para una rel a/c 0.60.	23
Tabla 13. Registro de temperaturas durante 216 horas de curado para el concreto de rel a/c 0.5.....	23
Tabla 14. Registro de temperaturas durante 216 horas de curado para el concreto de rel a/c 0.55.	31
Tabla 15. Registro de temperaturas durante 216 horas de curado para el concreto de rel a/c 0.6.....	39
Tabla 16. Resultados de resistencias a la compresión para el concreto de rel a/c 0.50. ...	47
Tabla 17. Resultados de resistencias a la compresión para el concreto de rel a/c 0.55. ...	47
Tabla 18. Resultados de resistencias a la compresión para el concreto de rel a/c 0.60. ...	48
Tabla 19. Relación resistencia - madurez para el concreto de rel a/c 0.50.	49
Tabla 20. Relación resistencia - madurez para el concreto de rel a/c 0.55.	51
Tabla 21. Relación resistencia - madurez para el concreto de rel a/c 0.60.	54
Tabla 22. Tiempo transcurrido para conocer la resistencia objetivo de cada tipo de concreto según el método ASTM C39 y ASTM C1074.	57
Tabla 23. Índice de rebotes a la edad de 7 días para cada tipo de concreto.	57
Tabla 24. Resumen de los resultados de resistencia a la compresión e índices de rebote.	58
Tabla 25. Prueba de normalidad para los valores de resistencia a la compresión.	60
Tabla 26. Análisis de varianza para los valores de resistencia a la compresión.	60
Tabla 27. Posprueba Tukey para los valores de resistencia a la compresión.	61
Tabla 28. Correlación de Pearson.	61
Tabla 29. Matriz de operacionalización de variables.....	88
Tabla 30. Matriz de consistencia.....	89

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Procedimiento de la investigación.	15
Figura 2. Curva granulométrica del agregado fino.	17
Figura 3. Curva granulométrica del agregado grueso.	18
Figura 4. Relación resistencia - madurez para el concreto de rel a/c 0.50.	49
Figura 5. Madurez para la resistencia objetivo del concreto de rel a/c 0.50.	50
Figura 6. Relación resistencia - tiempo para el concreto de rel a/c 0.50.	50
Figura 7. Historial térmico del concreto de rel a/c 0.50.	51
Figura 8. Relación resistencia - madurez para el concreto de rel a/c 0.55.	52
Figura 9. Madurez para la resistencia objetivo del concreto de rel a/c 0.55.	52
Figura 10. Relación resistencia - tiempo para el concreto de rel a/c 0.55.	53
Figura 11. Historial térmico del concreto de rel a/c 0.55.	53
Figura 12. Relación resistencia - madurez para el concreto de rel a/c 0.60.	54
Figura 13. Madurez para la resistencia objetivo del concreto de rel a/c 0.60.	55
Figura 14. Relación resistencia - tiempo para el concreto de rel a/c 0.60.	55
Figura 15. Historial térmico del concreto de rel a/c 0.60.	56
Figura 16. Correlación lineal entre el número de rebotes y la resistencia a la compresión.	59
Figura 17. Correlación lineal entre el número de rebotes y la resistencia a la compresión.	59
Figura 18. Diagrama de la correlación mediante el software SPSS Statistics.	62
Figura 19. Instrumento de recolección de datos para la variable resistencia a la compresión.	1
Figura 20. Instrumento de recolección de datos para la variable índice de rebotes.	2
Figura 21. Certificado del análisis granulométrico del agregado fino.	3
Figura 22. Certificado del ensayo de peso específico y absorción del agregado fino.	4
Figura 23. Certificado del ensayo de peso unitario suelto y compactado del agregado fino.	5
Figura 24. Certificado del ensayo de contenido de humedad del agregado fino.	6
Figura 25. Certificado del análisis granulométrico del agregado grueso.	7
Figura 26. Certificado del ensayo de peso específico y absorción del agregado grueso. ..	8
Figura 27. Certificado del ensayo de peso unitario suelto y compactado del agregado grueso.	9
Figura 28. Certificado del ensayo de contenido de humedad del agregado grueso.	10
Figura 29. Certificado de los ensayos de resistencia a la compresión para el concreto de rel. a/c 0.50 a 1 día de curado.	11
Figura 30. Certificado de los ensayos de resistencia a la compresión para el concreto de rel. a/c 0.55 a 1 día de curado.	12
Figura 31. Certificado de los ensayos de resistencia a la compresión para el concreto de rel. a/c 0.60 a 1 día de curado.	13
Figura 32. Certificado de los ensayos de resistencia a la compresión para el concreto de rel. a/c 0.50 a 3 días de curado.	14
Figura 33. Certificado de los ensayos de resistencia a la compresión para el concreto de rel. a/c 0.55 a 3 días de curado.	15

Figura 34. Certificado de los ensayos de resistencia a la compresión para el concreto de rel. a/c 0.60 a 3 días de curado.	16
Figura 35. Certificado de los ensayos de resistencia a la compresión para el concreto de rel. a/c 0.50 a 5 días de curado.	17
Figura 36. Certificado de los ensayos de resistencia a la compresión para el concreto de rel. a/c 0.55 a 5 días de curado.	18
Figura 37. Certificado de los ensayos de resistencia a la compresión para el concreto de rel. a/c 0.60 a 5 días de curado.	19
Figura 38. Certificado de los ensayos de resistencia a la compresión para el concreto de rel. a/c 0.50 a 7 días de curado.	20
Figura 39. Certificado de los ensayos de resistencia a la compresión para el concreto de rel. a/c 0.55 a 7 días de curado.	21
Figura 40. Certificado de los ensayos de resistencia a la compresión para el concreto de rel. a/c 0.60 a 7 días de curado.	22
Figura 41. Certificado de los ensayos de resistencia a la compresión para el concreto de rel. a/c 0.50 a 9 días de curado.	26
Figura 42. Certificado de los ensayos de resistencia a la compresión para el concreto de rel. a/c 0.55 a 9 días de curado.	27
Figura 43. Certificado de los ensayos de resistencia a la compresión para el concreto de rel. a/c 0.60 a 9 días de curado.	28
Figura 44. Certificado de los ensayos de resistencia a la compresión para el concreto de rel. a/c 0.50 a 28 días de curado.	26
Figura 45. Certificado de los ensayos de resistencia a la compresión para el concreto de rel. a/c 0.55 a 28 días de curado.	27
Figura 46. Certificado de los ensayos de resistencia a la compresión para el concreto de rel. a/c 0.60 a 28 días de curado.	28
Figura 47. Los autores realizando el ensayo de granulometría en el laboratorio certificado.....	29
Figura 48. Los autores realizando el ensayo de peso unitario en el laboratorio certificado.	30
Figura 49. Los autores elaborando el concreto en el laboratorio certificado.	30
Figura 50. Los autores realizando el ensayo de asentamiento en el laboratorio certificado.	30
Figura 51. Los autores realizando el ensayo de temperatura en el laboratorio certificado.	30
Figura 52. Los autores colocando las probetas en la poza de curado del laboratorio certificado.....	30

RESUMEN

La presente investigación fue realizada en la ciudad de Trujillo, teniendo como objetivo general determinar la correlación de resistencia a la compresión mediante el método de madurez e índice de rebote en concretos convencionales; asimismo, la metodología empleada según su propósito fue de tipo aplicada, según el diseño de tipo experimental, pre-experimental. El muestreo fue no probabilístico por juicio de experto, contando con una muestra de 17 probetas por cada tipo de concreto. En primer lugar se obtuvo las propiedades de los agregados a través de ensayos de laboratorio, luego se realizó un diseño de mezcla para cada relación a/c de 0.50, 0.55 y 0.60; determinando la resistencia a la compresión del concreto mediante el método de madurez a edades de 1, 3, 5, 7 y 9 días; seguido a ello, se calculó los índices de rebote para probetas de cada tipo de concreto a la edad de 7 días de curado; para luego determinar la correlación entre estas dos variables considerando los resultados obtenidos de los ensayos. Finalmente, las correlaciones que se establecieron entre la resistencia a la compresión, mediante el método de madurez, y el índice de rebotes en concretos convencionales, fueron de tipo lineal y de tipo potencial a la edad de 7 días; resultando la primera: $f'c = 23.75*IR - 50.5$ y la segunda: $f'c = 12.721*IR^{1.1736}$, ambas con una confiabilidad (R^2) mayor a 99%.

Palabras clave: Concreto, resistencia a la compresión, madurez, índice de rebote, correlación.

ABSTRACT

The present investigation was carried out in the city of Trujillo, with the general objective of determining the correlation of compressive strength through the maturity method and rebound index in conventional concretes; Likewise, the methodology used according to its purpose was applied, according to the experimental, pre-experimental type design. The sampling was non-probabilistic by expert judgment, with a sample of 17 specimens for each type of concrete. In the first place, the properties of the aggregates were obtained through laboratory tests, then a mixture design was carried out for each a / c ratio of 0.50, 0.55 and 0.60; determining the compressive strength of concrete by means of the maturity method at ages of 1, 3, 5, 7 and 9 days; Following this, the rebound indices were calculated for specimens of each type of concrete at the age of 7 days after curing; to then determine the correlation between these two variables considering the results obtained from the tests. Finally, the correlations that were established between the compressive strength, by means of the maturity method, and the rebound rate in conventional concrete, were linear and potential type at the age of 7 days; resulting in the first: $f'c = 23.75 * IR - 50.5$ and the second: $f'c = 12.721 * IR^{1.1736}$, both with a reliability (R2) greater than 99%.

Keywords: Concrete, compressive strength, maturity, rebound rate, correlation.

I. INTRODUCCIÓN

En la construcción, una de las propiedades más importantes para proporcionar calidad y seguridad a una estructura, es la resistencia a compresión de los elementos que la conforman. Esta propiedad ha venido siendo evaluada generalmente a través del ensayo de rotura de probetas, siendo éste un ensayo destructivo que no genera una confianza plena de sus resultados, debido a que las muestras representadas por cilindros de concreto se ven afectadas por diferentes agentes naturales, como la temperatura, clima, etc; y la inexactitud propia producida por la mano del hombre; asimismo, al usar este método para determinar la resistencia a la compresión, se limita el avance de los procedimientos constructivos, generando ampliaciones de plazo, lo que conlleva a un mayor uso de recursos. Por lo mencionado, es que actualmente se viene posicionando la idea de utilizar métodos no destructivos para conocer la resistencia y demás características de un elemento de concreto, ya que son evaluados a partir de muestras extraídas in situ y arrojan resultados en tiempos mínimos; entre ellos se tiene al método de madurez y al ensayo de número de rebotes; ambos evaluados por las normas ASTM C39 Y C805 respectivamente.

A nivel internacional, se vienen desarrollando investigaciones relacionadas a nuestro tema de estudio, donde uno de ellos comenta que, al establecer una de las propiedades del concreto, primordialmente su resistencia a la compresión, esta se realiza principalmente por dos motivos, evaluar una estructura existente y monitorear dicha propiedad en una nueva construcción durante su desarrollo. Para el aseguramiento de la calidad se debe tomar en cuenta la segunda opción, donde para la inspección de obras pueden realizarse de manera amplia los ensayos no destructivos en todas las partes involucradas. En la actualidad para cumplir con los ajustados cronogramas de trabajo, se debe tener en cuenta el fin de la etapa de curado, remoción de formaletas, la aplicación de la pos-tensión, entre otras; éstas tienen que ser ejecutadas de manera segura y en el menor tiempo. Para ello los ensayos in situ no destructivos facilitan estas operaciones. Al usar estos métodos aparte de incrementar la seguridad, también el uso de las mismas podría resultar en

ahorros considerables en la ejecución de la construcción, al facilitar mayor rapidez de las mismas. (Muñoz & Rivas, 2003, p.6).

A nivel nacional también se encuentran diversas investigaciones enfocadas en nuestro tema, siendo así, que una de ellas menciona que en el tiempo se realizaron estudios diversos para determinar la resistencia del concreto, para que sea realizada de manera sencilla, rápida y que sea de menor costo. Por ello, se realizaron pruebas no destructivas, para tener conocimiento de la calidad del material, sin afectar o destruir su estructura interna; pero no determinaban su resistencia. Para dicho fin, éstos estudios quisieron guardar relación los ensayos no destructivos con los destructivos, así llegando a mayores aproximaciones. (Delgado & Arevalo, 2020, p.3).

Debido a la necesidad de obtener resultados con mayor exactitud en determinar la resistencia del concreto; y para optimizar tiempos durante la ejecución de una infraestructura, es que se busca en el desarrollo de la presente investigación, encontrar una correlación de resistencia a la compresión entre el método de madurez y el índice de rebote en concretos convencionales; ya que la aplicación de estos métodos genera mayor confiabilidad al analizar el comportamiento de un elemento de concreto.

La resistencia del concreto, por ser una propiedad vital dentro de una estructura, debe ser representada de tal forma que los valores obtenidos en los ensayos sean muy cercanos al valor real. Generalmente, para determinar dicha propiedad, se realiza el ensayo de rotura a 3 especímenes de dimensiones estipuladas por norma, arrojando resultados poco confiables, de tal forma que, si se quiere conocer el valor de resistencia más cercano al valor real, se tiene que realizar un gran número de probetas; significando esto una pérdida de tiempo y dinero; incluso los valores no pueden ser los verdaderos ya que las condiciones y la forma en como se elaboran los cilindros no es la misma cuando se elabora el elemento de concreto.

Los ensayos no destructivos, además de proporcionar resultados más exactos de resistencia del concreto en menor tiempo, no afectan el comportamiento del elemento ya que la muestra requerida para los ensayos, es mínima; por otro lado, para infraestructuras que generan crecimiento económico y social, se les permite una rápida puesta en marcha a su funcionamiento, de encontrarse dentro de los valores requeridos.

Se plantea **el problema**: ¿Cuál es la correlación de resistencia a la compresión mediante el método de madurez e índice de rebote en concretos convencionales, en Trujillo 2021?

El presente estudio tiene como finalidad, servir de apoyo a todos los interesados en el tema enfocado a través del libre acceso a información relacionada a nuevas tecnologías en materiales, en este caso, los ensayos no destructivos de madurez y número de rebotes estudiados en concretos convencionales.

Es materia de la presente investigación, brindar una alternativa para determinar la resistencia de algún elemento de concreto de manera rápida y con mayor exactitud, sin necesidad de recurrir al ensayo destructivo convencional de rotura de probetas. Esto se logrará al obtener una correlación entre los resultados arrojados por el método de madurez y el número de rebotes evaluados en concretos convencionales de relaciones a/c de 0.5, 0.55 y 0.60.

Como **justificación técnica** de la presente investigación, se tiene que al encontrar una correlación entre los métodos no destructivos de madurez y número de rebotes, se obtendrán resultados más cercanos a la resistencia real de un elemento de concreto; por otra parte, como **justificación socioeconómica**, el ahorro de dinero a partir del avance de procesos constructivos, como por ejemplo el retiro de encofrados, ya que los resultados son obtenidos en tiempos mínimos ; por último, como **justificación ambiental**, al utilizar éstos métodos no destructivos se evita, aunque de manera muy reducida, generar residuos o desechos constructivos.

Como **objetivo principal** se tiene: Determinar la correlación de resistencia a la compresión mediante el método de madurez e índice de rebote en concretos convencionales, en Trujillo, 2021.

Con los **objetivos específicos**: (1) Determinar la caracterización de los agregados, (2) Realizar un diseño de mezcla para cada relación a/c de 0.50, 0.55 y 0.60; (3) Determinar la resistencia a la compresión del concreto mediante el método de madurez a edades de 1, 3, 5, 7 y 9 días; (4) Determinar los índices de rebote para probetas de cada tipo de concreto a la edad de 7 días de curado; (5) Determinar la correlación de resistencia a la compresión mediante el método de madurez e índice de rebote considerando los resultados obtenidos de los ensayos a la edad de 7 días, (6) Realizar la prueba de hipótesis y determinar si los resultados de resistencia a la compresión de un concreto convencional obtenidos por el método de madurez y por el ensayo esclerométrico se correlacionan.

Cuya **hipótesis** es la siguiente: El método de madurez e índice de rebote generarán correlaciones confiables de resistencia a la compresión sobre concretos convencionales, en Trujillo, 2021.

II. MARCO TEÓRICO

En su proyecto final Muñoz y Rivas (2003), tuvieron como objetivo correlacionar las pruebas no destructivas con las destructivas, y de esta manera obtener las propiedades mecánicas del concreto, teniendo en consideración de manera predominante las características de los materiales del entorno nacional. Llegaron a la conclusión que, el valor del rebote presenta un comportamiento aproximadamente lineal respecto a la resistencia a la compresión. Por otro lado, se observa que, en menores resistencias, mayor es la dispersión; además, a consecuencia de una dispersión elevada de los valores obtenidos en el número de rebote, dan como recomendación que se aumente a 15 lecturas por cilindro, en contraste a las 10 efectuadas; así como en menores resistencias aumenta la dispersión. (p.53).

Orellana (2009), en su investigación se planteó como objetivo: Evaluar la resistencia a compresión y el índice de rebote a mezclas de concreto autocompactante, por los métodos de ensayo indicados en las normas ASTM C-39 y C-805 y determinar la correlación y el error estimado entre estos, concluyendo que se podría correlacionar a 28 días el índice de rebote con la $f'c$, como un mecanismo cualitativo dentro del uso del ensayo de esclerometría para concretos similares a los evaluados; pero, esto no se puede aplicar a los resultados del análisis a 21 días para evaluaciones del ensayo del martillo esclerométrico. Por otro lado, se recomienda trabajar con cilindros curados en obra, además de las probetas de control de calidad en laboratorio, ya que resulta de mucha utilidad. (p.68).

Builes y Pardo (2016), En su trabajo de grado tuvieron por objetivo el determinar la existencia de correlación entre la resistencia a la compresión en concreto normal y el ensayo no destructivo de esclerometría, modificado con fibras de acero y fibras sintéticas en tres edades de maduración, llegando a la conclusión que, al comparar los valores calculados por medio de las ecuaciones inferidas a partir de la correlación y los resultados obtenidos de las medidas directas del ensayo de resistencia a la compresión, afirmaron que al realizar el método investigado en su proyecto obtuvieron resultados aplicables a proyectos de construcción; sin embargo, recomiendan la importancia de realizar verificaciones en campo que puedan garantizar los resultados. Además, los coeficientes de determinación (R^2), mostraron que en la primera edad de ensayo a los 7 días, los resultados tuvieron la tendencia de alcanzar más altos niveles de dispersión, en comparación a los obtenidos a 28 días, lo cual puede ser atribuido al proceso de fraguado al que fue sometido el concreto en su fase inicial que se estabiliza al cumplir la madurez y finaliza la reacción química. (p.106).

Hernández, Orozco, Almanza y Ramírez (2017), en su artículo de investigación tuvieron por objetivo, describir la relación entre las lecturas de rebotes de un esclerómetro digital y la resistencia a la compresión, a fin de utilizar el instrumento esclerométrico para estimar las resistencias de estructuras de

concreto. Llegando a la conclusión que, la forma de la función de densidad probabilidad en las resistencias de la máquina y del esclerómetro tienen resultados similares, obteniendo así una buena ecuación entre el rebote dado por el esclerómetro y la resistencia con la máquina a compresión del concreto. Además, luego de obtener los resultados pudieron inferir que el esclerómetro es un dispositivo que puede estimar de manera óptima la resistencia a compresión de elementos de concreto, pudiendo ser monitoreados a un bajo costo y en cualquier momento. (p.67).

Villegas (2019), en su trabajo de investigación llegó a la conclusión que el índice de correlación entre los ensayos de esclerometría, R_c y de resistencia a compresión es 0.9176 (considerando los factores que la afectan), siendo éste un alto valor de correlación, lo que comprobaría a medida que el valor del índice de rebote aumenta, también la resistencia a la compresión aumenta; además, puede utilizarse el resultado del ensayo de esclerometría y los factores de influencia para predecir la resistencia a la compresión. Por otro lado, mientras más grande sea el rango de resistencias a considerar (menor a 150 y mayor a 350 kg/cm²), el índice de correlación será menor. (p.77).

Vélez (2019), buscó determinar haciendo uso del ensayo no destructivo de esclerometría, la resistencia del concreto, buscando la relación de la resistencia a la compresión simple y el índice esclerométrico, y a su vez analizar la influencia del tipo de piedra y/o la edad del concreto que existe sobre el índice esclerométrico, de esta manera poder justificar que la determinación de la resistencia del concreto con el uso del esclerómetro como una herramienta confiable, llegando a la conclusión que, los ensayos de resistencia a la compresión y la dureza superficial guardan un elevado índice de confiabilidad (desde un 82.6% en algunos casos, hasta un 97.37%); por otro lado, observó que la regresión lineal en relación a la edad del concreto es la más confiable, ya que pudo obtener mejor porcentaje de error. En comparación, con otras regresiones donde obtuvo resultados que pasaron el 15% de error permitido. Finalizando que, a mayores datos que se puedan tener de la muestra, mayor será el grado de confiabilidad. (p.83).

Se presenta el marco teórico que consolida la presente investigación:

Concreto, es conocido como un conglomerante, dicho de otro modo, como un material el cual contiene como base una materia que proporciona las propiedades generales y otra materia que otorga coherencia a la mezcla, o conocida como materia aglomerante. Esta mezcla es realizada bajo procesos físicos y químicos específicos, donde se consideran condiciones estrictas de temperatura especiales, presión, y humedad. Como material estructural otorga comportamientos adecuados a la compresión según diseño establecido, si sólo hablamos de la mezcla de áridos, cemento y agua. A su vez facilita inagotables opciones pues posee características monolíticas, que puede ser moldeada con facilidad a gusto y tener un origen artificial y replicable. (Badilla, 2014, p.17).

Agregados, o conocidos como áridos, éstos materiales inertes, obtenidos de forma artificial, natural o granular, que al ser aglomerados con el uso del cemento portland y en presencia de agua, logran conformar un todo compacto, conocido como concreto u hormigón. Se pueden considerar todos los materiales como agregados para concreto, teniendo en cuenta una resistencia caracterizada, y no perturben ni afecten las propiedades y características propias del concreto y puedan garantizar una adherencia suficiente con la pasta endurecida de cemento portland. (Sánchez, 2001, p. 65).

Cemento, éste material se obtiene al someter a los materiales calcáreos y arcillosos a altas temperaturas fusionándolos de manera químicaes, el producto de dicha fusión, reacciona al entrar en contacto con el agua y obteniendo características de dureza con el tiempo, por lo que recibe también el nombre de cemento hidráulico. (Gómez, 2014, p. 48).

Agua, juega un papel determinante en la reacción química con el cemento, así mismo le da características plastificantes, lo que permite el correcto vaciado de concreto dentro de los encofrados, aparte de ello tiene participación en el curado del concreto entregando hidratación de manera externa. El agua a ser utilizada debe estar libre de impurezas (como los cloruros, que generan

eflorescencias en la superficie del elemento o provocando la corrosión de las armaduras de acero). (Badilla, 2014, p. 20).

Ensayos en estado fresco, éstas aseguran la calidad del concreto en cuanto a las propiedades en su estado fresco, permitiendo adecuadamente el llenado de las formaletas y cubriendo los espacios alrededor del acero de refuerzo o armadura, también se debe asegurar la obtención una masa homogénea sin tener grandes burbujas atrapadas. Debido a las prácticas en obra afectan las características de los elementos, por ello es claro que las propiedades del concreto in situ, en su estado fresco no pueden ser obtenidas en dicho estado. Esto no quita que el control de calidad, en este momento, es la única herramienta, para la toma de decisiones durante su colocación. Las propiedades que pueden ser determinadas en su estado fresco son, la exudación o sangrado, segregación, contenido de agua, contenido de aire, masa unitaria, y sobre todo la trabajabilidad o manejabilidad. (Gomezjurado, 2010, p.99).

Ensayos en estado endurecido, mediante éstos ensayo se determinan su resistencia a la flexión, tracción, compresión y corte, éstas propiedades están regidas por los agregados, por la resistencia de la pasta endurecida y la correlación pasta – agregados, las que son modificadas durante el proceso de colocación y curado. El concreto como material tiene una alta resistencia a los esfuerzos provocados por compresión y muy poca a los esfuerzos de tracción, por dicha razón, la resistencia a la compresión simple es la propiedad en la que se le da mayor importancia. (Gomezjurado, 2010, p.119).

Resistencia a la compresión, debido a la importancia del concreto reforzado en una estructura, la principal característica mecánica del concreto es su resistencia a la compresión. (Mario, 2008). Definida como aquella capacidad de soportar una carga en un área determinada. Actualmente existen diferentes formas para determinar esta propiedad y son agrupadas en métodos destructivos, semidestructivos y no destructivos.

Métodos destructivos, éste tipo de métodos, tienen como característica afectar de alguna manera los elementos estructurales que forman parte del elemento ensayados, por la extracción de núcleos, o de realizar probetas en campo, aparte de requerir demasiado tiempo; limitando en ocasiones la cantidad de testigos por ensayar, también se debe considerar la disponibilidad de laboratorios, para el ensayo de las mismas. (Muñoz & Rivas, 2003, p.1).

Rotura de probetas, es usada para determinar la resistencia a la compresión haciendo uso de una máquina de compresión electrohidráulica digital, se aplica sobre los testigos de concreto una fuerza estandarizada a una velocidad de carga, controlada. Así mismo, puede aplicar de manera simétrica una fuerza, sobre el área de contacto del testigo de concreto, aparte de ello calcula de manera automática la resistencia a la compresión, ingresando el diámetro del testigo de concreto. (Mucha, 2018, p.26).

Métodos no destructivos, éste tipo de métodos se caracterizan por no causar daño en la estructura a evaluar. Tiene como función principal determinar de manera estimada las condiciones y la resistencia del concreto endurecido de manera confiable. Debido a las limitaciones, estos ensayos proporcionan resultados que deben utilizarse debidamente con un análisis e interpretación. Estos métodos pueden usarse como aseguramiento de la calidad y como procedimientos de evaluación de estructuras durante su proceso constructivo. (Instituto del Cemento y del Concreto de Guatemala, 2018, p.1).

Método de madurez, es un método no destructivo para estimar, de manera confiable, la resistencia de elementos de concreto en el área de trabajo. Esto se basa en que el concreto gana resistencia no sólo con la edad, sino también cuando la temperatura se eleva. Es así que para poder estimar el desarrollo de resistencia durante el periodo de curado, se utiliza el historial térmico del hormigón; por lo que es posible conocer la resistencia de la estructura en tiempo real, inclusive a edad temprana. El concepto de madurez indica la magnitud de hidratación del material cementante y se basa en que un factor influyente es la temperatura durante el proceso de hidratación de las partículas del cemento y

por consiguiente también en la resistencia del concreto. Así mismo, las pruebas que se han realizado demuestran que cuando la madurez es igual en dos elementos, entonces éstos tienen la misma resistencia. Además, si dos elementos de igual tipo de concreto, son curados a distintas temperaturas y tienen edades diferentes, es posible que tengan la misma madurez debido a que uno de estos elementos puede haber sido curado a baja temperatura, logrando una resistencia en un mayor tiempo, mientras que otro elemento puede haberse curado a una temperatura elevada, consiguiendo así la misma resistencia en menor tiempo. (Jiménez, 2015, p.22). La madurez es la edad de un concreto en particular expresada en grados-hora, es decir, como el área bajo un gráfico de temperatura-tiempo. (Ken, 2006, p.258).

Método esclerométrico, es utilizado para asegurar el control de la calidad de los materiales, determinando una estimación de la resistencia a la compresión sin la necesidad de destruir el elemento estructural de concreto, este ensayo no destructivo estima la dureza de una superficie para verificar la uniformidad del concreto mediante una lectura del número de rebote. El esclerómetro digital, como equipo, es un sistema completamente automático y avanzado, utilizado para estimar la resistencia a compresión del concreto, calculando automáticamente la resistencia a la compresión del concreto y la mediana, media, y el valor del rebote (R). (Hernández, et al., 2017, p.60).

Correlación, la importancia de establecer correlaciones se establece en la viabilidad de reproducción de la metodología en la ejecución de proyectos, donde para el cumplimiento de las especificaciones técnicas requeridas y los plazos, el control de calidad es vital. (Muñoz & Rivas, 2003, p.2). Las correlaciones pueden ser simples, al estudiar el grado de dependencia o asociación entre dos variables; múltiples, cuando se analiza el grado de asociación entre tres o más variable, una de ella es dependiente y las demás son independientes. Asimismo, pueden ser directas o positivas, cuando al darse un aumento en una variable ocurren a su vez un aumento en la otra variable; y también pueden ser inversas o negativas, cuando por aumentos en

una variable se dan disminuciones en la otra y/o viceversa. (Huertas & Jaramillo, 2017, p.27).

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

3.1.1. Tipo de investigación

3.1.1.1. Según el propósito

La presente es una investigación que según su propósito es del tipo aplicada, ya que a través de ella se busca dar solución a problemas generados a partir del enfoque de estudio.

Queda determinada como aplicada; porque basados en una investigación en la naturaleza se formulan problemas o hipótesis para resolver dichos problemas de la vida productiva de la sociedad. (Nicomedes, s.f., p.3).

3.1.1.2. Según el diseño

La presente es una investigación que según su diseño es del tipo experimental, gracias a que se maniobrará de manera premeditada las variables independientes que son el método de madurez e índice de rebote en concretos convencionales, para medir el resultado en la variable dependiente que es la correlación de resistencia a la compresión.

La investigación experimental es aquella que se da dentro de un ambiente controlado, alterando una o más variables al mismo tiempo. De este modo el investigador evalúa las formas o porqué circunstancia sucede algo en particular. Este tipo de investigación es netamente provocada, permitiendo así que se modifiquen las variables, pudiendo de esta manera someter a evaluación las causas y consecuencias de los resultados. (Rodríguez, 2021, p.1).

3.1.2. Diseño de investigación

Considerando que no se cuenta con un grupo control sobre el que se ejerza algún tratamiento, la presente se ajusta al diseño de investigación pre experimental.

En determinadas circunstancias los diseños pre experimentales sirven como estudios exploratorios, pero los resultados obtenidos deben ser observados con cautela. Siendo útiles como un primer acercamiento al problema planteado de la investigación en la realidad. Éste tipo de investigación, abre el camino para que pueda derivarse de ellos, investigaciones más profundas. (Hernández, Fernández & Baptista, 1997, p.210).

3.2. Variables

3.2.1. Variables independientes

- Método de madurez
- Índice de rebotes

3.2.2. Variable dependiente

- Correlación de la resistencia a la compresión e índice de rebote

3.3. Población, muestra y muestreo

3.3.1. Población

Todas las probetas cilíndricas fabricadas con relaciones agua cemento de 0.50, 0.55 y 0.60 para el método de madurez y el ensayo de resistencia a la compresión.

3.3.2. Muestra

3.3.2.1. Técnica de muestreo

El muestreo para la presente investigación será no probabilístico por juicio de experto, considerando un profesional especialista en el tema de estudio.

3.3.2.2. Tamaño de muestra

El experto a cargo, basándose en su conocimiento en temas de concreto; tuvo a bien considerar realizar 17 probetas por cada relación agua/cemento; las mismas que se detallan a continuación:

Tabla 1. *Tamaño de muestra*

Ensayo	Edad	Relación agua/cemento			Sub Total	Total
		0.50	0.55	0.60		
Rotura de probetas	1d	3	3	3	9	51
	3d	3	3	3	9	
	5d	3	3	3	9	
	7d	3	3	3	9	
	9d	3	3	3	9	
Madurez	-	2	2	2	6	

Fuente: Propia.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.4.1. Técnica de recolección de datos

La presente es una investigación que como técnica de recolección de datos usará la observación, ya que se logrará adquirir información luego de observar los fenómenos ocurridos.

La técnica de observación consiste en observar fenómenos, personas, casos, hechos, situaciones, objetos, acciones, etc., con la finalidad de alcanzar determinada información que se hace necesaria para seguir con el desarrollo de una investigación. (Castellanos, 2017).

3.4.2. Instrumento de recolección de datos

El instrumento a utilizar para el desarrollo de esta investigación se dará mediante la guía de observación, en la que se reunirán todos los valores arrojados por los ensayos para poder determinar así la resistencia a la compresión del concreto.

La técnica de observación; corresponde a la sistematicidad de aquellos aspectos que se esperan registrar del fenómeno a ser observado. Mediante ello se permite registrar datos con un determinado orden práctico, lógico, y concreto para poder derivar de ellos el análisis de un problema o una determinada situación. (Ortiz, 2004, p.75).

3.4.3. Validez de la recolección de datos

Haciendo uso de su firma, el experto elegido validará el esquema de la guía de observación a utilizar, garantizando que ésta presenta lo necesario para expresar lo que se quiere.

La validez se entiende como aquel criterio sobre el cual se comprueba la calidad de un instrumento, siendo éste un instrumento diseñado para medir aquello para que fue diseñado, manera fehaciente. (Urrutia, Barrios, Gutierrez & Mayorga; 2014, p.547).

3.4.4. Confiabilidad de la recolección de datos

La recolección de datos de los diferentes ensayos presentará confiabilidad debido a que se tomarán las muestras suficientes para cada uno de ellos, permitiendo llegar a un valor más exacto.

La confiabilidad queda definida la consistencia de los datos obtenidos en una serie de mediciones por un mismo grupo de sujetos, con el mismo instrumento. La confiabilidad denota constancia y estabilidad de los puntajes, y se espera que no presenten variaciones significativas con el mismo instrumento. Es el grado de seguridad que debe tener un instrumento, que pueda permitir obtener resultados equivalentes o iguales, en sucesivos procesos de recolección de datos y realizado por terceros. (Quiroz, s.f., p.18).

3.5. Procedimientos

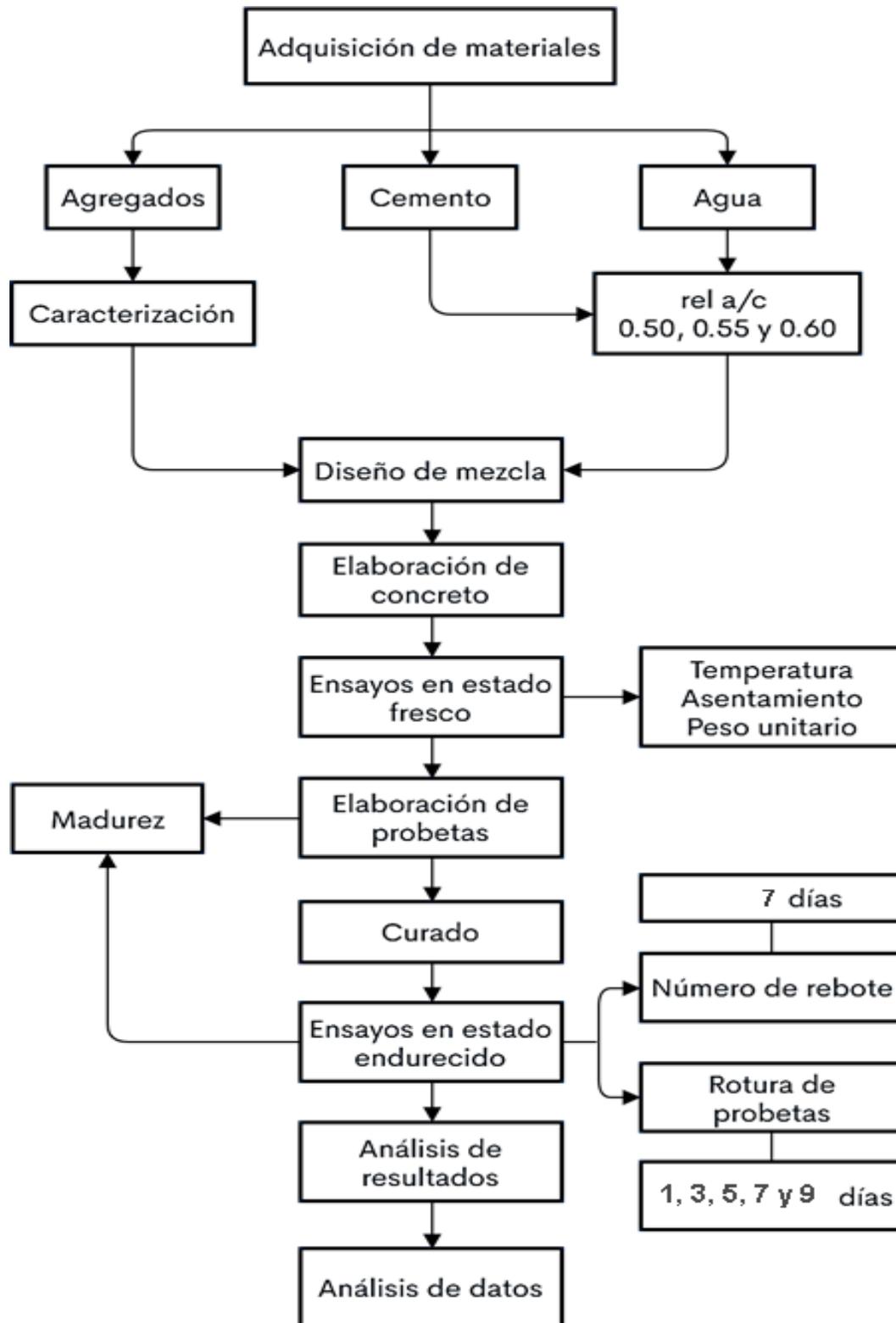


Figura 1. Procedimiento de la investigación.

3.6. Método de análisis de datos

El análisis de los datos se logrará al pasarlos por el software SPSS Statistics, el cual, en base a pruebas paramétricas y no paramétricas según sea el caso, permitirá validar o descartar la hipótesis planteada.

3.7. Aspectos éticos

Buscando cumplir con ética propia de una investigación, los ensayos realizados estarán regidos por las diferentes Normas Técnicas Peruanas. Por otro lado, el contenido que se presente estará gobernado por cuatro principios fundamentales de la ética; Beneficencia, porque quedará como referente para estudios posteriores; No maleficencia, porque se le atribuirá la autoría a quien corresponda por el uso de su información; Autonomía, ya que la presente investigación demostrará ser auténtica y; finalmente, Justicia, porque será autorizada a estar de acceso libre al público en general.

IV. RESULTADOS

4.1. Caracterización de agregados

- Se realizó el ensayo granulométrico para el agregado fino y el agregado grueso, los mismos que fueron extraídos de la cantera Quebrada El León; según el procedimiento establecido en la NTP.400.037, cuyos datos se muestran en las tablas N°2 y N°3, dando paso a la realización de las respectivas curvas granulométricas.

Tabla 2. *Análisis granulométrico del agregado fino.*

Tamiz	Abertura (mm)	Peso retenido (gr)	% Reten. Parcial	% Reten. Acum.	% Pasa	Límites	
						Mínimo	Máximo
3/8"	9.500	0.0	0.0	0.0	100.0	100	100
N°4	4.750	45.4	3.6	3.6	96.4	95	100
N°8	2.360	184.2	14.5	18.1	81.9	80	100
N°16	1.180	294.0	23.2	41.3	58.7	50	85
N°30	0.600	353.9	27.9	69.2	30.8	25	60
N°50	0.300	221.1	17.4	86.6	13.4	5	30
N°100	0.150	107.8	8.5	95.1	4.9	0	10
N°200	0.075	45.0	3.5	98.6	1.4	0	5
Fondo	-	17.5	1.4	100.0	0.0		
		1268.9	100.0				

Fuente: Propia.

Interpretación: Se presenta el análisis granulométrico del agregado fino, cuyo módulo de finura resultó de 3.1, cumpliendo con el rango establecido en la NTP.400.037, a la vez, clasificándose como arena gruesa.

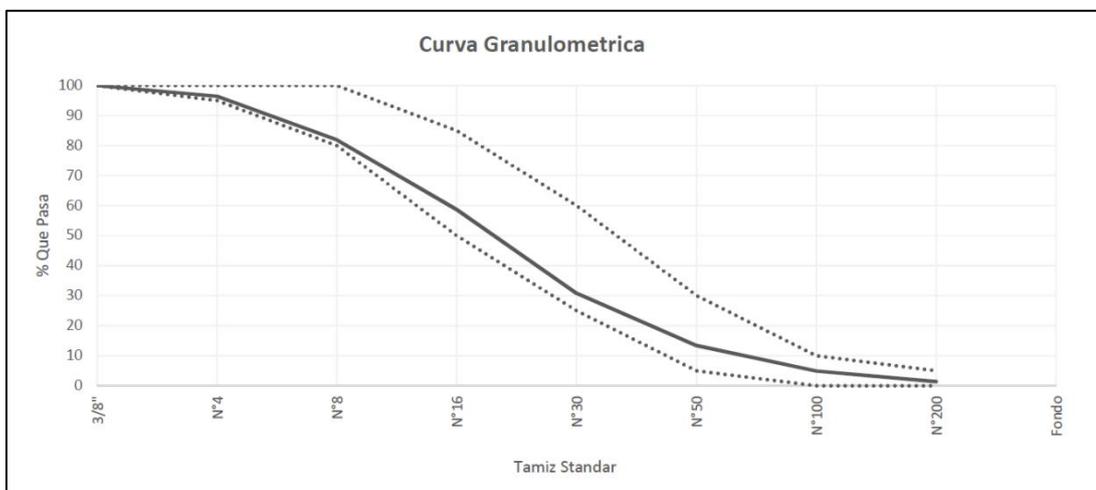


Figura 2. Curva granulométrica del agregado fino.

Tabla 3. Análisis granulométrico del agregado grueso.

Tamiz	Abertura (mm)	Peso retenido (gr)	% Reten. Parcial	% Reten. Acum.	% Pasa	Límites	
						Mínimo	Máximo
1 1/2"	37.50						
1"	25.00	0	0.0	0.0	100.0	100	100
3/4"	19.00	27	0.5	0.5	99.5	90	100
1/2"	12.50	3178	62.5	63.0	37.0	20	55
3/8"	9.50	1520	29.9	92.9	7.1	0	15
N°4	4.75	303	6.0	98.9	1.1	0	5
N°8	2.36	49	1.0	99.9	0.1		
N°16	1.18	0	0.0	99.9	0.1		
Fondo	-	5	0.1	100.0	0.0		
		5082	100.0				

Fuente: Propia.

Interpretación: Se presenta el análisis granulométrico del agregado grueso, cuyo módulo de finura resultó de 6.92 con un tamaño máximo nominal de 3/4", ajustándose a los límites de un agregado grueso chancado de Huso 67; por lo que su curva granulométrica presenta buena gradación.

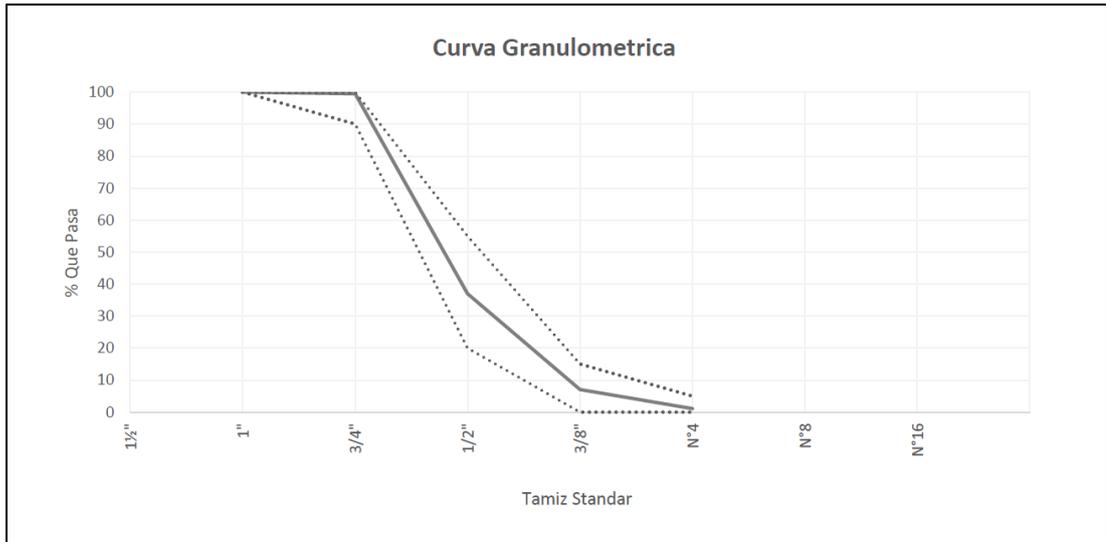


Figura 3. Curva granulométrica del agregado grueso.

- Se realizó el ensayo de contenido de humedad para el agregado fino y el agregado grueso según el procedimiento establecido en la NTP.339.185, cuyos datos se muestran en las tablas N°4 y N°5.

Tabla 4. Contenido de humedad del agregado fino.

Descripción	U.M.	Prueba 1	Prueba 2	Promedio
Peso del recipiente	gr	262.3	257.6	
Peso del recipiente + muestra húmeda	gr	1382.7	1378.8	
Peso del recipiente + muestra seca	gr	1376.1	1373.5	
Peso de muestra húmeda	gr	1120.4	1121.2	
Peso de muestra seca	gr	1113.8	1115.9	
Peso de agua	gr	6.6	5.3	
Contenido de humedad	%	0.6	0.5	0.60

Fuente: Propia.

Interpretación: Se presenta el contenido de humedad realizadas a dos muestras de agregado fino, cuyo resultado promedio fue de 0.60%.

Tabla 5. *Contenido de humedad del agregado grueso.*

Descripción	U.M.	Prueba 1	Prueba 2	Promedio
Peso del recipiente	gr	310	311	
Peso del recipiente + muestra húmeda	gr	3524	3566	
Peso del recipiente + muestra seca	gr	3512	3550	
Peso de muestra húmeda	gr	3214	3255	
Peso de muestra seca	gr	3202	3239	
Peso de agua	gr	12	16	
Contenido de humedad	%	0.4	0.5	0.50

Fuente: Propia.

Interpretación: Se presenta el contenido de humedad realizadas a dos muestras de agregado grueso, cuyo resultado promedio fue de 0.50%.

- Se realizó el ensayo de peso específico y absorción para el agregado fino y el agregado grueso según los procedimientos establecidos en la NTP.400.021 y NTP.400.022 respectivamente, cuyos datos se presentan en las tablas N°6 y N°7.

Tabla 6. *Peso específico y absorción del agregado fino.*

Descripción	U.M.	Prueba 1	Prueba 2	Promedio
Peso de la muestra secada en horno al aire	gr	503.2	496.4	
Peso del picnómetro lleno de agua	gr	667.5	667.5	
Peso del picnómetro lleno de muestra y agua	gr	984.0	980.3	
Peso de la muestra en estado SSS	gr	508.8	503.1	

Peso específico base seca	gr/cm ³	2.62	2.61	2.62
Peso específico base SSS	gr/cm ³	2.65	2.64	2.65
Absorción	%	1.1	1.3	1.2

Fuente: Propia.

Interpretación: Se presentan los resultados de los ensayos de peso específico y absorción realizados a dos muestras de agregado fino, cuyos valores promedio fueron de 2.62g/cm³ y 1.2% respectivamente.

Tabla 7. *Peso específico y absorción del agregado grueso.*

Descripción	U.M.	Prueba 1	Prueba 2	Promedio
Peso de la muestra secada en horno al aire	gr	2969	2981	
Peso de la muestra en estado SSS al aire	gr	3002	3012	
Peso de la muestra saturada en agua	gr	1909	1920	
Peso específico base seca	gr/cm ³	2.72	2.73	2.73
Peso específico base SSS	gr/cm ³	2.75	2.76	2.76
Absorción	%	1.1	1.0	1.1

Fuente: Propia.

Interpretación: Se presentan los resultados de los ensayos de peso específico y absorción realizados a dos muestras de agregado grueso, cuyos valores promedio fueron de 2.73g/cm³ y 1.1% respectivamente.

- Se realizaron los ensayos de peso unitario suelto y peso unitario compactado para el agregado fino y el agregado grueso según los procedimientos establecidos en la NTP.400.017, cuyos datos se muestran en las tablas N°8 y N°9.

Tabla 8. *Peso unitario suelto y compactado del agregado fino.*

Descripción	U.M.	Prueba 1	Prueba 2	Prueba 3	Prom.
Peso del recipiente + muestra suelta	kg	14.670	14.692	14.655	
Peso del recipiente + muestra apisonada	kg	16.008	16.029	16.063	
Peso del recipiente	kg	3.528	3.528	3.528	
Peso de muestra en estado suelto	kg	11.142	11.164	11.127	
Peso de muestra en estado compactado	kg	12.480	12.501	12.535	
Volumen del recipiente	m ³	0.0071	0.0071	0.0071	
Peso unitario suelto	kg/m ³	1580	1584	1578	1581
Peso unitario compactado	kg/m ³	1.770	1773	1778	1774

Fuente: Propia.

Interpretación: Se presentan los resultados de los ensayos de peso unitario suelto y peso unitario compactado realizados a tres muestras de agregado fino, cuyos valores promedio fueron de 1581kg/m³ y 1774kg/m³ respectivamente.

Tabla 9. *Peso unitario suelto y compactado del agregado grueso.*

Descripción	U.M.	Prueba 1	Prueba 2	Prueba 3	Prom.
Peso del recipiente + muestra suelta	kg	13.893	13.990	13.897	
Peso del recipiente + muestra apisonada	kg	14.821	14.856	14.832	
Peso del recipiente	kg	3.592	3.592	3.592	

Peso de muestra en estado suelto	kg	10.301	10.398	10.305	
Peso de muestra en estado compactado	kg	11.229	11.264	11.240	
Volumen del recipiente	m ³	0.0071	0.0071	0.0071	
Peso unitario suelto	kg/m ³	1461	1475	1462	1466
Peso unitario compactado	kg/m ³	1593	1598	1594	1595

Fuente: Propia.

Interpretación: Se presentan los resultados de los ensayos de peso unitario suelto y peso unitario compactado realizados a tres muestras de agregado grueso, cuyos valores promedio fueron de 1466kg/m³ y 1595kg/m³ respectivamente.

4.2. Diseño de mezcla

Se realizaron los diseños de mezcla siguiendo el método de la combinación de agregados, cuyas dosificaciones para cada tipo de concreto a elaborar se muestran en las tablas N°10, N°11 y N°12; asimismo, se proyectó para tandas de 30L, satisfaciendo los 28L mínimos requeridos por la NTP.339.036.

Tabla 10. *Diseño de mezcla para una rel a/c 0.50.*

Material	Peso (kg/m ³)	Tanda 30L (kg)
Cemento tipo MS	410	12.30
Agua	215	6.45
Agregado fino	805	24.15
Agregado grueso	908	27.24
TOTAL	2338	70.14

Fuente: Propia.

Tabla 11. *Diseño de mezcla para una rel a/c 0.55.*

Material	Peso (kg/m ³)	Tanda 30L (kg)
Cemento tipo MS	373	11.19
Agua	215	6.45
Agregado fino	821	24.63
Agregado grueso	926	27.78
TOTAL	2335	70.05

Fuente: Propia.

Tabla 12. *Diseño de mezcla para una rel a/c 0.60.*

Material	Peso (kg/m ³)	Tanda 30L (kg)
Cemento tipo MS	342	10.26
Agua	216	6.48
Agregado fino	834	25.02
Agregado grueso	941	28.23
TOTAL	2333	69.99

Fuente: Propia.

Interpretación: Se presentan los pesos húmedos de cada material para 1m³ de concreto, los mismos que se proyectaron para tandas de 30L, apreciando una variación en las cantidades de los materiales según el diseño de mezcla, esto debido a la diferente rel a/c considerada.

4.3. Resistencia a la compresión (método de madurez)

4.3.1. Historiales de temperatura

Tabla 13. *Registro de temperaturas durante 216 horas de curado para el concreto de rel a/c 0.5.*

T DATUM (°C)		0			
Edad (h)	Temp. (°C)	Incremento de Edad (h)	Prom. Temp. (°C)	Factor Tiempo - Temp Increm (°C x h)	Factor Tiempo - Temp Acum (°C x h)
0		-	-	-	-

1	21.2	1	21.2	21.2	21.2
2	22.3	1	21.8	21.8	42.9
3	24.0	1	23.2	23.2	66.1
4	25.6	1	24.8	24.8	90.9
5	24.2	1	24.9	24.9	115.8
6	21.8	1	23.0	23.0	138.7
7	20.3	1	21.0	21.0	159.7
8	19.5	1	19.9	19.9	179.6
9	18.9	1	19.2	19.2	198.8
10	18.7	1	18.8	18.8	217.6
11	18.4	1	18.6	18.6	236.2
12	18.4	1	18.4	18.4	254.6
13	18.5	1	18.4	18.4	273.0
14	18.5	1	18.5	18.5	291.5
15	18.6	1	18.5	18.5	310.0
16	18.8	1	18.7	18.7	328.7
17	19.0	1	18.9	18.9	347.6
18	19.4	1	19.2	19.2	366.8
19	19.7	1	19.5	19.5	386.3
20	19.7	1	19.7	19.7	406.0
21	19.4	1	19.5	19.5	425.5
22	19.4	1	19.4	19.4	444.9
23	19.8	1	19.6	19.6	464.5
24	20.7	1	20.3	20.3	484.7
25	20.3	1	20.5	20.5	505.2
26	20.3	1	20.3	20.3	525.5
27	22.3	1	21.3	21.3	546.8
28	23.4	1	22.8	22.8	569.6
29	24.9	1	24.2	24.2	593.8

30	25.2	1	25.1	25.1	618.9
31	23.9	1	24.6	24.6	643.4
32	22.2	1	23.1	23.1	666.5
33	21.3	1	21.8	21.8	688.2
34	20.1	1	20.7	20.7	708.9
35	19.6	1	19.8	19.8	728.8
36	19.2	1	19.4	19.4	748.2
37	18.8	1	19.0	19.0	767.2
38	18.5	1	18.7	18.7	785.8
39	18.2	1	18.3	18.3	804.2
40	18.0	1	18.1	18.1	822.2
41	17.9	1	17.9	17.9	840.2
42	17.7	1	17.8	17.8	857.9
43	17.5	1	17.6	17.6	875.5
44	17.2	1	17.4	17.4	892.9
45	17.2	1	17.2	17.2	910.1
46	17.2	1	17.2	17.2	927.3
47	18.5	1	17.8	17.8	945.2
48	19.1	1	18.8	18.8	964.0
49	18.9	1	19.0	19.0	983.0
50	20.8	1	19.9	19.9	1,002.8
51	26.5	1	23.6	23.6	1,026.4
52	31.3	1	28.9	28.9	1,055.3
53	31.4	1	31.3	31.3	1,086.7
54	27.6	1	29.5	29.5	1,116.1
55	24.6	1	26.1	26.1	1,142.2
56	22.8	1	23.7	23.7	1,165.8
57	21.4	1	22.1	22.1	1,187.9
58	20.5	1	20.9	20.9	1,208.9

59	19.9	1	20.2	20.2	1,229.0
60	19.4	1	19.6	19.6	1,248.7
61	19.0	1	19.2	19.2	1,267.8
62	18.7	1	18.8	18.8	1,286.6
63	18.5	1	18.6	18.6	1,305.2
64	18.3	1	18.4	18.4	1,323.7
65	18.1	1	18.2	18.2	1,341.9
66	17.9	1	18.0	18.0	1,359.9
67	17.8	1	17.9	17.9	1,377.8
68	17.6	1	17.7	17.7	1,395.5
69	17.4	1	17.5	17.5	1,413.0
70	17.7	1	17.5	17.5	1,430.5
71	17.5	1	17.6	17.6	1,448.1
72	18.0	1	17.8	17.8	1,465.9
73	18.8	1	18.4	18.4	1,484.3
74	20.0	1	19.4	19.4	1,503.6
75	21.8	1	20.9	20.9	1,524.5
76	23.5	1	22.6	22.6	1,547.1
77	27.9	1	25.7	25.7	1,572.8
78	28.1	1	28.0	28.0	1,600.7
79	26.6	1	27.3	27.3	1,628.0
80	23.1	1	24.8	24.8	1,652.9
81	21.3	1	22.2	22.2	1,675.1
82	20.2	1	20.7	20.7	1,695.8
83	19.6	1	19.9	19.9	1,715.7
84	19.2	1	19.4	19.4	1,735.2
85	18.8	1	19.0	19.0	1,754.2
86	18.5	1	18.7	18.7	1,772.9
87	18.3	1	18.4	18.4	1,791.3

88	18.0	1	18.1	18.1	1,809.4
89	17.7	1	17.9	17.9	1,827.3
90	17.5	1	17.6	17.6	1,844.9
91	17.3	1	17.4	17.4	1,862.3
92	17.0	1	17.1	17.1	1,879.4
93	16.7	1	16.8	16.8	1,896.2
94	17.1	1	16.9	16.9	1,913.1
95	17.9	1	17.5	17.5	1,930.6
96	18.8	1	18.4	18.4	1,948.9
97	18.5	1	18.6	18.6	1,967.6
98	22.5	1	20.5	20.5	1,988.1
99	25.2	1	23.8	23.8	2,011.9
100	25.8	1	25.5	25.5	2,037.4
101	28.6	1	27.2	27.2	2,064.6
102	27.3	1	27.9	27.9	2,092.5
103	25.9	1	26.6	26.6	2,119.1
104	23.3	1	24.6	24.6	2,143.7
105	21.8	1	22.6	22.6	2,166.3
106	20.7	1	21.2	21.2	2,187.5
107	20.0	1	20.3	20.3	2,207.9
108	19.4	1	19.7	19.7	2,227.5
109	19.0	1	19.2	19.2	2,246.7
110	18.8	1	18.9	18.9	2,265.6
111	18.5	1	18.6	18.6	2,284.2
112	18.3	1	18.4	18.4	2,302.6
113	18.1	1	18.2	18.2	2,320.9
114	18.0	1	18.1	18.1	2,338.9
115	17.9	1	17.9	17.9	2,356.9
116	17.6	1	17.8	17.8	2,374.6

117	17.6	1	17.6	17.6	2,392.2
118	17.7	1	17.7	17.7	2,409.9
119	18.1	1	17.9	17.9	2,427.8
120	18.6	1	18.4	18.4	2,446.1
121	19	1	19.0	19.0	2,465.1
122	20	1	19.7	19.7	2,484.8
123	24	1	22.3	22.3	2,507.1
124	28	1	26.4	26.4	2,533.5
125	30	1	29.0	29.0	2,562.5
126	30	1	29.7	29.7	2,592.2
127	27	1	28.3	28.3	2,620.5
128	24	1	25.6	25.6	2,646.1
129	22	1	23.3	23.3	2,669.4
130	21	1	21.8	21.8	2,691.1
131	20	1	20.8	20.8	2,711.9
132	20	1	20.1	20.1	2,732.0
133	19	1	19.5	19.5	2,751.5
134	19	1	19.1	19.1	2,770.6
135	19	1	18.7	18.7	2,789.3
136	18	1	18.4	18.4	2,807.7
137	18	1	18.1	18.1	2,825.9
138	18	1	17.9	17.9	2,843.8
139	18	1	17.7	17.7	2,861.5
140	17	1	17.5	17.5	2,879.0
141	17	1	17.2	17.2	2,896.2
142	18	1	17.4	17.4	2,913.7
143	19	1	18.1	18.1	2,931.8
144	19	1	18.8	18.8	2,950.6
145	20	1	19.6	19.6	2,970.2

146	23	1	21.7	21.7	2,991.9
147	29	1	26.0	26.0	3,017.9
148	31	1	30.0	30.0	3,047.9
149	30	1	30.7	30.7	3,078.6
150	31	1	30.4	30.4	3,109.0
151	28	1	29.4	29.4	3,138.4
152	25	1	26.8	26.8	3,165.2
153	23	1	24.5	24.5	3,189.7
154	22	1	22.8	22.8	3,212.4
155	21	1	21.6	21.6	3,234.0
156	21	1	20.9	20.9	3,254.9
157	20	1	20.3	20.3	3,275.2
158	20	1	19.8	19.8	3,295.0
159	19	1	19.4	19.4	3,314.4
160	19	1	19.1	19.1	3,333.5
161	19	1	18.8	18.8	3,352.3
162	18	1	18.5	18.5	3,370.8
163	18	1	18.3	18.3	3,389.1
164	18	1	18.0	18.0	3,407.2
165	18	1	17.9	17.9	3,425.0
166	18	1	17.7	17.7	3,442.8
167	18	1	17.9	17.9	3,460.6
168	19	1	18.5	18.5	3,479.1
169	20	1	19.4	19.4	3,498.5
170	20	1	20.0	20.0	3,518.6
171	21	1	20.7	20.7	3,539.3
172	25	1	23.2	23.2	3,562.5
173	29	1	27.3	27.3	3,589.8
174	31	1	30.3	30.3	3,620.1

175	30	1	30.7	30.7	3,650.8
176	26	1	28.2	28.2	3,679.0
177	24	1	25.1	25.1	3,704.1
178	23	1	23.2	23.2	3,727.3
179	21	1	22.0	22.0	3,749.3
180	21	1	21.2	21.2	3,770.5
181	20	1	20.6	20.6	3,791.1
182	20	1	20.1	20.1	3,811.1
183	19	1	19.6	19.6	3,830.7
184	19	1	19.3	19.3	3,850.0
185	19	1	19.0	19.0	3,869.0
186	19	1	18.8	18.8	3,887.8
187	18	1	18.6	18.6	3,906.3
188	18	1	18.4	18.4	3,924.7
189	18	1	18.3	18.3	3,943.0
190	19	1	18.6	18.6	3,961.6
191	19	1	19.0	19.0	3,980.5
192	20	1	19.7	19.7	4,000.2
193	21	1	20.5	20.5	4,020.7
194	22	1	21.6	21.6	4,042.3
195	25	1	23.6	23.6	4,065.9
196	28	1	26.6	26.6	4,092.5
197	30	1	28.9	28.9	4,121.4
198	30	1	29.8	29.8	4,151.3
199	29	1	29.4	29.4	4,180.6
200	24	1	26.5	26.5	4,207.2
201	22	1	23.3	23.3	4,230.5
202	21	1	21.6	21.6	4,252.1
203	20	1	20.8	20.8	4,272.9

204	20	1	20.2	20.2	4,293.1
205	19	1	19.7	19.7	4,312.7
206	19	1	19.3	19.3	4,332.0
207	19	1	19.0	19.0	4,351.0
208	19	1	18.7	18.7	4,369.7
209	18	1	18.6	18.6	4,388.3
210	18	1	18.4	18.4	4,406.7
211	18	1	18.2	18.2	4,424.9
212	18	1	18.0	18.0	4,442.9
213	18	1	17.8	17.8	4,460.7
214	18	1	17.8	17.8	4,478.5
215	18	1	18.1	18.1	4,496.6
216	20	1	19.0	19.0	4,515.6

Fuente: Propia.

Tabla 14. Registro de temperaturas durante 216 horas de curado para el concreto de rel a/c 0.55.

T DATUM (°C)		0			
Edad (h)	Temp. (°C)	Incremento de Edad (h)	Prom. Temp. (°C)	Factor Tiempo - Temp Increm (°C x h)	Factor Tiempo - Temp Acum (°C x h)
0		-	-	-	-
1	21.1	1	21.1	21.1	21.1
2	20.7	1	20.9	20.9	41.9
3	22.4	1	21.6	21.6	63.5
4	23.4	1	22.9	22.9	86.4
5	22.4	1	22.9	22.9	109.3
6	20.9	1	21.6	21.6	131.0
7	19.9	1	20.4	20.4	151.4
8	19.2	1	19.5	19.5	170.9
9	18.7	1	18.9	18.9	189.8
10	18.5	1	18.6	18.6	208.4

11	18.3	1	18.4	18.4	226.8
12	18.2	1	18.2	18.2	245.1
13	18.3	1	18.2	18.2	263.3
14	18.3	1	18.3	18.3	281.6
15	18.4	1	18.3	18.3	299.9
16	18.5	1	18.4	18.4	318.3
17	18.6	1	18.5	18.5	336.8
18	18.9	1	18.7	18.7	355.6
19	19.2	1	19.1	19.1	374.6
20	19.5	1	19.4	19.4	394.0
21	19.4	1	19.5	19.5	413.4
22	19.4	1	19.4	19.4	432.8
23	19.5	1	19.4	19.4	452.3
24	20.1	1	19.8	19.8	472.1
25	19.9	1	20.0	20.0	492.1
26	20.8	1	20.3	20.3	512.4
27	22.8	1	21.8	21.8	534.2
28	23.3	1	23.1	23.1	557.3
29	24.5	1	23.9	23.9	581.2
30	24.5	1	24.5	24.5	605.7
31	23.5	1	24.0	24.0	629.7
32	22.1	1	22.8	22.8	652.5
33	21.5	1	21.8	21.8	674.2
34	20.3	1	20.9	20.9	695.1
35	19.8	1	20.0	20.0	715.1
36	19.4	1	19.6	19.6	734.6
37	18.9	1	19.1	19.1	753.8
38	18.6	1	18.8	18.8	772.5
39	18.3	1	18.5	18.5	791.0

40	18.1	1	18.2	18.2	809.2
41	17.9	1	18.0	18.0	827.2
42	17.7	1	17.8	17.8	845.0
43	17.5	1	17.6	17.6	862.6
44	17.2	1	17.3	17.3	879.9
45	17.2	1	17.2	17.2	897.1
46	17.4	1	17.3	17.3	914.4
47	18.6	1	18.0	18.0	932.4
48	19.1	1	18.8	18.8	951.2
49	18.9	1	19.0	19.0	970.2
50	23.5	1	21.2	21.2	991.4
51	27.9	1	25.7	25.7	1,017.1
52	31.0	1	29.4	29.4	1,046.5
53	30.4	1	30.7	30.7	1,077.2
54	27.0	1	28.7	28.7	1,105.9
55	24.6	1	25.8	25.8	1,131.8
56	22.9	1	23.8	23.8	1,155.5
57	21.6	1	22.2	22.2	1,177.8
58	20.6	1	21.1	21.1	1,198.9
59	20.0	1	20.3	20.3	1,219.2
60	19.5	1	19.8	19.8	1,238.9
61	19.1	1	19.3	19.3	1,258.2
62	18.9	1	19.0	19.0	1,277.2
63	18.7	1	18.8	18.8	1,296.0
64	18.5	1	18.6	18.6	1,314.6
65	18.3	1	18.4	18.4	1,332.9
66	18.1	1	18.2	18.2	1,351.1
67	17.9	1	18.0	18.0	1,369.1
68	17.8	1	17.8	17.8	1,386.9

69	17.5	1	17.7	17.7	1,404.6
70	17.7	1	17.6	17.6	1,422.2
71	17.7	1	17.7	17.7	1,439.9
72	18.2	1	18.0	18.0	1,457.9
73	18.8	1	18.5	18.5	1,476.4
74	20.9	1	19.9	19.9	1,496.3
75	21.6	1	21.3	21.3	1,517.5
76	23.5	1	22.5	22.5	1,540.1
77	26.2	1	24.9	24.9	1,564.9
78	26.3	1	26.3	26.3	1,591.2
79	25.2	1	25.8	25.8	1,617.0
80	22.7	1	24.0	24.0	1,640.9
81	21.2	1	21.9	21.9	1,662.9
82	20.3	1	20.7	20.7	1,683.6
83	19.7	1	20.0	20.0	1,703.6
84	19.3	1	19.5	19.5	1,723.1
85	18.9	1	19.1	19.1	1,742.2
86	18.6	1	18.8	18.8	1,761.0
87	18.3	1	18.5	18.5	1,779.4
88	18.0	1	18.2	18.2	1,797.6
89	17.7	1	17.9	17.9	1,815.4
90	17.5	1	17.6	17.6	1,833.0
91	17.3	1	17.4	17.4	1,850.4
92	17.0	1	17.2	17.2	1,867.6
93	16.9	1	17.0	17.0	1,884.6
94	17.3	1	17.1	17.1	1,901.7
95	17.9	1	17.6	17.6	1,919.3
96	18.6	1	18.3	18.3	1,937.6
97	18.4	1	18.5	18.5	1,956.0

98	23.5	1	20.9	20.9	1,977.0
99	25.5	1	24.5	24.5	2,001.5
100	27.3	1	26.4	26.4	2,027.9
101	27.9	1	27.6	27.6	2,055.5
102	26.6	1	27.3	27.3	2,082.8
103	25.0	1	25.8	25.8	2,108.6
104	23.0	1	24.0	24.0	2,132.6
105	21.7	1	22.4	22.4	2,155.0
106	20.7	1	21.2	21.2	2,176.2
107	20.0	1	20.4	20.4	2,196.6
108	19.5	1	19.8	19.8	2,216.3
109	19.1	1	19.3	19.3	2,235.7
110	18.9	1	19.0	19.0	2,254.7
111	18.6	1	18.8	18.8	2,273.4
112	18.5	1	18.5	18.5	2,292.0
113	18.3	1	18.4	18.4	2,310.3
114	18.2	1	18.2	18.2	2,328.5
115	18.0	1	18.1	18.1	2,346.6
116	17.8	1	17.9	17.9	2,364.5
117	17.8	1	17.8	17.8	2,382.3
118	17.8	1	17.8	17.8	2,400.1
119	18.2	1	18.0	18.0	2,418.1
120	18.7	1	18.4	18.4	2,436.5
121	19	1	19.0	19.0	2,455.5
122	21	1	20.2	20.2	2,475.7
123	25	1	22.9	22.9	2,498.6
124	27	1	25.9	25.9	2,524.5
125	28	1	27.6	27.6	2,552.2
126	28	1	28.3	28.3	2,580.5

127	26	1	27.2	27.2	2,607.7
128	24	1	24.9	24.9	2,632.6
129	22	1	23.0	23.0	2,655.6
130	21	1	21.7	21.7	2,677.3
131	20	1	20.8	20.8	2,698.1
132	20	1	20.2	20.2	2,718.3
133	19	1	19.6	19.6	2,738.0
134	19	1	19.2	19.2	2,757.1
135	19	1	18.8	18.8	2,775.9
136	18	1	18.5	18.5	2,794.4
137	18	1	18.2	18.2	2,812.7
138	18	1	18.0	18.0	2,830.7
139	18	1	17.8	17.8	2,848.4
140	17	1	17.6	17.6	2,866.0
141	17	1	17.4	17.4	2,883.4
142	18	1	17.5	17.5	2,900.9
143	18	1	18.0	18.0	2,918.9
144	19	1	18.5	18.5	2,937.3
145	19	1	18.9	18.9	2,956.2
146	21	1	20.0	20.0	2,976.2
147	26	1	23.3	23.3	2,999.5
148	27	1	26.3	26.3	3,025.8
149	29	1	27.7	27.7	3,053.5
150	29	1	29.0	29.0	3,082.6
151	27	1	28.4	28.4	3,111.0
152	25	1	26.1	26.1	3,137.0
153	23	1	23.9	23.9	3,160.9
154	22	1	22.5	22.5	3,183.4
155	21	1	21.5	21.5	3,204.9

156	20	1	20.7	20.7	3,225.6
157	20	1	20.1	20.1	3,245.7
158	19	1	19.6	19.6	3,265.3
159	19	1	19.2	19.2	3,284.5
160	19	1	18.9	18.9	3,303.4
161	18	1	18.6	18.6	3,322.0
162	18	1	18.4	18.4	3,340.4
163	18	1	18.1	18.1	3,358.5
164	18	1	17.9	17.9	3,376.4
165	18	1	17.8	17.8	3,394.3
166	18	1	17.8	17.8	3,412.1
167	19	1	18.2	18.2	3,430.2
168	19	1	18.8	18.8	3,449.1
169	20	1	19.7	19.7	3,468.8
170	23	1	21.6	21.6	3,490.4
171	25	1	24.0	24.0	3,514.3
172	28	1	26.7	26.7	3,541.1
173	30	1	29.1	29.1	3,570.1
174	30	1	29.7	29.7	3,599.9
175	28	1	29.0	29.0	3,628.9
176	26	1	27.0	27.0	3,655.9
177	24	1	24.7	24.7	3,680.6
178	22	1	23.0	23.0	3,703.6
179	21	1	21.9	21.9	3,725.4
180	21	1	21.1	21.1	3,746.5
181	20	1	20.5	20.5	3,767.1
182	20	1	20.0	20.0	3,787.0
183	19	1	19.6	19.6	3,806.6
184	19	1	19.3	19.3	3,825.9

185	19	1	19.0	19.0	3,844.9
186	19	1	18.7	18.7	3,863.6
187	18	1	18.5	18.5	3,882.1
188	18	1	18.3	18.3	3,900.4
189	18	1	18.2	18.2	3,918.6
190	18	1	18.3	18.3	3,936.9
191	19	1	18.6	18.6	3,955.6
192	20	1	19.3	19.3	3,974.8
193	20	1	19.9	19.9	3,994.8
194	21	1	20.8	20.8	4,015.5
195	24	1	22.6	22.6	4,038.2
196	26	1	25.0	25.0	4,063.1
197	27	1	26.3	26.3	4,089.4
198	27	1	26.9	26.9	4,116.3
199	26	1	26.7	26.7	4,143.0
200	24	1	24.9	24.9	4,167.8
201	22	1	22.8	22.8	4,190.7
202	21	1	21.5	21.5	4,212.2
203	20	1	20.7	20.7	4,232.9
204	20	1	20.1	20.1	4,253.0
205	19	1	19.6	19.6	4,272.6
206	19	1	19.2	19.2	4,291.8
207	19	1	18.9	18.9	4,310.8
208	19	1	18.7	18.7	4,329.5
209	18	1	18.6	18.6	4,348.0
210	18	1	18.4	18.4	4,366.4
211	18	1	18.2	18.2	4,384.6
212	18	1	18.0	18.0	4,402.6
213	18	1	17.8	17.8	4,420.5

214	18	1	17.8	17.8	4,438.3
215	18	1	18.1	18.1	4,456.4
216	20	1	19.0	19.0	4,475.3

Fuente: Propia.

Tabla 15. Registro de temperaturas durante 216 horas de curado para el concreto de rel a/c 0.6.

T DATUM (°C)		0			
Edad (h)	Temp. (°C)	Incremento de Edad (h)	Prom. Temp. (°C)	Factor Tiempo - Temp Increm (°C x h)	Factor Tiempo - Temp Acum (°C x h)
0		-	-	-	-
1	19.2	1	19.2	19.2	19.2
2	21.3	1	20.3	20.3	39.5
3	23.3	1	22.3	22.3	61.8
4	23.3	1	23.3	23.3	85.1
5	23.3	1	23.3	23.3	108.4
6	24.4	1	23.8	23.8	132.2
7	24.8	1	24.6	24.6	156.8
8	27.0	1	25.9	25.9	182.7
9	27.6	1	27.3	27.3	210.0
10	24.7	1	26.2	26.2	236.2
11	22.1	1	23.4	23.4	259.6
12	20.5	1	21.3	21.3	280.8
13	19.6	1	20.0	20.0	300.8
14	19.1	1	19.3	19.3	320.2
15	18.7	1	18.9	18.9	339.0
16	18.4	1	18.5	18.5	357.6
17	18.1	1	18.3	18.3	375.8
18	18.1	1	18.1	18.1	393.9
19	17.9	1	18.0	18.0	411.9
20	17.8	1	17.9	17.9	429.8

21	17.6	1	17.7	17.7	447.5
22	17.4	1	17.5	17.5	465.0
23	17.3	1	17.3	17.3	482.3
24	18.8	1	18.0	18.0	500.4
25	21.0	1	19.9	19.9	520.2
26	23.5	1	22.2	22.2	542.5
27	24.3	1	23.9	23.9	566.3
28	23.7	1	24.0	24.0	590.4
29	25.6	1	24.7	24.7	615.0
30	28.0	1	26.8	26.8	641.8
31	29.4	1	28.7	28.7	670.5
32	28.9	1	29.1	29.1	699.6
33	26.6	1	27.7	27.7	727.4
34	24.3	1	25.4	25.4	752.8
35	22.6	1	23.5	23.5	776.2
36	21.3	1	21.9	21.9	798.2
37	20.3	1	20.8	20.8	819.0
38	19.5	1	19.9	19.9	838.8
39	19.0	1	19.2	19.2	858.1
40	18.6	1	18.8	18.8	876.8
41	18.3	1	18.4	18.4	895.3
42	18.1	1	18.2	18.2	913.5
43	17.8	1	18.0	18.0	931.4
44	17.7	1	17.7	17.7	949.2
45	17.5	1	17.6	17.6	966.7
46	17.3	1	17.4	17.4	984.2
47	17.2	1	17.3	17.3	1,001.4
48	17.2	1	17.2	17.2	1,018.6
49	17.2	1	17.2	17.2	1,035.8

50	17.1	1	17.1	17.1	1,052.9
51	17.6	1	17.3	17.3	1,070.2
52	18.5	1	18.0	18.0	1,088.2
53	20.1	1	19.3	19.3	1,107.5
54	21.1	1	20.6	20.6	1,128.1
55	22.3	1	21.7	21.7	1,149.9
56	23.8	1	23.1	23.1	1,172.9
57	24.0	1	23.9	23.9	1,196.9
58	23.4	1	23.7	23.7	1,220.5
59	22.1	1	22.7	22.7	1,243.3
60	20.8	1	21.5	21.5	1,264.7
61	19.9	1	20.4	20.4	1,285.1
62	18.8	1	19.3	19.3	1,304.4
63	18.4	1	18.6	18.6	1,323.0
64	18.0	1	18.2	18.2	1,341.2
65	17.7	1	17.9	17.9	1,359.0
66	17.4	1	17.6	17.6	1,376.6
67	17.1	1	17.3	17.3	1,393.8
68	16.9	1	17.0	17.0	1,410.8
69	16.7	1	16.8	16.8	1,427.7
70	16.5	1	16.6	16.6	1,444.3
71	16.5	1	16.5	16.5	1,460.8
72	16.7	1	16.6	16.6	1,477.4
73	17.3	1	17.0	17.0	1,494.4
74	18.0	1	17.7	17.7	1,512.1
75	20.2	1	19.1	19.1	1,531.2
76	23.1	1	21.7	21.7	1,552.9
77	25.2	1	24.2	24.2	1,577.1
78	26.4	1	25.8	25.8	1,602.9

79	26.8	1	26.6	26.6	1,629.5
80	25.8	1	26.3	26.3	1,655.8
81	24.4	1	25.1	25.1	1,680.8
82	22.8	1	23.6	23.6	1,704.4
83	21.6	1	22.2	22.2	1,726.6
84	20.5	1	21.0	21.0	1,747.6
85	19.7	1	20.1	20.1	1,767.7
86	19.1	1	19.4	19.4	1,787.2
87	18.8	1	18.9	18.9	1,806.1
88	18.5	1	18.6	18.6	1,824.7
89	18.2	1	18.3	18.3	1,843.1
90	17.9	1	18.1	18.1	1,861.1
91	17.9	1	17.9	17.9	1,879.0
92	17.8	1	17.8	17.8	1,896.8
93	17.6	1	17.7	17.7	1,914.5
94	17.4	1	17.5	17.5	1,932.0
95	17.5	1	17.4	17.4	1,949.4
96	17.5	1	17.5	17.5	1,966.9
97	17.7	1	17.6	17.6	1,984.5
98	18.2	1	18.0	18.0	2,002.4
99	19.1	1	18.7	18.7	2,021.1
100	21.4	1	20.3	20.3	2,041.4
101	24.2	1	22.8	22.8	2,064.2
102	26.2	1	25.2	25.2	2,089.4
103	26.7	1	26.5	26.5	2,115.9
104	26.3	1	26.5	26.5	2,142.4
105	25.0	1	25.6	25.6	2,168.1
106	23.5	1	24.2	24.2	2,192.3
107	22.0	1	22.7	22.7	2,215.0

108	21.0	1	21.5	21.5	2,236.5
109	20.1	1	20.6	20.6	2,257.1
110	19.5	1	19.8	19.8	2,276.9
111	19.0	1	19.2	19.2	2,296.1
112	18.6	1	18.8	18.8	2,314.9
113	18.1	1	18.4	18.4	2,333.2
114	17.9	1	18.0	18.0	2,351.2
115	17.6	1	17.7	17.7	2,369.0
116	17.5	1	17.5	17.5	2,386.5
117	17.3	1	17.4	17.4	2,403.9
118	17.1	1	17.2	17.2	2,421.1
119	17.1	1	17.1	17.1	2,438.1
120	17.2	1	17.1	17.1	2,455.3
121	18	1	17.4	17.4	2,472.7
122	18	1	17.9	17.9	2,490.6
123	19	1	18.4	18.4	2,508.9
124	20	1	19.1	19.1	2,528.0
125	22	1	20.8	20.8	2,548.9
126	24	1	23.0	23.0	2,571.9
127	25	1	24.6	24.6	2,596.5
128	26	1	25.5	25.5	2,622.1
129	25	1	25.4	25.4	2,647.5
130	24	1	24.3	24.3	2,671.8
131	22	1	23.0	23.0	2,694.7
132	21	1	21.9	21.9	2,716.6
133	21	1	21.0	21.0	2,737.6
134	20	1	20.4	20.4	2,758.0
135	20	1	19.9	19.9	2,777.9
136	19	1	19.5	19.5	2,797.4

137	19	1	19.1	19.1	2,816.4
138	19	1	18.7	18.7	2,835.2
139	18	1	18.5	18.5	2,853.7
140	18	1	18.3	18.3	2,871.9
141	18	1	18.0	18.0	2,889.9
142	18	1	17.8	17.8	2,907.8
143	18	1	17.7	17.7	2,925.5
144	18	1	17.6	17.6	2,943.1
145	18	1	17.7	17.7	2,960.8
146	18	1	18.0	18.0	2,978.8
147	19	1	18.6	18.6	2,997.3
148	20	1	19.4	19.4	3,016.7
149	22	1	21.0	21.0	3,037.7
150	24	1	23.1	23.1	3,060.8
151	26	1	24.9	24.9	3,085.7
152	26	1	25.9	25.9	3,111.6
153	26	1	25.9	25.9	3,137.5
154	24	1	24.9	24.9	3,162.4
155	23	1	23.5	23.5	3,185.9
156	22	1	22.4	22.4	3,208.3
157	21	1	21.5	21.5	3,229.8
158	21	1	20.8	20.8	3,250.6
159	20	1	20.3	20.3	3,270.9
160	20	1	19.8	19.8	3,290.7
161	19	1	19.4	19.4	3,310.2
162	19	1	19.1	19.1	3,329.3
163	19	1	18.9	18.9	3,348.2
164	19	1	18.7	18.7	3,366.8
165	18	1	18.4	18.4	3,385.3

166	18	1	18.2	18.2	3,403.5
167	18	1	18.1	18.1	3,421.6
168	18	1	18.1	18.1	3,439.6
169	18	1	18.1	18.1	3,457.7
170	19	1	18.3	18.3	3,476.0
171	19	1	18.8	18.8	3,494.8
172	20	1	19.4	19.4	3,514.2
173	21	1	20.5	20.5	3,534.7
174	23	1	22.2	22.2	3,556.8
175	24	1	23.6	23.6	3,580.4
176	25	1	24.4	24.4	3,604.8
177	24	1	24.5	24.5	3,629.3
178	23	1	23.5	23.5	3,652.8
179	22	1	22.2	22.2	3,675.0
180	21	1	21.2	21.2	3,696.2
181	20	1	20.5	20.5	3,716.7
182	20	1	19.9	19.9	3,736.6
183	19	1	19.5	19.5	3,756.1
184	19	1	19.1	19.1	3,775.2
185	19	1	18.8	18.8	3,794.0
186	18	1	18.6	18.6	3,812.6
187	18	1	18.3	18.3	3,830.9
188	18	1	18.2	18.2	3,849.1
189	18	1	18.0	18.0	3,867.1
190	18	1	17.9	17.9	3,884.9
191	18	1	17.7	17.7	3,902.6
192	18	1	17.6	17.6	3,920.3
193	18	1	17.6	17.6	3,937.9
194	18	1	17.8	17.8	3,955.8

195	19	1	18.4	18.4	3,974.1
196	19	1	19.1	19.1	3,993.2
197	20	1	19.7	19.7	4,012.9
198	20	1	20.1	20.1	4,033.0
199	20	1	20.2	20.2	4,053.3
200	20	1	20.2	20.2	4,073.4
201	20	1	19.9	19.9	4,093.3
202	19	1	19.5	19.5	4,112.9
203	19	1	19.2	19.2	4,132.1
204	19	1	18.9	18.9	4,151.0
205	19	1	18.7	18.7	4,169.7
206	18	1	18.6	18.6	4,188.3
207	18	1	18.4	18.4	4,206.7
208	19	1	18.5	18.5	4,225.2
209	18	1	18.6	18.6	4,243.7
210	18	1	18.4	18.4	4,262.1
211	18	1	18.2	18.2	4,280.3
212	18	1	18.0	18.0	4,298.3
213	18	1	17.8	17.8	4,316.2
214	18	1	17.8	17.8	4,334.0
215	18	1	18.1	18.1	4,352.1
216	20	1	19.0	19.0	4,371.0

Fuente: Propia.

Interpretación: Se muestra la madurez de cada tipo de concreto mediante el historial de temperatura medido con sensores durante un total de 216 horas equivalentes a 9 días.

4.3.2. Resistencias obtenidas por rotura de probetas

Tabla 16. Resultados de resistencias a la compresión para el concreto de relación a/c 0.50.

Edad de referencia (días)	Edad (h)	Resistencia a la compresión		
		f'c Ind (kg/cm ²)	Variación < 10%	f'c prom (kg/cm ²)
1	24	70	12%	69
		64		
		72		
3	72	231	7%	239
		240		
		247		
5	120	296	3%	293
		287		
		296		
7	168	333	4%	331
		337		
		323		
9	216	349	2%	350
		355		
		347		

Fuente: Propia.

Tabla 17. Resultados de resistencias a la compresión para el concreto de relación a/c 0.55.

Edad de referencia (días)	Edad (h)	Resistencia a la compresión		
		f'c Ind (kg/cm ²)	Variación < 10%	f'c prom (kg/cm ²)
1	24	45	9%	44
		42		
		46		
3	72	196	7%	189
		189		

		183		
5	120	254	2%	257
		260		
		256		
7	168	274	6%	279
		289		
		273		
9	216	300	4%	295
		289		
		296		

Fuente: Propia.

Tabla 18. Resultados de resistencias a la compresión para el concreto de rel a/c 0.60.

Edad de referencia (días)	Edad (h)	Resistencia a la compresión		
		f'c Ind (kg/cm ²)	Variación < 10%	f'c prom (kg/cm ²)
1	24	32	17%	30
		27		
		31		
3	72	151	5%	155
		158		
		156		
5	120	202	4%	197
		194		
		196		
7	168	232	5%	236
		232		
		243		
9	216	250	2%	247
		245		
		247		

Fuente: Propia.

Interpretación: Se muestran los resultados de resistencia a la compresión expresados en kg/cm² para cada tipo de concreto, evaluados mediante

probetas cilíndricas a edades de 1, 3, 5, 7 y 9 días; en cumplimiento con el porcentaje máximo permitido de dispersión para 3 especímenes ensayados en laboratorio según lo indica la NTP.339.034.

4.3.3. Relación resistencia-madurez y resistencia-tiempo

Tabla 19. Relación resistencia - madurez para el concreto de rel a/c 0.50.

Horas (h)	Madurez (°C x h)	f'c promedio (kg/cm ²)
24	485	69
72	1466	239
120	2446	293
168	3479	331
216	4516	350

Fuente: Propia.

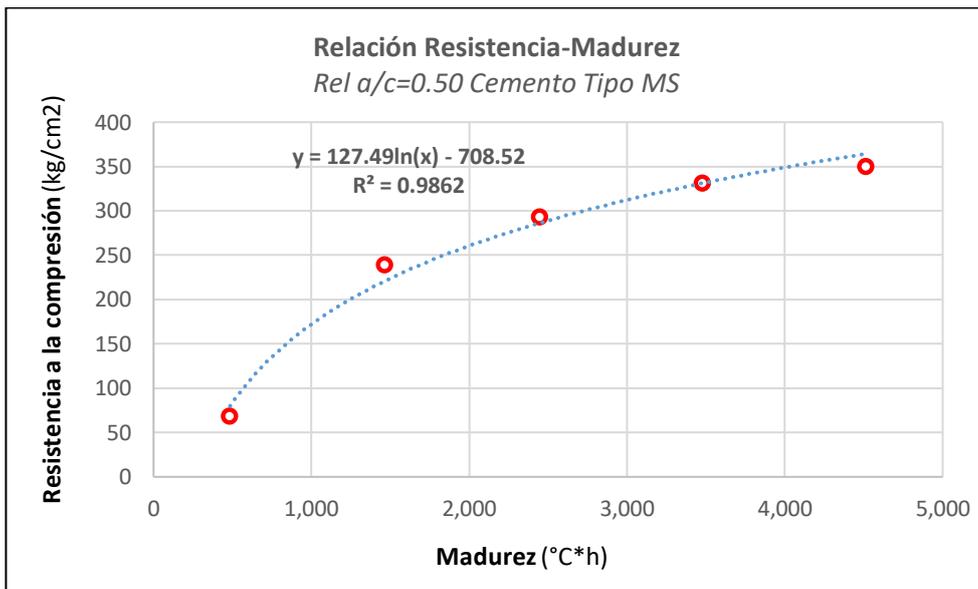


Figura 4. Relación resistencia - madurez para el concreto de rel a/c 0.50.

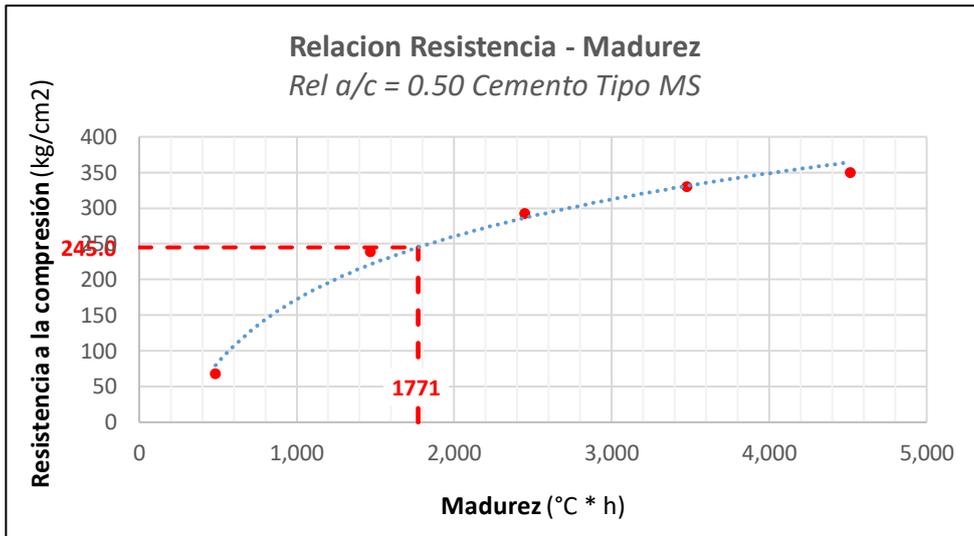


Figura 5. Madurez para la resistencia objetivo del concreto de rel a/c 0.50.

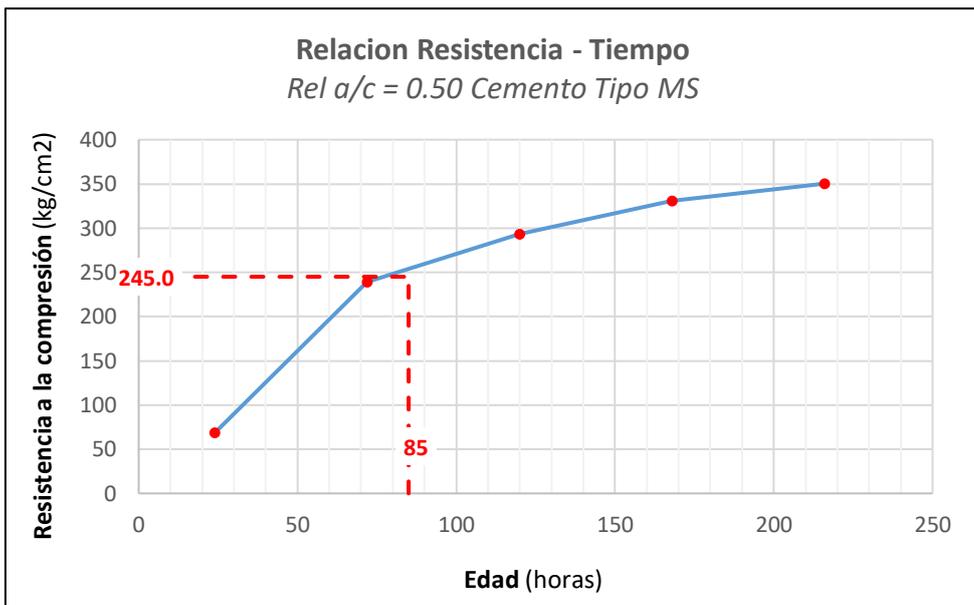


Figura 6. Relación resistencia - tiempo para el concreto de rel a/c 0.50.

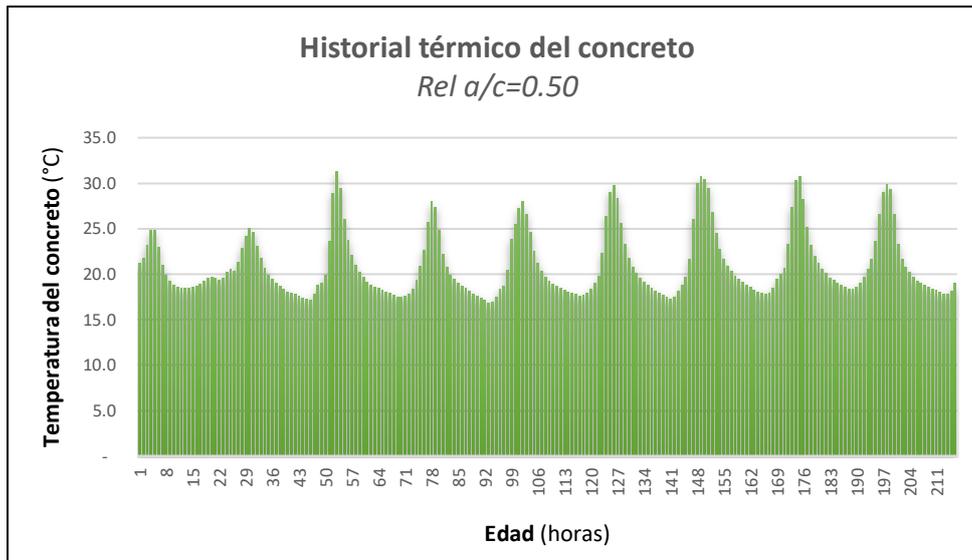


Figura 7. Historial térmico del concreto de rel a/c 0.50.

Interpretación: Para la relación agua/cemento de 0.50, el ACI 318-19 nos da un criterio de resistencia obtenida óptima, siendo la siguiente:

$$f'_{c_{obt}} \geq 245 \text{ kg/cm}^2$$

El valor de 245 kg/cm² fue la resistencia objetivo a analizar entre la madurez y el ensayo de compresión; observando que, para este tipo de concreto, se alcanzó el objetivo a la edad de 85h por el método de madurez y por compresión lo hizo a las 120h (5 días de curado), donde, si bien es cierto a esa edad sobrepasa los 245kg/cm², pero se toma este valor debido a que, mediante este método, la evaluación es por día específico de curado.

Tabla 20. Relación resistencia - madurez para el concreto de rel a/c 0.55.

Horas (h)	Madurez (°C x h)	f'c promedio (kg/cm2)
24	472	44
72	1458	189
120	2437	257
168	3449	279
216	4475	295

Fuente: Propia.

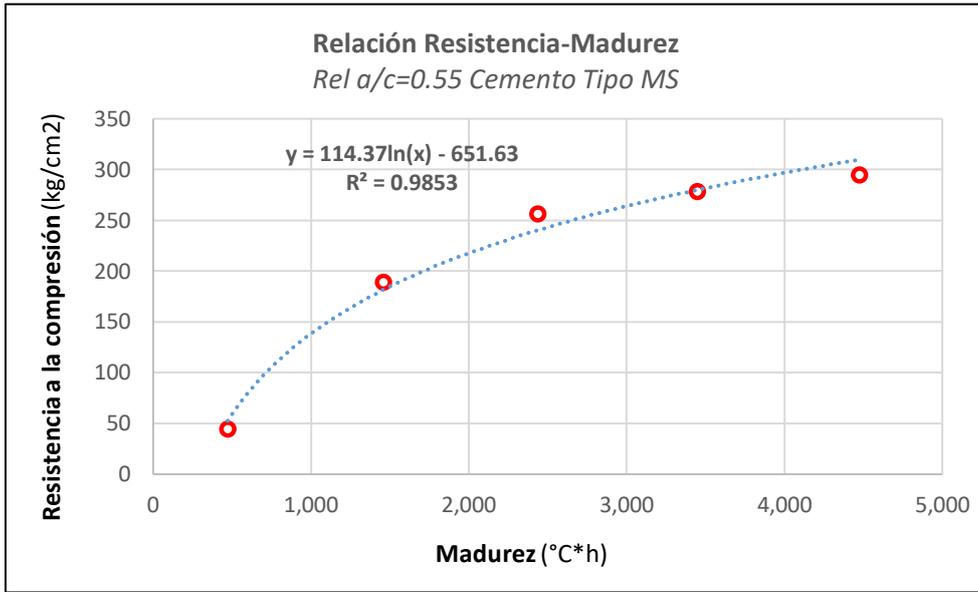


Figura 8. Relación resistencia - madurez para el concreto de rel a/c 0.55.

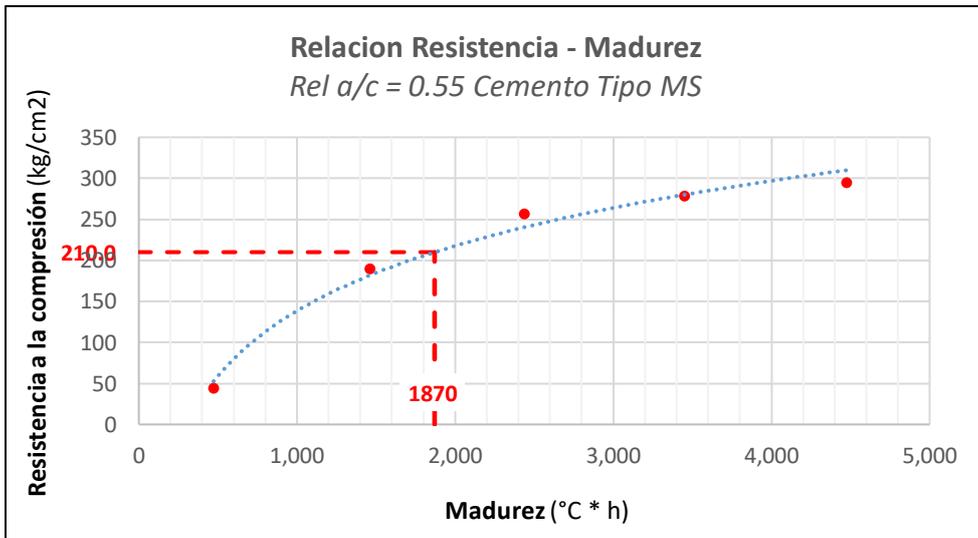


Figura 9. Madurez para la resistencia objetivo del concreto de rel a/c 0.55.

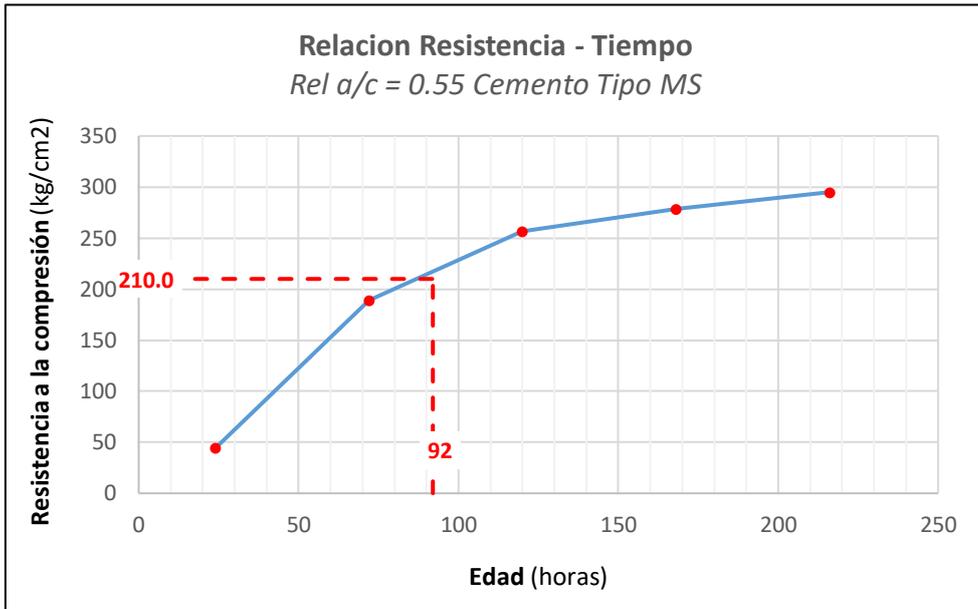


Figura 10. Relación resistencia - tiempo para el concreto de rel a/c 0.55.

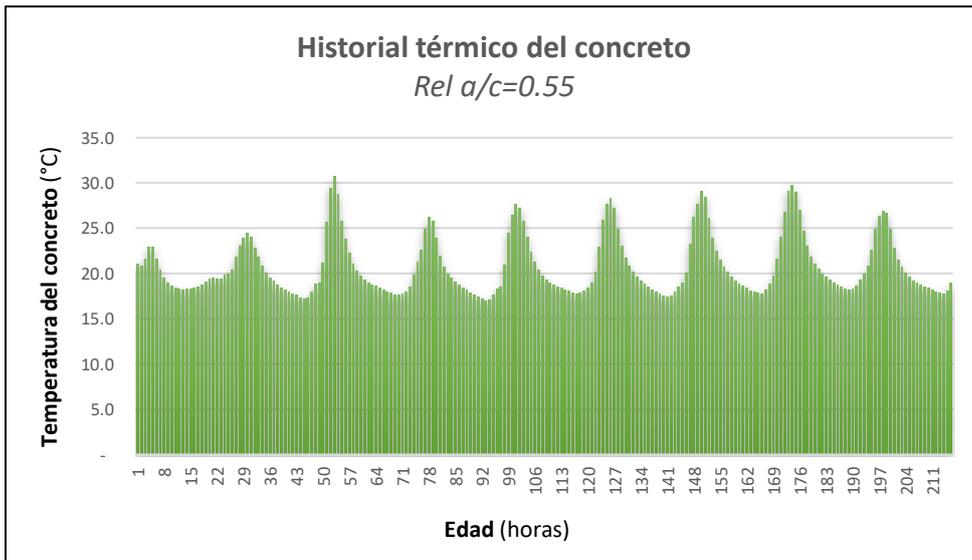


Figura 11. Historial térmico del concreto de rel a/c 0.55.

Interpretación: Para la relación agua/cemento de 0.55, el ACI 318-19 nos da un criterio de resistencia obtenida óptima, siendo la siguiente:

$$f'_{c_{obt}} \geq 210 \text{ kg/cm}^2$$

El valor de 210 kg/cm² fue la resistencia objetivo a analizar entre la madurez y el ensayo de compresión; observando que, para este tipo de concreto, se alcanzó el objetivo a la edad de 92h por el método de madurez y por compresión lo hizo a las 120h (5 días de curado), donde, si bien es cierto a esa edad sobrepasa los 210kg/cm², pero se toma este valor debido a que, mediante este método, la evaluación es por día específico de curado.

Tabla 21. Relación resistencia - madurez para el concreto de rel a/c 0.60.

Horas (h)	Madurez (°C x h)	f'c promedio (kg/cm2)
24	500	30
72	1477	155
120	2455	197
168	3440	236
216	4371	247

Fuente: Propia.

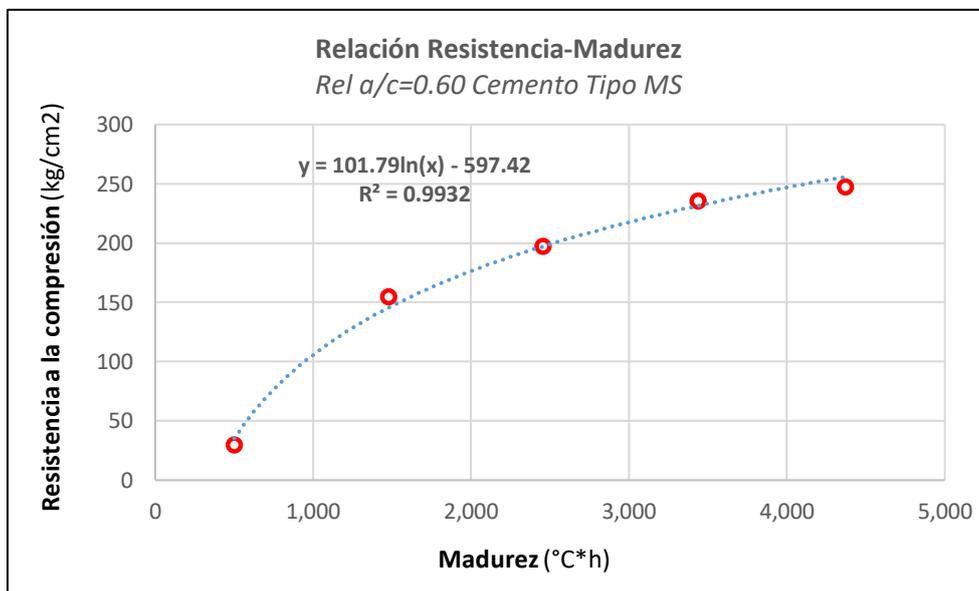


Figura 12. Relación resistencia - madurez para el concreto de rel a/c 0.60.

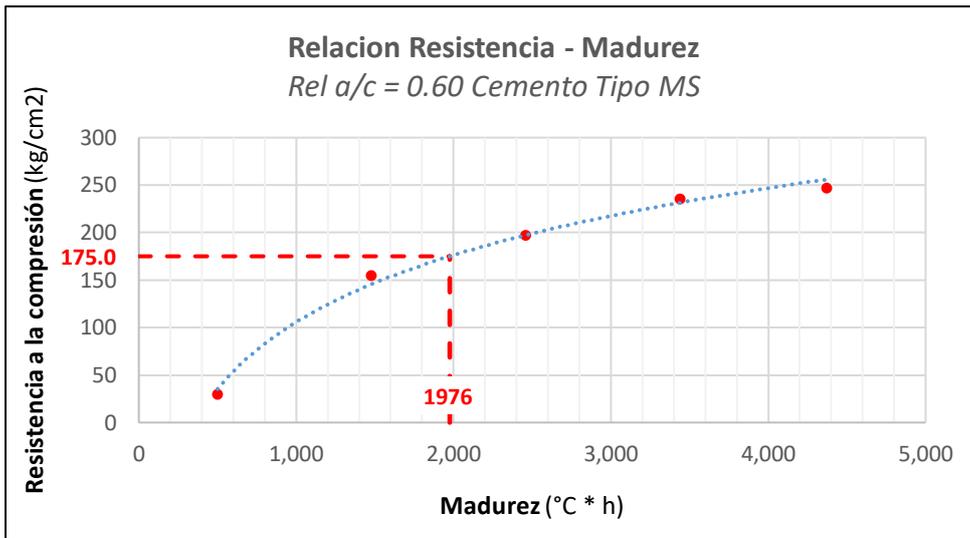


Figura 13. Madurez para la resistencia objetivo del concreto de rel a/c 0.60.

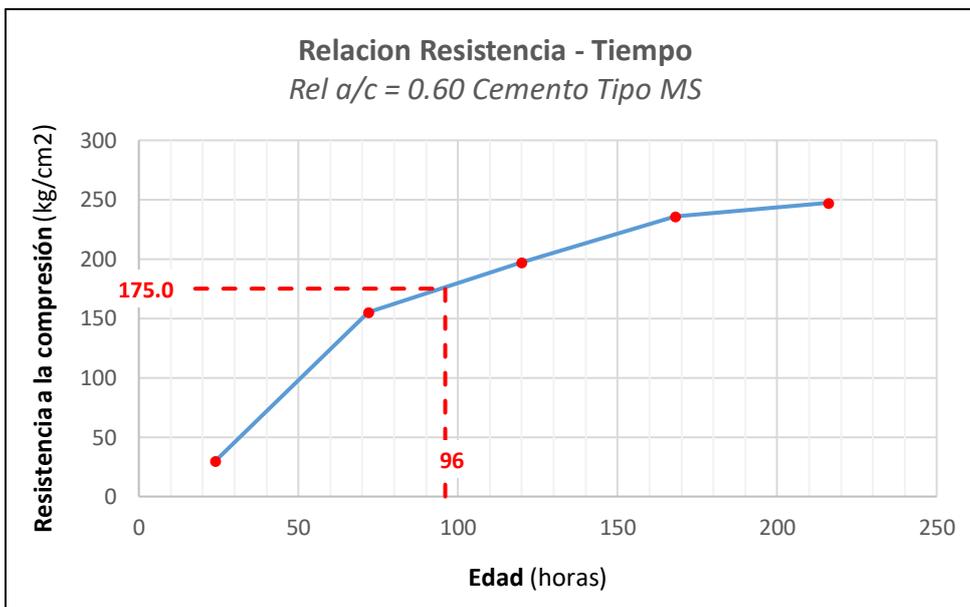


Figura 14. Relación resistencia - tiempo para el concreto de rel a/c 0.60.

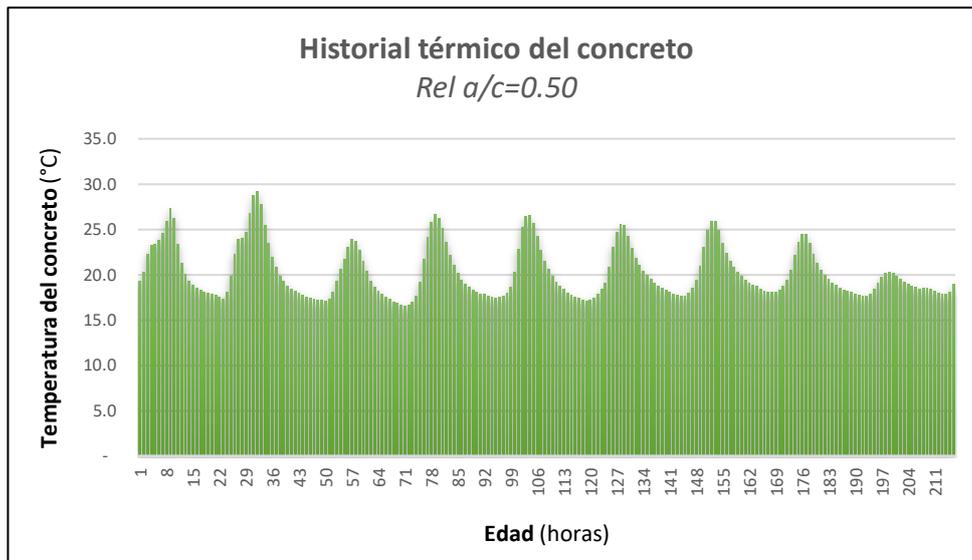


Figura 15. Historial térmico del concreto de rel a/c 0.60.

Interpretación: Para la relación agua/cemento de 0.60, el ACI 318-19 nos da un criterio de resistencia obtenida óptima, siendo la siguiente:

$$f'_{c_{obt}} \geq 175 \text{ kg/cm}^2$$

El valor de 175 kg/cm² fue la resistencia objetivo a analizar entre la madurez y el ensayo de compresión; observando que, para este tipo de concreto, se alcanzó el objetivo a la edad de 96h por el método de madurez y por compresión lo hizo a las 120h (5 días de curado), donde, si bien es cierto a esa edad sobrepasa los 175kg/cm², pero se toma este valor debido a que, mediante este método, la evaluación es por día específico de curado.

4.3.4. Tiempo transcurrido para alcanzar la resistencia objetivo

Tabla 22. *Tiempo transcurrido para conocer la resistencia objetivo de cada tipo de concreto según el método ASTM C39 y ASTM C1074.*

Rel a/c	Tipo de cemento	Según ASTM C39 (h)	Según ASTM C1074 (h)	Tiempo transcurrido (h)
0.50	MS	120	85	-35
0.55	MS	120	92	-28
0.60	MS	120	96	-24

Fuente: Propia.

Interpretación: Se muestra el resumen de las edades, en horas, correspondientes para cada tipo de concreto según el método ASTM C39 y ASTM C1074 para conocer los valores de resistencia, evidenciando que este último es el más eficiente en todos los casos, pues indica con mayor precisión el momento en que el concreto llegará a la resistencia objetivo, optimizando tiempos de hasta 35 horas.

4.4. Resistencia a la compresión (método esclerométrico)

Tabla 23. *Índice de rebotes a la edad de 7 días para cada tipo de concreto.*

Tipo de concreto	Edad	Número de rebote										IR
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	\bar{x}
P1 – 0.50	7	16	18	18	17	16	19	20	20	15	19	18
P2 – 0.50	7	11	17	19	16	15	16	15	14	14	14	15
P3 – 0.50	7	12	16	16	12	12	15	16	13	11	14	14
												16
P1 – 0.55	7	14	13	10	14	13	13	13	12	10	18	13
P2 – 0.55	7	10	15	15	10	10	15	10	13	13	13	12
P3 – 0.55	7	11	16	19	11	12	19	19	15	14	15	15
												14

P1 – 0.60	7	13	12	10	13	11	12	11	11	11	11	12
P2 – 0.60	7	14	11	12	14	13	10	12	12	10	12	12
P3 – 0.60	7	13	12	11	10	10	12	11	10	10	12	11
												12

Fuente: Propia.

Interpretación: Se muestran los índices de rebote promedio obtenidos por cada tipo de concreto ensayados en probetas cilíndricas a la edad de 7 días de curado.

4.5. Correlación de resistencia a la compresión entre método de madurez e índice de rebotes

Tabla 24. Resumen de los resultados de resistencia a la compresión e índices de rebote.

Tipo de concreto	Cilindro (kg/cm ²)			Prom (kg/cm ²)	Cilindro (IR)			Prom (IR)
	1	2	3		1	2	3	
C - MS 0.50	333	337	323	331	18	15	14	16
C - MS 0.55	274	289	273	279	13	12	15	14
C - MS 0.60	232	232	243	236	12	12	11	12

Fuente: Propia.

Interpretación: Se muestran los valores individuales y promedio de resistencia a la compresión e índices de rebote; los mismos que servirán para establecer correlaciones del tipo lineal y potencial mediante expresiones donde una variable dependa de la otra.

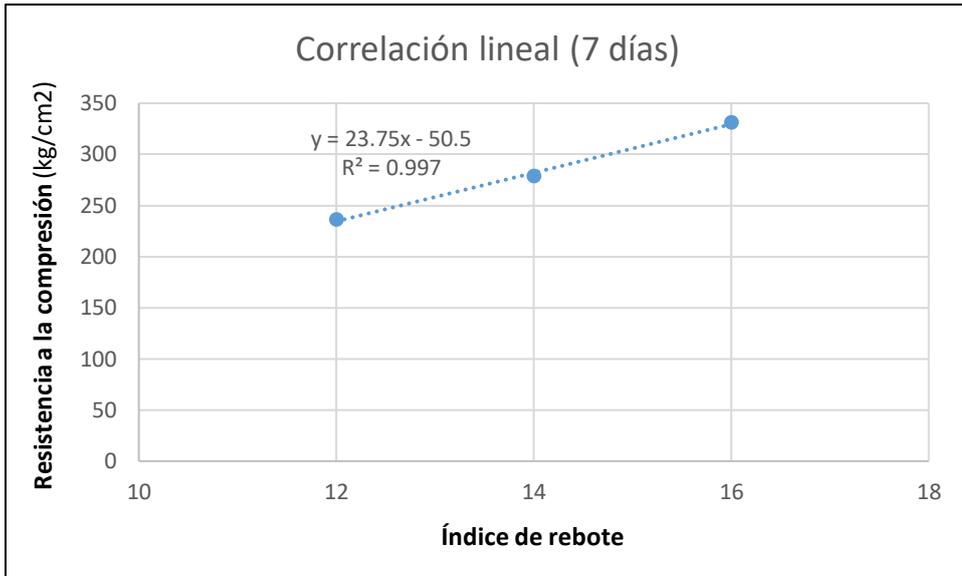


Figura 16. Correlación lineal entre el número de rebotes y la resistencia a la compresión.

Interpretación: Se muestra la correlación de tipo lineal establecida a partir de los resultados promedio de resistencia a la compresión e índices de rebote, cuya expresión resulta $f'c = 23.75 \cdot IR - 50.5$, a una confiabilidad mayor de 99%.

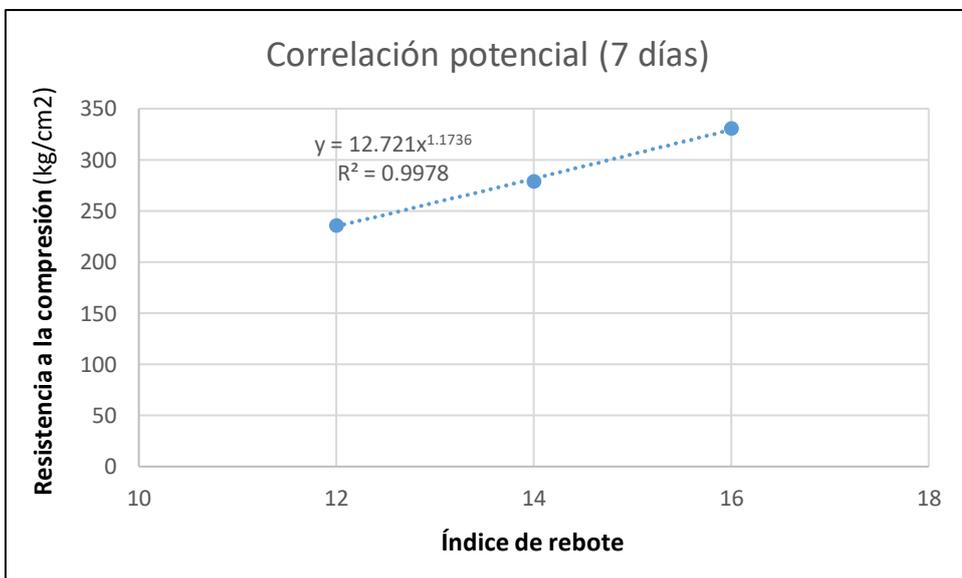


Figura 17. Correlación lineal entre el número de rebotes y la resistencia a la compresión.

Interpretación: Se muestra la correlación de tipo potencial establecida a partir de los resultados promedio de resistencia a la compresión e índices de rebote, cuya expresión resulta $f'c = 12.721 \cdot IR^{1.1736}$, a una confiabilidad mayor de 99%.

4.6. Prueba de hipótesis

4.6.1. Análisis de distribución normal para compresión.

Tabla 25. Prueba de normalidad para los valores de resistencia a la compresión.

Prueba de normalidad			
Tipo de concreto	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
C - MS 0.50	,942	3	,537
C - MS 0.55	,797	3	,107
C - MS 0.60	,750	3	,000

Fuente: Propia.

Interpretación: Se muestra la prueba de normalidad Shapiro Wilk para los datos de resistencia a la compresión de los concretos a la edad de 7 días, observando significancias mayores al 5%, lo que indica que se debe rechazar la hipótesis alternativa y aceptar la nula, es decir, concluir que los datos se distribuyen de manera normal y seguir trabajando con pruebas paramétricas.

4.6.2. Análisis de varianza Anova

Tabla 26. Análisis de varianza para los valores de resistencia a la compresión.

Anova de un factor					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	13676,222	2	6838,111	118,809	,000
Intra-grupos	345,333	6	57,556		
Total	14021,556	8			

Fuente: Propia.

Interpretación: Se muestra la prueba paramétrica Anova para evaluar los resultados de resistencia a la compresión de los concretos a la edad de 7 días, cuya significancia resultó menor a 5%, lo que significa que la diferencia entre la varianza o la desviación estándar de la población y la varianza o la desviación estándar hipotética es estadísticamente significativa.

4.6.3. Análisis posprueba

Tabla 27. Posprueba Tukey para los valores de resistencia a la compresión.

Resistencia en kg/cm ²				
HSD de Tukey ^a				
Tipo de concreto	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
C - MS 0.50	3	235,6667		
C - MS 0.55	3		278,6667	
C - MS 0.60	3			331,0000
Sig.		1,000	1,000	1,000

Fuente: Propia.

Interpretación: Se muestra la posprueba Tukey para evaluar los resultados de resistencia a la compresión de los concretos a la edad de 7 días, observando que el concreto de relación a/c 0.50 es el que genera la mayor influencia significativa sobre la resistencia a la compresión con un valor promedio de 331kg/cm².

Tabla 28. Correlación de Pearson.

Correlaciones			
		Resistencia	Número de rebotes
Resistencia	Correlación de Pearson	1	,999*
	Sig. (bilateral)		,035*
	N	3	3
Número de rebotes	Correlación de Pearson	,999*	1
	Sig. (bilateral)	,035	
	N	3	3

Fuente: Propia.

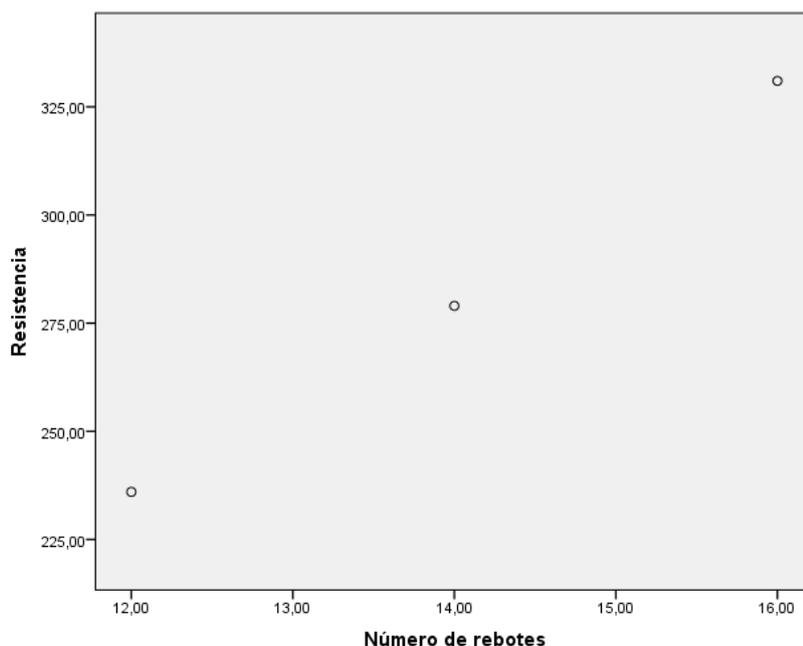


Figura 18. Diagrama de la correlación mediante el software SPSS Statistics.

Interpretación: Se muestra la correlación de Pearson, en la cual se puede observar una significancia menor al 5%, afirmando de esta manera que la correlación entre ambas variables es de tipo lineal.

V. DISCUSIÓN

Se realizó la caracterización de los agregados, dando inicio con la granulometría del agregado fino, arena zarandeada, según las indicaciones de la NTP.400.012, cuyo módulo de finura resultó de 3.1, clasificándose como arena gruesa según la NTP.400.037, presentando buena gradación según su curva granulométrica. Por otro lado, luego de realizar el análisis granulométrico del agregado grueso según la NTP.400.012, se obtuvo un módulo de finura de 6.92 y un tamaño máximo nominal de $\frac{3}{4}$ " cuya gradación se ajustó a los límites de Huso 67 establecidos en la NTP.400.037. Para el ensayo de humedad en ambos agregados, se realizó siguiendo el procedimiento establecido en la NTP.339.185, resultando un valor promedio de humedad de 0.6% para el agregado fino y 0.5% para el agregado grueso. Con respecto al ensayo de peso unitario, se desarrolló en función de lo estipulado por la NTP.400.017 para ambos agregados, arrojando valores de 1581kg/m^3 y 1774kg/m^3 para peso

unitario suelto y compactado del agregado fino; asimismo, se obtuvieron valores de 1466kg/m^3 y 1595kg/m^3 para peso unitario suelto y compactado del agregado grueso. Por último, para los ensayos de peso específico y absorción, se realizaron siguiendo dos normativas, la NTP.400.022 para el agregado fino y la NTP.400.021 para el agregado grueso; el primero arrojó un valor de 2.62gr/cm^3 como peso específico y 1.2% de absorción; mientras que el segundo obtuvo un valor de peso específico de 2.73 gr/cm^3 y 1.1% de absorción. Una vez sabiendo las características de los agregados, así como el peso específico del cemento Pacasmayo tipo MS, y proyectando para un concreto de consistencia plástica, se realizaron tres diseños de mezcla por el método de la combinación de los agregados, uno para cada relación agua/cemento, obteniendo la dosificación de materiales a emplear, cuyos resultados se proyectaron para tandas de 30L con la finalidad de satisfacer los 28L mínimos establecido en la NTP.339.036. Se realizaron los ensayos de resistencia a la compresión mediante el método de madurez siguiendo la normativa ASTM C1074, considerando edades de 1, 3, 5, 7 y 9 días de curado para la elaboración de la curva de madurez, observando que, el concreto de relación agua/cemento 0.50 fue el que arrojó los valores más altos de resistencia a la compresión en todas las edades; por otra parte, se demostró que este método es el más eficiente en todos los casos, pues indica con mayor precisión el momento en que el concreto llegará a la resistencia objetivo, optimizando tiempos de hasta 35 horas. También, se realizó el ensayo esclerométrico, logrando mostrar hasta 10 índices de rebote obtenidos por cada tipo de concreto ensayados en probetas cilíndricas a la edad de 7 días de curado. Finalmente, se establecieron correlaciones de resistencia a la compresión, mediante el método de madurez, e índice de rebotes en concretos convencionales, obteniendo dos tipos de expresiones, una lineal y otra potencial a la edad de 7 días; la primera resultó $f'c = 23.75*IR - 50.5$ y la segunda $f'c = 12.721*IR^{1.1736}$, ambas con un nivel de confiabilidad (R^2) mayor al 99%.

La presente investigación se propuso como objetivo principal determinar la correlación de resistencia a la compresión mediante el método de madurez e índice de rebote en concretos convencionales, en Trujillo, 2021; considerando

antecedentes del ámbito nacional e internacional, siendo el primero de ellos la investigación de Muñoz & Rivas en el año 2003 que en sus datos recabados encuentran que el valor del rebote presenta un determinado comportamiento de manera aproximada lineal respecto a la resistencia a la compresión, tal y como sucede en nuestro estudio, es por ello que con ambas variables se estableció en primer lugar una correlación de tipo lineal.

Otro antecedente considerado en la presente tesis es la investigación de Orellana en el 2009, quien afirmó que los concretos que son producidos por una misma planta con el mismo tipo de cemento y agregados, el martillo de rebote podrá ser un instrumento fiable para realizar una evaluación cualitativa de la resistencia mecánica, además se puede usar la correlación a 28 días entre f_c y el índice de rebote como un mecanismo cualitativo dentro del uso del ensayo del martillo esclerométrico para concretos similares a los evaluados; al igual que en nuestra investigación, que podemos usar la correlación establecida a la edad de 7 días, por tener un nivel de confiabilidad (R^2) elevado.

De igual manera, se tomó como otro antecedente la investigación realizar por Builes & Pardo en el año 2016, quienes, teniendo en cuenta que el ensayo del esclerómetro no reemplaza la compresión de los cilindros de concreto, plantearon realizar una correlación para así poder determinar en qué porcentaje de incidencia y confiabilidad este método puede ser utilizado de manera óptima in situ, mejorando los diferentes problemas que se pueden presentar en transporte y economía, espacios reducidos, la colocación del concreto, ahorro de tiempo, y la reutilización de probetas de concreto; llegando a concluir que, el coeficiente de determinación (R^2), el cual delimita la correlación del ensayo de esclerometría y el ensayo de resistencia a la compresión, tiene un mejor comportamiento a los 28 días de maduración en los especímenes cilíndricos, para los tres tipos de concreto analizados; por dicha razón, en nuestra investigación sería ideal realizar el método esclerométrico a la edad de 28 días de curado para establecer nuevas correlaciones, ya que es la edad en la que el concreto alcanza su máxima resistencia.

Como siguiente antecedente se tuvo la investigación de Hernández, Orozco, Almanza & Ramírez en el 2017, quienes obtuvieron una buena ecuación entre el rebote obtenido por medio del esclerómetro y la resistencia con la máquina

a compresión del concreto, concluyendo que el esclerómetro actúa como un dispositivo que estima de una manera óptima la resistencia a compresión de elementos de concreto; por dicha razón, resulta conveniente y útil establecer correlaciones entre ambas variables a manera de optimizar tiempo y dinero.

Otro antecedente utilizado fue la investigación de Villegas en el año 2019, quien concluyó que el índice de correlación entre los ensayos de esclerometría, R , y de resistencia a compresión es 0.9176 (considerando los factores que la afectan), siendo éste un alto valor de correlación, lo que comprobaría a medida que el valor del índice de rebote aumenta, también la resistencia a la compresión aumenta; por dicha razón, es que en nuestra investigación planteamos en primera instancia una correlación de tipo lineal; la misma que presenta un nivel de confiabilidad considerable.

Finalmente, se tuvo en cuenta la investigación de Vélez en el año 2019, los ensayos de resistencia a la compresión y la dureza superficial guardan un elevado índice de confiabilidad; por otro lado, observó que la regresión lineal en relación a la edad del concreto es la más confiable, ya que pudo obtener mejor porcentaje de error. En comparación, con otras regresiones donde obtuvo resultados que pasaron el 15% de error permitido. En contraste con nuestra investigación, no solo la correlación de tipo lineal obtuvo un alto grado de confiabilidad, sino también la de tipo potencial; ambas con un valor R^2 mayor de 99%.

Con los valores de resistencia a la compresión se realizó la prueba de hipótesis, demostrando en primer lugar que los datos se distribuyen normalmente por tener una significancia mayor a 0.05 (5%), dando paso al análisis de la varianza mediante la prueba paramétrica de Anova de un factor, observando que la significancia es menor a 0.05 (5%), permitiendo aceptar la hipótesis alternativa, lo que significa que la diferencia entre la varianza o la desviación estándar de la población y la varianza o la desviación estándar hipotética es estadísticamente significativa; finalmente, se realizó la posprueba Tukey, encontrando que el concreto de relación agua/cemento es el que genera la mayor influencia significativa en la resistencia a la compresión. Por otra parte, se analizó la correlación de Pearson, en la cual se puede observar una

significancia menor al 5%, afirmando de esta manera que la correlación entre ambas variables es de tipo lineal.

VI. CONCLUSIONES

- Se logró determinar la correlación de resistencia a la compresión, mediante el método de madurez, e índice de rebotes en concretos convencionales, obteniendo dos tipos de expresiones, una lineal y otra potencial a 7 días.
- Se logró determinar las características de ambos agregados, los mismos que fueron obtenidos de la cantera Quebrada El León; asimismo, con estos resultados se lograron realizar los diseños de mezcla para cada tipo de concreto, considerando un $f'c$ de diseño de 210kg/cm^2 y un asentamiento teórico de 3" a 4" por ser de consistencia plástica.
- Se logró determinar la resistencia a la compresión del concreto mediante el método de madurez, siguiendo la normativa ASTM C1074, el mismo que resultó ser más eficiente que el método de rotura de probetas, permitiendo optimizar el tiempo para conocer una resistencia objetivo en hasta 35 horas.
- Se lograron determinar los índices de rebote para probetas de cada tipo de concreto a la edad de 7 días de curado, cuyos promedios fueron utilizados para establecer correlaciones con la variable resistencia a la compresión.
- Se logró determinar la correlación de resistencia a la compresión, mediante el método de madurez, e índice de rebote, obteniendo la siguiente expresión lineal, $f'c = 23.75*IR - 50.5$, a una confiabilidad mayor del 99%, y la expresión potencial $f'c = 12.721*IR^{1.1736}$, a una confiabilidad mayor del 99%.
- Se logró realizar la prueba de hipótesis, determinando en primer lugar que la relación agua/cemento 0.50 genera la mayor influencia significativa en la resistencia a la compresión del concreto; luego, mediante la correlación de Pearson, se observó una significancia menor al 5%, afirmando de esta manera que la correlación entre ambas variables es de tipo lineal.

VII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda determinar correlaciones entre dos variables antes de la ejecución de una obra, pues, si las expresiones arrojan una confiabilidad mayor al 95%, éstas pueden ser utilizadas a manera de optimizar tiempo y dinero.
- Se recomienda a los futuros investigadores, quienes establezcan correlaciones entre dos variables, a tener en cuenta siempre el nivel de confiabilidad (R^2), pues si este valor es bajo, los resultados arrojados serán deficientes e inexactos.
- Se recomienda a todos los estudiantes de ingeniería civil a seguir investigando, de esta manera se seguirán enriqueciendo los conocimientos acerca de un tema específico; pudiendo servir de antecedente para estudios futuros.

REFERENCIAS

Badilla, Valeria. *Correlación de diferentes métodos de detección no destructivos de anomalías en el hormigón.* España: Universidad Politécnica de Catalunya, 2014.

Builes, Robinson y Pardo Magda. *Correlación entre las resistencias obtenidas mediante ensayos de compresión y esclerometría en cilindros de concreto normal y modificados con fibra sintética y fibra de acero.* Colombia: Universidad Católica de Colombia, 2016.

Catellanos, Luis. *Técnica de observación.* 2017

Delgado, Ronal y Arevalo, Sergio. *Determinación de la resistencia a la compresión y el índice de rebote por medio de ensayos destructivos y no destructivos en Tarapoto.* Perú: Universidad Nacional de San Martín, 2020.

Gómez, Jorge. *Materiales de Construcción.* México: Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, 2014.

Gomezjurado, Jaime. *Tecnología del Concreto-Materiales, Propiedades y Diseño de Mezclas.* Colombia: Asociación Colombiana de Productores de Concreto, 2010.

Hernández, José; Orozco, Álvaro; Almanza, Daniel y Ramírez Javier. *Relación entre resistencia a compresión en cilindros de concreto y los rebotes con esclerómetro digital.* Colombia: Universidad de Sucre, 2017.

Hernández, Roberto; Fernández, Carlos y Baptista, Pilar. *Metodología de la Investigación.* México, 1997.

Huertas, David y Jaramillo, Michael. *Determinación del valor k mediante la correlación entre el módulo de rotura y la resistencia a la compresión del concreto hidráulico con materiales pétreos procedentes del río Sumapaz de la zona del Alto Magdalena en el sector denominado La Gran Curva.* Colombia: Universidad Piloto de Colombia, 2017.

Instituto del Cemento y del Concreto de Guatemala. *Ensayos no destructivos para evaluación de la resistencia del concreto endurecido.* Boletín Técnico ICCG, 2018.

Jiménez, Yazmín. *Aplicación del método de madurez para la optimización de tiempo en el corte de viguetas de concreto prefabricadas y pretensadas.* Perú: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, 2015.

Ken, W. Day. *Concrete Mix Design, Quality Control and Specification.* Australia: second edition, Croydon, Victoria Taylor & Francis e-Library, 2006.

Mario, Jorge. *Ensayo a compresión de cilindros de concreto.* 2008.

Mucha, Aldo. *Determinación de la resistencia a la compresión del concreto de las estructuras de concreto, usando equipo medidor de velocidad del ultrasonido.* Perú: Universidad Nacional Federico Villarreal, 2018.

Brozovsky, Jiri. *Comparsion of compressive strenghts of concrete testing by different of sclerometers.* Czech Republic: Institute of technology of bulding materials and components, faculty of civil engineering, 2013.

Nicomedes, Esteban. *Tipos de Investigación.*

NTP 400.012. *Análisis granulométrico de los agregados.* Lima, Perú, 2014.

NTP.339.034. *Resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.* Lima, Perú, 2015.

NTP.339.035. *Asentamiento del concreto.* Lima, Perú, 2009.

NTP.339.046. *Peso unitario del concreto.* Lima, Perú, 2008.

NTP.339.181. *Número e rebote (esclerometría).* Lima, Perú, 2013.

NTP.339.183. *Elaboración y curado de especímenes de concreto.* Lima, Perú, 2013.

NTP.339.184. *Temperatura del concreto.* Lima, Perú, 2013.

NTP.339.185. *Contenido de humedad de los agregados.* Lima, Perú, 2013.

NTP.339.217. *Método de madurez.* Lima, Perú, 2016.

NTP.400.017. *Peso unitario de los agregados.* Lima, Perú, 2011.

NTP.400.021. *Peso específico y absorción del agregado grueso.* Lima, Perú, 2013.

NTP.400.022. *Peso específico y absorción del agregado fino.* Lima, Perú, 2013.

Orellana, Israel. *Determinación de la resistencia a compresión y el índice de rebote, por métodos de ensayo destructivo y no destructivo (ASTM C-39, C-805) y su correlación, a concretos autocompactantes para vivienda en serie.* Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala, 2009.

Ortiz, Miguel. *Guía de Observación.* 2004.

Quiroz, Rosalía. *Metodología de la investigación.* Perú: Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

Rodríguez, Daniela. *Investigación experimental. Características y ejemplos.* 2021.

Sánchez, Diego. *Tecnología del Concreto y del Mortero.* 2001.

Urrutia, Marcela; Barrios, Silvia & Mayorga, Magdalena. *Métodos óptimos para determinar validez de contenido.* 2014

Vélez, Gustavo. *Determinación de la resistencia a la compresión del concreto mediante el método de esclerometría.* Perú: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, 2019.

Jedidi, Malek. *Determination of Concrete Characteristics Using Destructive and Non-Destructive Tests.* Tunisia: Department of Civil Engineering, University of Tunis El Manar, 2020.

Zabelina, Olga. *Application of non-destructive methods of control within the inspection of concrete structures.* Rusia: Moscow State University of Civil Engineering, 129377, 2021.

Villegas, Marcelo. *Aplicación de redes neuronales para la predicción de la resistencia a la compresión del concreto según el ensayo de esclerometría.* Perú: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, 2019.

Muñoz, Jorge y Rivas, Erick. *Correlación entre pruebas destructivas y pruebas no destructivas para medir propiedades mecánicas del concreto hidráulico.* Costa Rica: Instituto Tecnológico de Costa Rica, 2003.

Corro, Henry y Ramos, Alejandro. *correlación entre el índice de madurez de una mezcla de concreto y su resistencia a la compresión.* Perú: Universidad Privada Antenor Orrego, 2015.

Orellana, Israel. *determinación de la resistencia a compresión y el índice de rebote, por métodos de ensayo destructivo y no destructivo (astm c-39, c-805) y su correlación, a concretos autocompactantes para Vivienda en serie.* Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala, 2009.

ANEXOS:

Tabla 29. Matriz de operacionalización de variables.

	VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALAS DE MEDICIÓN
VARIABLES INDEPENDIENTES	MÉTODO DE MADUREZ	Es un método no destructivo para estimar, de manera confiable, la resistencia de elementos de concreto en el área de trabajo. (Jiménez, 2015, p.22).	Este método utiliza el historial térmico del hormigón para poder estimar el desarrollo de resistencia durante el periodo de curado; por lo que es posible conocer la resistencia de la estructura en tiempo real, inclusive a edad temprana. (Jiménez, 2015, p.22).	Adimensional	Madurez del concreto	°C x h
	ÍNDICE DE REBOTES	Es un ensayo no destructivo que mide la dureza de una superficie que proporciona un rápido y sencillo medio para verificar la uniformidad del concreto a través de la lectura del número del rebote. (Hernández, Orozco, Almanza & Ramírez, 2017, p.60).	Son utilizados para el control de calidad de los materiales, como una alternativa para la estimación de la resistencia a la compresión sin tener que destruir el elemento estructural de concreto. (Hernández, Orozco, Almanza & Ramírez, 2017, p.60).	Adimensional	Número de rebotes	-
VARIABLE DEPENDIENTE	CORRELACIÓN DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN E ÍNDICE DE REBOTE	La importancia de establecer correlaciones radica en la facilidad de reproducción de la metodología en la realización de proyectos, donde el control de calidad es vital para el cumplimiento de los plazos y especificaciones técnicas requeridas. (Muñoz & Rivas, 2003, p.2).	Teniendo en cuenta que el ensayo del esclerómetro no es un método que reemplace la compresión de los cilindros de concreto, se plantea realizar una correlación para determinar en qué porcentaje de incidencia y confiabilidad este método puede ser utilizado de manera óptima en sitio, mejorando los diferentes problemas que se pueden presentar en la colocación del concreto, ahorro de tiempo, transporte y economía, espacios reducidos, y la reutilización de probetas de concreto. (Builes & Pardo, 2016, p.17).	Características de los agregados	Propiedades	Huso, %h, P.E., %Abs, PUSC
				Diseño de mezcla	Peso Seco, Peso SSS, Peso Húmedo	kg
				Resistencia a la compresión por el método de madurez	f'c	kg/cm2
				Índice de rebotes	-	-

Fuente: Propia.

Tabla 30. Matriz de consistencia.

Título	Formulación del problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensión	Indicadores	Diseño de la investigación			
		Objetivo General	Hipótesis General	Variable Dependiente						
Determinación de la correlación de resistencia a la compresión mediante el método de madurez e índice de rebote en concretos convencionales, Trujillo 2021	¿Cuál es la correlación de resistencia a la compresión mediante el método de madurez e índice de rebote en concretos convencionales, en Trujillo 2021?	Determinar la correlación de resistencia a la compresión mediante el método de madurez e índice de rebote en concretos convencionales, en Trujillo, 2021.	El método de madurez e índice de rebote generarán correlaciones confiables de resistencia a la compresión sobre concretos convencionales, en Trujillo, 2021.	Correlación de resistencia a la compresión e índice de rebote.	Características de los agregados Diseño de mezcla Resistencia a la compresión por el método de madurez Índice de rebotes	Propiedades Peso Seco, Peso SSS, Peso Húmedo f'c -	La presente es una investigación aplicada, experimental, pre experimental; ya que no se cuenta con un grupo control sobre el que se ejerza algún tratamiento.			
		Objetivos Específicos						Variables Independientes		
		Realizar la caracterización de agregados.						Método de madurez	Adimensional	Madurez del concreto
		Realizar un diseño de mezcla para cada relación a/c de 0.50, 0.55 y 0.60.								
		Determinar la resistencia a la compresión del concreto mediante el método de madurez a edades de 1, 3, 5, 7 y 9 días.								
Determinar los índices de rebote para probetas de cada tipo de concreto a la edad de 7 días de curado.										

		Determinar la correlación de resistencia a la compresión mediante el método de madurez e índice de rebote considerando los resultados obtenidos de los ensayos a la edad de 7 días.					
		Realizar la prueba de hipótesis y determinar si los resultados de resistencia a la compresión de un concreto convencional obtenidos por el método de madurez y por el ensayo esclerométrico se correlacionan.		Índice de rebote	Adimensional	Número de rebotes	

Fuente: Propia.

GUÍA DE OBSERVACIÓN (Resistencia a la compresión)	
1. DATOS INFORMATIVOS	
1.1. Nombres de investigadores	
1.2. Ubicación	
1.3. Fecha de Observación	
1.4. Hora de Investigación	
1.5. N° de guía	
1.6. Número de Molde	
2. DATOS ESPECIFICOS	
2.1. Tiempo de curado	1 día
	3 días
	5 días
	7 días
	9 días
2.2. Datos de Probeta	a) Altura (cm):
	b) Diámetro (cm):
	c) Área de contacto (cm ²):
	d) Carga de rotura (Kg):
	e) Esfuerzo (kg/cm ²):
2.3. Relación agua/cemento	0.50
	0.55
	0.60
OBSERVACIONES:	

Figura 19. Instrumento de recolección de datos para la variable resistencia a la compresión.

GUÍA DE OBSERVACIÓN (Índice de rebotes)			
1. DATOS INFORMATIVOS			
1.1. Nombres de investigadores			
1.2. Ubicación			
1.3. Fecha de Observación			
1.4. Hora de Investigación			
1.5. N° de guía			
1.6. Número de Molde			
2. DATOS ESPECIFICOS			
2.1. Tiempo de curado		7 días	
2.2. Datos de Probeta	a) Altura (cm):		
	b) Diámetro (cm):		
	c) Área de contacto (cm ²):		
	d) Carga de rotura (Kg):		
	e) Esfuerzo (kg/cm ²):		
2.3. Relación agua/cemento		0.50	
		0.55	
		0.60	
2.4. Número de rebotes	1		6
	2		4
	3		8
	4		9
	5		10
	Promedio:		
OBSERVACIONES:			

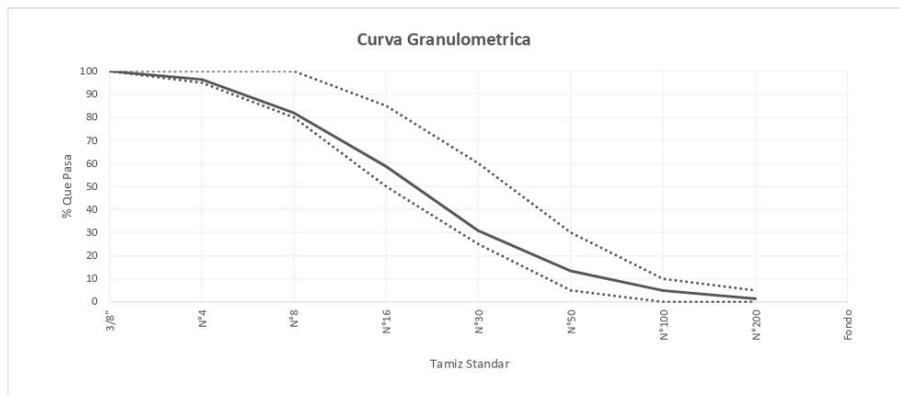
Figura 20. Instrumento de recolección de datos para la variable índice de rebotes.



ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO NORMA DE ENSAYO NTP 400.012

SOLICITANTE : MICHAEL FRIEDLANDER ALMONACID CERRON / JOEL RICARDO GUZMAN CRISTOBAL
MATERIAL : ARENA GRUESA ZARANDEADA
PROCEDENCIA : CANTERA QUEBRADA EL LEON - SECTOR EL MILAGRO - HUANCHACO
FECHA DE ENSAYO : 28/10/2021

Tamiz Estándar	Abert. (mm)	Peso Reten. (gr)	% Reten. Parcial	% Reten. Acum.	% Que Pasa	Límites (NTP 400.037)		Datos de la muestra
						Mínimo	Máximo	
3/8"	9.500	0.0	0.0	0.0	100.0	100	100	Características físicas: Tamaño Max. Nom. : Cont. de Humedad: 0.6 % Modulo de Finura: 3.14
N°4	4.750	45.4	3.6	3.6	96.4	95	100	
N°8	2.360	184.2	14.5	18.1	81.9	80	100	
N°16	1.180	294.0	23.2	41.3	58.7	50	85	
N°30	0.600	353.9	27.9	69.2	30.8	25	60	
N°50	0.300	221.1	17.4	86.6	13.4	5	30	
N°100	0.150	107.8	8.5	95.1	4.9	0	10	
N°200	0.075	45.0	3.5	98.6	1.4	0	5	
Fondo	-	17.5	1.4	100.0	0.0			
		1268.9	100					



OBSERVACIONES:
La muestra del material fue proporcionada por el Solicitante.
La identificación y procedencia del material es información proporcionada por el Solicitante.

Carla Evelin Vargas Toribio
ING. CIVIL
R. CIP. N° 170889

QUALITY CONTROL EXPRESS S.A.C.

AV. America Sur 4138 Urb. San Andres III Etapa - Trujillo // (044) 705879 - 951441959 // ventas@qce.com.pe

Figura 21. Certificado del análisis granulométrico del agregado fino.



PESO ESPECIFICO Y ABSORCION

NORMA DE ENSAYO NTP 400.022

1. INFORMACION GENERAL

SOLICITANTE : MICHAEL FRIEDLANDER ALMONACID CERRON / JOEL RICARDO GUZMAN CRISTOBAL
MATERIAL : ARENA GRUESA ZARANDEADA
PROCEDENCIA : CANTERA QUEBRADA EL LEON - SECTOR EL MILAGRO - HUANCHACO
FECHA DE ENSAYO : 28/10/2021

2. RESULTADOS DEL ENSAYO

Descripcion	U.M.	Prueba 1	Prueba 2	Promedio
Peso de la muestra secada en horno al aire	gr	503.2	496.4	
Peso del pignometro lleno de agua	gr	667.5	667.5	
Peso del pignometro lleno de muestra y agua	gr	984.0	980.3	
Peso de la muestra en estado SSS	gr	508.8	503.1	
Peso especifico base seca	gr/cm3	2.62	2.61	2.62
Peso especifico base SSS	gr/cm3	2.65	2.64	2.65
Absorcion	%	1.1	1.3	1.2

OBSERVACIONES:

La muestra del material fue proporcionada por el Solicitante.

La identificacion y procedencia del material es informacion proporcionada por el Solicitante.



Carla Evelin Vargas Toribio
ING. CIVIL
R. CIP. N° 170889

QUALITY CONTROL EXPRESS S.A.C.

AV. America Sur 4138 Urb. San Andres III Etapa - Trujillo // (044) 705879 - 951441959 // ventas@qce.com.pe

Figura 22. Certificado del ensayo de peso específico y absorción del agregado fino.



PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO
NORMA DE ENSAYO NTP 400.017

1. INFORMACION GENERAL

SOLICITANTE : MICHAEL FRIEDLANDER ALMONACID CERRON / JOEL RICARDO GUZMAN CRISTOBAL
MATERIAL : ARENA GRUESA ZARANDEADA
PROCEDENCIA : CANTERA QUEBRADA EL LEON - SECTOR EL MILAGRO - HUANCHACO
FECHA DE ENSAYO : 28/10/2021

2. RESULTADOS DEL ENSAYO

Descripcion	U.M.	Prueba 1	Prueba 2	Prueba 3	Promedio
Peso recipiente + muestra suelta	kg	14.670	14.692	14.655	
Peso recipiente + muestra apisonada	kg	16.008	16.029	16.063	
Peso de recipiente	kg	3.528	3.528	3.528	
Peso de muestra en estado suelto	kg	11.142	11.164	11.127	
Peso de muestra en estado compactado	kg	12.480	12.501	12.535	
Volumen del recipiente	m3	0.0071	0.0071	0.0071	
Peso unitario suelto	kg/m3	1,580	1,584	1,578	1,581
Peso unitario compactado	kg/m3	1,770	1,773	1,778	1,774

OBSERVACIONES:

La muestra del material fue proporcionada por el Solicitante.

La identificación y procedencia del material es informacion proporcionada por el Solicitante.



Carla Evelin Vargas Toribio
ING. CIVIL
R. CIP. N° 170889

QUALITY CONTROL EXPRESS S.A.C.

AV. America Sur 4138 Urb. San Andres III Etapa - Trujillo // (044) 705879 - 951441959 // ventas@qce.com.pe

Figura 23. Certificado del ensayo de peso unitario suelto y compactado del agregado fino.



CONTENIDO DE HUMEDAD
NORMA DE ENSAYO NTP 339.185

1. INFORMACION GENERAL

SOLICITANTE : MICHAEL FRIEDLANDER ALMONACID CERRON / JOEL RICARDO GUZMAN CRISTOBAL
MATERIAL : ARENA GRUESA ZARANDEADA
PROCEDENCIA : CANTERA QUEBRADA EL LEON - SECTOR EL MILAGRO - HUANCHACO
FECHA DE ENSAYO : 28/10/2021

2. RESULTADOS DEL ENSAYO

Descripcion	U.M.	Prueba 1	Prueba 2	Promedio
Peso recipiente	gr	262.3	257.6	
Peso recipiente + muestra humeda	gr	1,382.7	1,378.8	
Peso recipiente + muestra seca	gr	1,376.1	1,373.5	
Peso de muestra humeda	gr	1,120.4	1,121.2	
Peso de muestra seca	gr	1,113.8	1,115.9	
Peso de agua	gr	6.6	5.3	
Contenido de humedad	%	0.6	0.5	0.6

OBSERVACIONES:

La muestra del material fue proporcionada por el Solicitante.

La identificacion y procedencia del material es informacion proporcionada por el Solicitante.



Carla Evelyn Vargas Toribio
ING. CIVIL
R. CIP. N° 170889

QUALITY CONTROL EXPRESS S.A.C.

AV. America Sur 4138 Urb. San Andres III Etapa - Trujillo // (044) 705879 - 951441959 // ventas@qce.com.pe

Figura 24. Certificado del ensayo de contenido de humedad del agregado fino.

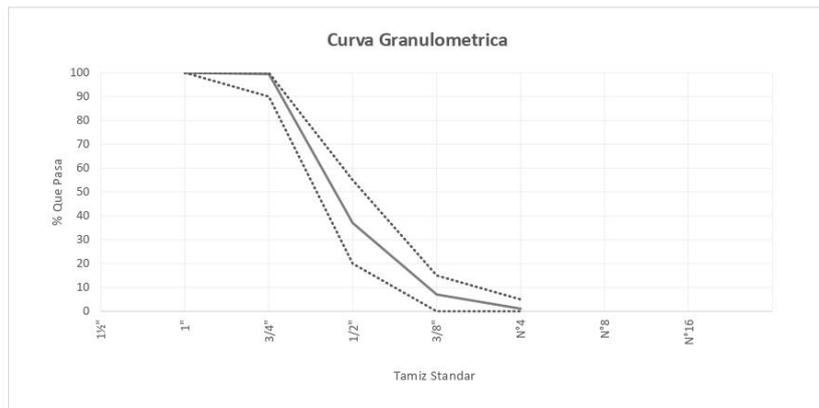


ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

NORMA DE ENSAYO NTP 400.012

SOLICITANTE : MICHAEL FRIEDLANDER ALMONACID CERRON / JOEL RICARDO GUZMAN CRISTOBAL
MATERIAL : AGREGADO GRUESO - PIEDRA CHANCADA 3/4"
PROCEDENCIA : CANTERA QUEBRADA EL LEON - EL MILAGRO - HUANCHACO - TRUJILLO
FECHA DE ENSAYO : 28/10/2021

Tamiz Estándar	Abert. (mm)	Peso Reten. (gr)	% Reten. Parcial	% Reten. Acum.	% Que Pasa	Límites Huso 6 (NTP 400.037)		Datos de la muestra
						Mínimo	Máximo	
1 1/2"	37.50							
1"	25.00	0	0.0	0.0	100.0	100	100	Características físicas: Tamaño Max. Nom.: 3/4" Cont. de Humedad: 0.5 % Modulo de Finura: 6.92
3/4"	19.00	27	0.5	0.5	99.5	90	100	
1/2"	12.50	3178	62.5	63.0	37.0	20	55	
3/8"	9.50	1520	29.9	92.9	7.1	0	15	
Nº4	4.75	303	6.0	98.9	1.1	0	5	
Nº8	2.36	49	1.0	99.9	0.1			
Nº16	1.18	0	0.0	99.9	0.1			
Fondo	-	5	0.1	100.0	0.0			
		5082	100.0					



OBSERVACIONES:
La muestra del material fue proporcionada por el Solicitante.
La identificación y procedencia del material es información proporcionada por el Solicitante.

Carla Evely Vargas Toribio
ING. CIVIL
R. CIP. Nº 170889

QUALITY CONTROL EXPRESS S.A.C.
AV. America Sur 4138 Urb. San Andres III Etapa - Trujillo // (044) 705879 - 951441959 // ventas@qce.com.pe

Figura 25. Certificado del análisis granulométrico del agregado grueso.



PESO ESPECIFICO Y ABSORCION

NORMA DE ENSAYO NTP 400.021

1. INFORMACION GENERAL

SOLICITANTE : MICHAEL FRIEDLANDER ALMONACID CERRON / JOEL RICARDO GUZMAN CRISTOBAL
MATERIAL : AGREGADO GRUESO - PIEDRA CHANCADA 3/4"
PROCEDENCIA : CANTERA QUEBRADA EL LEON - EL MILAGRO - HUANCHACO - TRUJILLO
FECHA DE ENSAYO : 28/10/2021

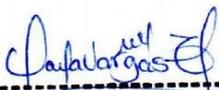
2. RESULTADOS DEL ENSAYO

Descripcion	U.M.	Prueba 1	Prueba 2	Promedio
Peso de la muestra secada en horno al aire	gr	2,969	2,981	
Peso de la muestra en estado SSS al aire	gr	3,002	3,012	
Peso de la muestra saturada en agua	gr	1,909	1,920	
Peso específico base seca	gr/cm ³	2.72	2.73	2.73
Peso específico base SSS	gr/cm ³	2.75	2.76	2.76
Absorcion	%	1.1	1.0	1.1

OBSERVACIONES:

La muestra del material fue proporcionada por el Solicitante.

La identificación y procedencia del material es información proporcionada por el Solicitante.



Carla Evelyn Vargas Toribio
ING. CIVIL
R. CIP. N° 170889

QUALITY CONTROL EXPRESS S.A.C.

AV. America Sur 4138 Urb. San Andres III Etapa - Trujillo // (044) 705879 - 951441959 // ventas@qce.com.pe

Figura 26. Certificado del ensayo de peso específico y absorción del agregado grueso.



PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO
NORMA DE ENSAYO NTP 400.017

1. INFORMACION GENERAL

SOLICITANTE : MICHAEL FRIEDLANDER ALMONACID CERRON / JOEL RICARDO GUZMAN CRISTOBAL
MATERIAL : AGREGADO GRUESO - PIEDRA CHANCADA 3/4"
PROCEDENCIA : CANTERA QUEBRADA EL LEON - EL MILAGRO - HUANCHACO - TRUJILLO
FECHA DE ENSAYO : 28/10/2021

2. RESULTADOS DEL ENSAYO

Descripcion	U.M.	Prueba 1	Prueba 2	Prueba 3	Promedio
Peso recipiente + muestra suelta	kg	13.893	13.990	13.897	
Peso recipiente + muestra apisonada	kg	14.821	14.856	14.832	
Peso de recipiente	kg	3.592	3.592	3.592	
Peso de muestra en estado suelto	kg	10.301	10.398	10.305	
Peso de muestra en estado compactado	kg	11.229	11.264	11.240	
Volumen del recipiente	m3	0.0071	0.0071	0.0071	
Peso unitario suelto	kg/m3	1,461	1,475	1,462	1,466
Peso unitario compactado	kg/m3	1,593	1,598	1,594	1,595

OBSERVACIONES:

La muestra del material fue proporcionada por el Solicitante.

La identificación y procedencia del material es informacion proporcionada por el Solicitante.



Carla Evelin Vargas Toribio
ING. CIVIL
R. CIP. N° 170889

QUALITY CONTROL EXPRESS S.A.C.

AV. America Sur 4138 Urb. San Andres III Etapa - Trujillo // (044) 705879 - 951441959 // ventas@qce.com.pe

Figura 27. Certificado del ensayo de peso unitario suelto y compactado del agregado grueso.



CONTENIDO DE HUMEDAD

NORMA DE ENSAYO NTP 339.185

1. INFORMACION GENERAL

SOLICITANTE : MICHAEL FRIEDLANDER ALMONACID CERRON / JOEL RICARDO GUZMAN CRISTOBAL
MATERIAL : AGREGADO GRUESO - PIEDRA CHANCADA 3/4"
PROCEDENCIA : CANTERA QUEBRADA EL LEON - EL MILAGRO - HUANCHACO - TRUJILLO
FECHA DE ENSAYO : 28/10/2021

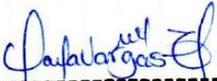
2. RESULTADOS DEL ENSAYO

Descripcion	U.M.	Prueba 1	Prueba 2	Promedio
Peso recipiente	gr	310	311	
Peso recipiente + muestra humeda	gr	3,524	3,566	
Peso recipiente + muestra seca	gr	3,512	3,550	
Peso de muestra humeda	gr	3,214	3,255	
Peso de muestra seca	gr	3,202	3,239	
Peso de agua	gr	12	16	
Contenido de humedad	%	0.4	0.5	0.5

OBSERVACIONES:

La muestra del material fue proporcionada por el Solicitante.

La identificación y procedencia del material es información proporcionada por el Solicitante.



Carla Evelin Vargas Toribio
ING. CIVIL
R. CIP. N° 170889

QUALITY CONTROL EXPRESS S.A.C.

AV. America Sur 4138 Urb. San Andres III Etapa - Trujillo // (044) 705879 - 951441959 // ventas@qce.com.pe

Figura 28. Certificado del ensayo de contenido de humedad del agregado grueso.



INFORME DE ENSAYO N° 1698-2021-QCE/TRJ

Fecha de Emision: 30/10/2021

1. INFORMACION DEL SOLICITANTE

SOLICITANTE : MICHAEL FRIEDLANDER ALMONACID CERRON / JOEL RICARDO GUZMAN CRISTOBAL

PROYECTO : DETERMINACION DE LA CORRELACION DE RESISTENCIA A LA COMPRESION MEDIANTE EL METODO DE MADUREZ E INDICE DE REBOTE EN CONCRETOS CONVENCIONALES, TRUJILLO 2021

ID MUESTRA : CONCRETO CONVENCIONAL A/C = 0.50

2. TIPO DE ENSAYO:

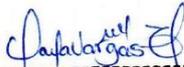
RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO
(Norma de Ensayo ASTM C39/NTP 339.034)

3. RESULTADO DE ENSAYOS:

Identificacion Testigo	f _c (kg/cm ²)	Fecha de Elaboracion	Fecha de Ensayo	Edad (Dias)	Diametro (cm)	Area (cm ²)	Carga Maxima (kg)	Resistencia Compresion (kg/cm ²)	Porcentaje Resistencia	Tipo de Falla
AC(0.50)-1		29/10/2021	30/10/2021	1	10.0	78.54	5518	70		3
AC(0.50)-2		29/10/2021	30/10/2021	1	10.0	78.54	5030	64		3
AC(0.50)-3		29/10/2021	30/10/2021	1	10.0	78.54	5655	72		2
Promedio								69		

NOTAS

1. El muestreo, elaboración de testigos, transporte al laboratorio y curado, han sido ejecutados por el Solicitante.
2. La identificación de probetas, resistencia especificada (f_c), e información del solicitante, son datos proporcionados por el Cliente.
3. Los ensayos se realizaron en una máquina de compresión automática marca ALFA, Modelo B-001/LCD2, N° Serie 050220/21, de 2000 kN de capacidad. Con certificado de calibración N° PT-LF-061-2021, con velocidad de carga conforme a la Norma ASTM C39
4. Se usaron almohadillas de neopreno como elementos de distribución de carga, conforme a la Norma ASTM C1231
5. Los tipos de falla indicados en los resultados corresponden a los descritos en la norma ASTM C39



Carla Evelin Vargas Toribio
ING. CIVIL
R. CIP. N° 170889

QUALITY CONTROL EXPRESS S.A.C.

AV. America Sur 4138 Urb. San Andres III Etapa - Trujillo // (044) 705879 - 951441959 // ventas@qce.com.pe

Figura 29. Certificado de los ensayos de resistencia a la compresión para el concreto de rel. a/c 0.50 a 1 día de curado.



INFORME DE ENSAYO N° 1699-2021-QCE/TRJ

Fecha de Emision: 30/10/2021

1. INFORMACION DEL SOLICITANTE

SOLICITANTE : MICHAEL FRIEDLANDER ALMONACID CERRON / JOEL RICARDO GUZMAN CRISTOBAL

PROYECTO : DETERMINACION DE LA CORRELACION DE RESISTENCIA A LA COMPRESION MEDIANTE EL METODO DE MADUREZ E INDICE DE REBOTE EN CONCRETOS CONVENCIONALES, TRUJILLO 2021

ID MUESTRA : CONCRETO CONVENCIONAL A/C = 0.55

2. TIPO DE ENSAYO:

RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO
(Norma de Ensayo ASTM C39/NTP 339.034)

3. RESULTADO DE ENSAYOS:

Identificacion Testigo	f _c (kg/cm ²)	Fecha de Elaboracion	Fecha de Ensayo	Edad (Dias)	Diametro (cm)	Area (cm ²)	Carga Maxima (kg)	Resistencia Compresion (kg/cm ²)	Porcentaje Resistencia	Tipo de Falla
AC(0.55)-1		29/10/2021	30/10/2021	1	10.0	78.54	3572	45		3
AC(0.55)-2		29/10/2021	30/10/2021	1	10.0	78.54	3324	42		3
AC(0.55)-3		29/10/2021	30/10/2021	1	10.0	78.54	3617	46		3
Promedio								44		

NOTAS

1. El muestreo, elaboración de testigos, transporte al laboratorio y curado, han sido ejecutados por el Solicitante.
2. La identificación de probetas, resistencia especificada (f_c), e información del solicitante, son datos proporcionados por el Cliente.
3. Los ensayos se realizaron en una máquina de compresión automática marca ALFA, Modelo B-001/LCD2, N° Serie 050220/21, de 2000 kN de capacidad. Con certificado de calibración N° PT-LF-061-2021, con velocidad de carga conforme a la Norma ASTM C39
4. Se usaron almohadillas de neopreno como elementos de distribución de carga, conforme a la Norma ASTM C1231
5. Los tipos de falla indicados en los resultados corresponden a los descritos en la norma ASTM C39



Carla Evelin Vargas Toribio
ING. CIVIL
R. CIP. N° 170889

QUALITY CONTROL EXPRESS S.A.C.

AV. America Sur 4138 Urb. San Andres III Etapa - Trujillo // (044) 705879 - 951441959 // ventas@qce.com.pe

Figura 30. Certificado de los ensayos de resistencia a la compresión para el concreto de rel. a/c 0.55 a 1 día de curado.



INFORME DE ENSAYO N° 1707-2021-QCE/TRJ

Fecha de Emisión: 31/10/2021

1. INFORMACION DEL SOLICITANTE

SOLICITANTE : MICHAEL FRIEDLANDER ALMONACID CERRON / JOEL RICARDO GUZMAN CRISTOBAL

PROYECTO : DETERMINACION DE LA CORRELACION DE RESISTENCIA A LA COMPRESION MEDIANTE EL METODO DE MADUREZ E INDICE DE REBOTE EN CONCRETOS CONVENCIONALES, TRUJILLO 2021

ID MUESTRA : CONCRETO CONVENCIONAL A/C = 0.60

2. TIPO DE ENSAYO:

RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO
(Norma de Ensayo ASTM C39/NTP 339.034)

3. RESULTADO DE ENSAYOS:

Identificacion Testigo	f _c (kg/cm ²)	Fecha de Elaboracion	Fecha de Ensayo	Edad (Dias)	Diametro (cm)	Area (cm ²)	Carga Maxima (kg)	Resistencia Compresion (kg/cm ²)	Porcentaje Resistencia	Tipo de Falla
AC(0.60)-1		30/10/2021	31/10/2021	1	10.0	78.54	2504	32		3
AC(0.60)-2		30/10/2021	31/10/2021	1	10.0	78.54	2146	27		3
AC(0.60)-3		30/10/2021	31/10/2021	1	10.0	78.54	2430	31		2
Promedio								30		

NOTAS

1. El muestreo, elaboración de testigos, transporte al laboratorio y curado, han sido ejecutados por el Solicitante.
2. La identificación de probetas, resistencia especificada (f_c), e información del solicitante, son datos proporcionados por el Cliente.
3. Los ensayos se realizaron en una máquina de compresión automática marca ALFA, Modelo B-001/LCD2, N° Serie 050220/21, de 2000 kN de capacidad. Con certificado de calibración N° PT-LF-061-2021, con velocidad de carga conforme a la Norma ASTM C39
4. Se usaron almohadillas de neopreno como elementos de distribución de carga, conforme a la Norma ASTM C1231
5. Los tipos de falla indicados en los resultados corresponden a los descritos en la norma ASTM C39



Carla Evelin Vargas Toribio
ING. CIVIL
R. CIP. N° 170889

QUALITY CONTROL EXPRESS S.A.C.

AV. America Sur 4138 Urb. San Andres III Etapa - Trujillo // (044) 705879 - 951441959 // ventas@qce.com.pe

Figura 31. Certificado de los ensayos de resistencia a la compresión para el concreto de rel. a/c 0.60 a 1 día de curado.



INFORME DE ENSAYO N° 1708-2021-QCE/TRJ

Fecha de Emision: 01/11/2021

1. INFORMACION DEL SOLICITANTE

SOLICITANTE : MICHAEL FRIEDLANDER ALMONACID CERRON / JOEL RICARDO GUZMAN CRISTOBAL

PROYECTO : DETERMINACION DE LA CORRELACION DE RESISTENCIA A LA COMPRESION MEDIANTE EL METODO DE MADUREZ E INDICE DE REBOTE EN CONCRETOS CONVENCIONALES, TRUJILLO 2021

ID MUESTRA : CONCRETO CONVENCIONAL A/C = 0.50

2. TIPO DE ENSAYO:

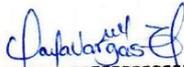
RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO
(Norma de Ensayo ASTM C39/NTP 339.034)

3. RESULTADO DE ENSAYOS:

Identificacion Testigo	f _c (kg/cm ²)	Fecha de Elaboracion	Fecha de Ensayo	Edad (Dias)	Diametro (cm)	Area (cm ²)	Carga Maxima (kg)	Resistencia Compresion (kg/cm ²)	Porcentaje Resistencia	Tipo de Falla
AC(0.50)-4		29/10/2021	01/11/2021	3	10.0	78.54	18152	231		2
AC(0.50)-5		29/10/2021	01/11/2021	3	10.0	78.54	18817	240		1
AC(0.50)-6		29/10/2021	01/11/2021	3	10.0	78.54	19375	247		1
Promedio								239		

NOTAS

1. El muestreo, elaboración de testigos, transporte al laboratorio y curado, han sido ejecutados por el Solicitante.
2. La identificación de probetas, resistencia especificada (f_c), e información del solicitante, son datos proporcionados por el Cliente.
3. Los ensayos se realizaron en una máquina de compresión automática marca ALFA, Modelo B-001/LCD2, N° Serie 050220/21, de 2000 kN de capacidad. Con certificado de calibración N° PT-LF-061-2021, con velocidad de carga conforme a la Norma ASTM C39
4. Se usaron almohadillas de neopreno como elementos de distribución de carga, conforme a la Norma ASTM C1231
5. Los tipos de falla indicados en los resultados corresponden a los descritos en la norma ASTM C39



Carla Evelin Vargas Toribio
ING. CIVIL
R. CIP. N° 170889

QUALITY CONTROL EXPRESS S.A.C.

AV. America Sur 4138 Urb. San Andres III Etapa - Trujillo // (044) 705879 - 951441959 // ventas@qce.com.pe

Figura 32. Certificado de los ensayos de resistencia a la compresión para el concreto de rel. a/c 0.50 a 3 días de curado.



INFORME DE ENSAYO N° 1709-2021-QCE/TRJ

Fecha de Emisión: 01/11/2021

1. INFORMACION DEL SOLICITANTE

SOLICITANTE : MICHAEL FRIEDLANDER ALMONACID CERRON / JOEL RICARDO GUZMAN CRISTOBAL

PROYECTO : DETERMINACION DE LA CORRELACION DE RESISTENCIA A LA COMPRESION MEDIANTE EL METODO DE MADUREZ E INDICE DE REBOTE EN CONCRETOS CONVENCIONALES, TRUJILLO 2021

ID MUESTRA : CONCRETO CONVENCIONAL A/C = 0.55

2. TIPO DE ENSAYO:

RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO
(Norma de Ensayo ASTM C39/NTP 339.034)

3. RESULTADO DE ENSAYOS:

Identificación Testigo	f _c (kg/cm ²)	Fecha de Elaboración	Fecha de Ensayo	Edad (Días)	Diametro (cm)	Area (cm ²)	Carga Maxima (kg)	Resistencia Compresion (kg/cm ²)	Porcentaje Resistencia	Tipo de Falla
AC(0.55)-4		29/10/2021	01/11/2021	3	10.0	78.54	15388	196		1
AC(0.55)-5		29/10/2021	01/11/2021	3	10.0	78.54	14874	189		1
AC(0.55)-6		29/10/2021	01/11/2021	3	10.0	78.54	14403	183		2
Promedio								189		

NOTAS

- El muestreo, elaboración de testigos, transporte al laboratorio y curado, han sido ejecutados por el Solicitante.
- La identificación de probetas, resistencia especificada (f_c), e información del solicitante, son datos proporcionados por el Cliente.
- Los ensayos se realizaron en una máquina de compresión automática marca ALFA, Modelo B-001/LCD2, N° Serie 050220/21, de 2000 kN de capacidad. Con certificado de calibración N° PT-LF-061-2021, con velocidad de carga conforme a la Norma ASTM C39
- Se usaron almohadillas de neopreno como elementos de distribución de carga, conforme a la Norma ASTM C1231
- Los tipos de falla indicados en los resultados corresponden a los descritos en la norma ASTM C39



Carla Evelin Vargas Toribio
ING. CIVIL
R. CIP. N° 170889

QUALITY CONTROL EXPRESS S.A.C.

AV. America Sur 4138 Urb. San Andres III Etapa - Trujillo // (044) 705879 - 951441959 // ventas@qce.com.pe

Figura 33. Certificado de los ensayos de resistencia a la compresión para el concreto de rel. a/c 0.55 a 3 días de curado.



INFORME DE ENSAYO N° 1715-2021-QCE/TRJ

Fecha de Emisión: 02/11/2021

1. INFORMACION DEL SOLICITANTE

SOLICITANTE : MICHAEL FRIEDLANDER ALMONACID CERRON / JOEL RICARDO GUZMAN CRISTOBAL

PROYECTO : DETERMINACION DE LA CORRELACION DE RESISTENCIA A LA COMPRESION MEDIANTE EL METODO DE MADUREZ E INDICE DE REBOTE EN CONCRETOS CONVENCIONALES, TRUJILLO 2021

ID MUESTRA : CONCRETO CONVENCIONAL A/C = 0.60

2. TIPO DE ENSAYO:

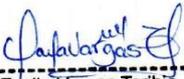
RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO
(Norma de Ensayo ASTM C39/NTP 339.034)

3. RESULTADO DE ENSAYOS:

Identificación Testigo	f _c (kg/cm ²)	Fecha de Elaboración	Fecha de Ensayo	Edad (Días)	Diametro (cm)	Area (cm ²)	Carga Maxima (kg)	Resistencia Compresion (kg/cm ²)	Porcentaje Resistencia	Tipo de Falla
AC(0.60)-4		30/10/2021	02/11/2021	3	10.0	78.54	11872	151		2
AC(0.60)-5		30/10/2021	02/11/2021	3	10.0	78.54	12383	158		1
AC(0.60)-6		30/10/2021	02/11/2021	3	10.0	78.54	12253	156		2
Promedio								155		

NOTAS

1. El muestreo, elaboración de testigos, transporte al laboratorio y curado, han sido ejecutados por el Solicitante.
2. La identificación de probetas, resistencia especificada (f_c), e información del solicitante, son datos proporcionados por el Cliente.
3. Los ensayos se realizaron en una máquina de compresión automática marca ALFA, Modelo B-001/LCD2, N° Serie 050220/21, de 2000 kN de capacidad. Con certificado de calibración N° PT-LF-061-2021, con velocidad de carga conforme a la Norma ASTM C39
4. Se usaron almohadillas de neopreno como elementos de distribución de carga, conforme a la Norma ASTM C1231
5. Los tipos de falla indicados en los resultados corresponden a los descritos en la norma ASTM C39



Carla Evelin Vargas Toribio
ING. CIVIL
R. CIP. N° 170889

QUALITY CONTROL EXPRESS S.A.C.

AV. America Sur 4138 Urb. San Andres III Etapa - Trujillo // (044) 705879 - 951441959 // ventas@qce.com.pe

Figura 34. Certificado de los ensayos de resistencia a la compresión para el concreto de rel. a/c 0.60 a 3 días de curado.



INFORME DE ENSAYO N° 1716-2021-QCE/TRJ

Fecha de Emision: 03/11/2021

1. INFORMACION DEL SOLICITANTE

SOLICITANTE : MICHAEL FRIEDLANDER ALMONACID CERRON / JOEL RICARDO GUZMAN CRISTOBAL

PROYECTO : DETERMINACION DE LA CORRELACION DE RESISTENCIA A LA COMPRESION MEDIANTE EL METODO DE MADUREZ E INDICE DE REBOTE EN CONCRETOS CONVENCIONALES, TRUJILLO 2021

ID MUESTRA : CONCRETO CONVENCIONAL A/C = 0.50

2. TIPO DE ENSAYO:

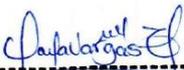
RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO
(Norma de Ensayo ASTM C39/NTP 339.034)

3. RESULTADO DE ENSAYOS:

Identificacion Testigo	f _c (kg/cm ²)	Fecha de Elaboracion	Fecha de Ensayo	Edad (Dias)	Diámetro (cm)	Area (cm ²)	Carga Maxima (kg)	Resistencia Compresion (kg/cm ²)	Porcentaje Resistencia	Tipo de Falla
AC(0.50)-7		29/10/2021	03/11/2021	5	10.0	78.54	23232	296		1
AC(0.50)-8		29/10/2021	03/11/2021	5	10.0	78.54	22568	287		2
AC(0.50)-9		29/10/2021	03/11/2021	5	10.0	78.54	23239	296		1
Promedio								293		

NOTAS

1. El muestreo, elaboración de testigos, transporte al laboratorio y curado, han sido ejecutados por el Solicitante.
2. La identificación de probetas, resistencia especificada (f_c), e información del solicitante, son datos proporcionados por el Cliente.
3. Los ensayos se realizaron en una máquina de compresión automática marca ALFA, Modelo B-001/LCD/2, N° Serie 050220/21, de 2000 kN de capacidad. Con certificado de calibración N° PT-LF-061-2021, con velocidad de carga conforme a la Norma ASTM C39
4. Se usaron almohadillas de neopreno como elementos de distribución de carga, conforme a la Norma ASTM C1231
5. Los tipos de falla indicados en los resultados corresponden a los descritos en la norma ASTM C39


Carla Evelin Vargas Toribio
ING. CIVIL
R. CIP. N° 170889

QUALITY CONTROL EXPRESS S.A.C.

AV. America Sur 4138 Urb. San Andres III Etapa - Trujillo // (044) 705879 - 951441959 // ventas@qce.com.pe

Figura 35. Certificado de los ensayos de resistencia a la compresión para el concreto de rel. a/c 0.50 a 5 días de curado.



INFORME DE ENSAYO N° 1717-2021-QCE/TRJ

Fecha de Emision: 03/11/2021

1. INFORMACION DEL SOLICITANTE

SOLICITANTE : MICHAEL FRIEDLANDER ALMONACID CERRON / JOEL RICARDO GUZMAN CRISTOBAL

PROYECTO : DETERMINACION DE LA CORRELACION DE RESISTENCIA A LA COMPRESION MEDIANTE EL METODO DE MADUREZ E INDICE DE REBOTE EN CONCRETOS CONVENCIONALES, TRUJILLO 2021

ID MUESTRA : CONCRETO CONVENCIONAL A/C = 0.55

2. TIPO DE ENSAYO:

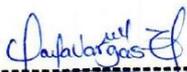
RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO
(Norma de Ensayo ASTM C39/NTP 339.034)

3. RESULTADO DE ENSAYOS:

Identificacion Testigo	f _c (kg/cm ²)	Fecha de Elaboracion	Fecha de Ensayo	Edad (Dias)	Diametro (cm)	Area (cm ²)	Carga Maxima (kg)	Resistencia Compresion (kg/cm ²)	Porcentaje Resistencia	Tipo de Falla
AC(0.55)-7		29/10/2021	03/11/2021	5	10.0	78.54	19977	254		2
AC(0.55)-8		29/10/2021	03/11/2021	5	10.0	78.54	20449	260		1
AC(0.55)-9		29/10/2021	03/11/2021	5	10.0	78.54	20115	256		1
Promedio								257		

NOTAS

1. El muestreo, elaboracion de testigos, transporte al laboratorio y curado, han sido ejecutados por el Solicitante.
2. La identificacion de probetas, resistencia especificada (f_c), e informacion del solicitante, son datos proporcionados por el Cliente.
3. Los ensayos se realizaron en una maquina de compresion automatica marca ALFA, Modelo B-001/LCD/2, N° Serie 050220/21, de 2000 kN de capacidad. Con certificado de calibracion N° PT-LF-061-2021, con velocidad de carga conforme a la Norma ASTM C39
4. Se usaron almohadillas de neopreno como elementos de distribucion de carga, conforme a la Norma ASTM C1231
5. Los tipos de falla indicados en los resultados corresponden a los descritos en la norma ASTM C39



Carla Evelin Vargas Toribio
ING. CIVIL
R. CIP. N° 170889

QUALITY CONTROL EXPRESS S.A.C.

AV. America Sur 4138 Urb. San Andres III Etapa - Trujillo // (044) 705879 - 951441959 // ventas@qce.com.pe

Figura 36. Certificado de los ensayos de resistencia a la compresión para el concreto de rel. a/c 0.55 a 5 días de curado.



INFORME DE ENSAYO N° 1728-2021-QCE/TRJ

Fecha de Emision: 04/11/2021

1. INFORMACION DEL SOLICITANTE

SOLICITANTE : MICHAEL FRIEDLANDER ALMONACID CERRON / JOEL RICARDO GUZMAN CRISTOBAL

PROYECTO : DETERMINACION DE LA CORRELACION DE RESISTENCIA A LA COMPRESION MEDIANTE EL METODO DE MADUREZ E INDICE DE REBOTE EN CONCRETOS CONVENCIONALES, TRUJILLO 2021

ID MUESTRA : CONCRETO CONVENCIONAL A/C = 0.60

2. TIPO DE ENSAYO:

RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO
(Norma de Ensayo ASTM C39/NTP 339.034)

3. RESULTADO DE ENSAYOS:

Identificacion Testigo	f'c (kg/cm ²)	Fecha de Elaboracion	Fecha de Ensayo	Edad (Dias)	Diametro (cm)	Area (cm ²)	Carga Maxima (kg)	Resistencia Compresion (kg/cm ²)	Porcentaje Resistencia	Tipo de Falla
AC(0.60)-7		30/10/2021	04/11/2021	5	10.0	78.54	15872	202		1
AC(0.60)-8		30/10/2021	04/11/2021	5	10.0	78.54	15253	194		2
AC(0.60)-9		30/10/2021	04/11/2021	5	10.0	78.54	15383	196		2
Promedio								197		

NOTAS

1. El muestreo, elaboracion de testigos, transporte al laboratorio y curado, han sido ejecutados por el Solicitante.
2. La identificacion de probetas, resistencia especificada (f'c), e informacion del solicitante, son datos proporcionados por el Cliente.
3. Los ensayos se realizaron en una maquina de compresion automatica marca ALFA, Modelo B-001/LCD/2, N° Serie 050220/21, de 2000 kN de capacidad. Con certificado de calibracion N° PT-LF-061-2021, con velocidad de carga conforme a la Norma ASTM C39
4. Se usaron almohadillas de neopreno como elementos de distribucion de carga, conforme a la Norma ASTM C1231
5. Los tipos de falla indicados en los resultados corresponden a los descritos en la norma ASTM C39



Carla Evelin Vargas Torbio
ING. CIVIL
R. CIP. N° 170889

QUALITY CONTROL EXPRESS S.A.C.

AV. America Sur 4138 Urb. San Andres III Etapa - Trujillo // (044) 705879 - 951441959 // ventas@qce.com.pe

Figura 37. Certificado de los ensayos de resistencia a la compresión para el concreto de rel. a/c 0.60 a 5 días de curado.



INFORME DE ENSAYO N° 1740-2021-QCE/TRJ

Fecha de Emision: 05/11/2021

1. INFORMACION DEL SOLICITANTE

SOLICITANTE : MICHAEL FRIEDLANDER ALMONACID CERRON / JOEL RICARDO GUZMAN CRISTOBAL

PROYECTO : DETERMINACION DE LA CORRELACION DE RESISTENCIA A LA COMPRESION MEDIANTE EL METODO DE MADUREZ E INDICE DE REBOTE EN CONCRETOS CONVENCIONALES, TRUJILLO 2021

ID MUESTRA : CONCRETO CONVENCIONAL A/C = 0.50

2. TIPO DE ENSAYO:

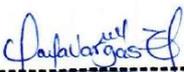
RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO
(Norma de Ensayo ASTM C39/NTP 339.034)

3. RESULTADO DE ENSAYOS:

Identificacion Testigo	f _c (kg/cm ²)	Fecha de Elaboracion	Fecha de Ensayo	Edad (Dias)	Diámetro (cm)	Area (cm ²)	Carga Maxima (kg)	Resistencia Compresion (kg/cm ²)	Porcentaje Resistencia	Tipo de Falla
AC(0.50)-10		29/10/2021	05/11/2021	7	10.0	78.54	26143	333		1
AC(0.50)-11		29/10/2021	05/11/2021	7	10.0	78.54	26506	337		1
AC(0.50)-12		29/10/2021	05/11/2021	7	10.0	78.54	25397	323		2
Promedio								331		

NOTAS

1. El muestreo, elaboración de testigos, transporte al laboratorio y curado, han sido ejecutados por el Solicitante.
2. La identificación de probetas, resistencia especificada (f_c), e información del solicitante, son datos proporcionados por el Cliente.
3. Los ensayos se realizaron en una máquina de compresión automática marca ALFA, Modelo B-001/LCD/2, N° Serie 050220/21, de 2000 kN de capacidad. Con certificado de calibración N° PT-LF-061-2021, con velocidad de carga conforme a la Norma ASTM C39
4. Se usaron almohadillas de neopreno como elementos de distribución de carga, conforme a la Norma ASTM C1231
5. Los tipos de falla indicados en los resultados corresponden a los descritos en la norma ASTM C39



Carla Evelin Vargas Toribio
ING. CIVIL
R. CIP. N° 170889

QUALITY CONTROL EXPRESS S.A.C.

AV. America Sur 4138 Urb. San Andres III Etapa - Trujillo // (044) 705879 - 951441959 // ventas@qce.com.pe

Figura 38. Certificado de los ensayos de resistencia a la compresión para el concreto de rel. a/c 0.50 a 7 días de curado.



INFORME DE ENSAYO N° 1741-2021-QCE/TRJ

Fecha de Emision: 05/11/2021

1. INFORMACION DEL SOLICITANTE

SOLICITANTE : MICHAEL FRIEDLANDER ALMONACID CERRON / JOEL RICARDO GUZMAN CRISTOBAL

PROYECTO : DETERMINACION DE LA CORRELACION DE RESISTENCIA A LA COMPRESION MEDIANTE EL METODO DE MADUREZ E INDICE DE REBOTE EN CONCRETOS CONVENCIONALES, TRUJILLO 2021

ID MUESTRA : CONCRETO CONVENCIONAL A/C = 0.55

2. TIPO DE ENSAYO:

RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO
(Norma de Ensayo ASTM C39/NTP 339.034)

3. RESULTADO DE ENSAYOS:

Identificacion Testigo	f'c (kg/cm ²)	Fecha de Elaboracion	Fecha de Ensayo	Edad (Días)	Diametro (cm)	Area (cm ²)	Carga Maxima (kg)	Resistencia Compresion (kg/cm ²)	Porcentaje Resistencia	Tipo de Falla
AC(0.55)-10		29/10/2021	05/11/2021	7	10.0	78.54	21542	274		2
AC(0.55)-11		29/10/2021	05/11/2021	7	10.0	78.54	22717	289		1
AC(0.55)-12		29/10/2021	05/11/2021	7	10.0	78.54	22212	283		1
Promedio								282		

NOTAS

1. El muestreo, elaboración de testigos, transporte al laboratorio y curado, han sido ejecutados por el Solicitante.
2. La identificación de probetas, resistencia especificada (f'c), e información del solicitante, son datos proporcionados por el Cliente.
3. Los ensayos se realizaron en una máquina de compresión automática marca ALFA, Modelo B-001/LCD/2, N° Serie 050220/21, de 2000 kN de capacidad. Con certificado de calibración N° PT-LF-061-2021, con velocidad de carga conforme a la Norma ASTM C39
4. Se usaron almohadillas de neopreno como elementos de distribución de carga, conforme a la Norma ASTM C1231
5. Los tipos de falla indicados en los resultados corresponden a los descritos en la norma ASTM C39



Carla Evelin Vargas Torbio
ING. CIVIL
R. CIP. N° 170889

QUALITY CONTROL EXPRESS S.A.C.

AV. America Sur 4138 Urb. San Andres III Etapa - Trujillo // (044) 705879 - 951441959 // ventas@qce.com.pe

Figura 39. Certificado de los ensayos de resistencia a la compresión para el concreto de rel. a/c 0.55 a 7 días de curado.



INFORME DE ENSAYO N° 1759-2021-QCE/TRJ

Fecha de Emision: 06/11/2021

1. INFORMACION DEL SOLICITANTE

SOLICITANTE : MICHAEL FRIEDLANDER ALMONACID CERRON / JOEL RICARDO GUZMAN CRISTOBAL

PROYECTO : DETERMINACION DE LA CORRELACION DE RESISTENCIA A LA COMPRESION MEDIANTE EL METODO DE MADUREZ E INDICE DE REBOTE EN CONCRETOS CONVENCIONALES, TRUJILLO 2021

ID MUESTRA : CONCRETO CONVENCIONAL A/C = 0.60

2. TIPO DE ENSAYO:

RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO
(Norma de Ensayo ASTM C39/NTP 339.034)

3. RESULTADO DE ENSAYOS:

Identificacion Testigo	f'c (kg/cm2)	Fecha de Elaboracion	Fecha de Ensayo	Edad (Dias)	Diámetro (cm)	Area (cm2)	Carga Maxima (kg)	Resistencia Compresion (kg/cm2)	Porcentaje Resistencia	Tipo de Falla
AC(0.60)-10		30/10/2021	06/11/2021	7	10.0	78.54	18245	232		1
AC(0.60)-11		30/10/2021	06/11/2021	7	10.0	78.54	18234	232		2
AC(0.60)-12		30/10/2021	06/11/2021	7	10.0	78.54	19078	243		2
Promedio								236		

NOTAS

1. El muestreo, elaboración de testigos, transporte al laboratorio y curado, han sido ejecutados por el Solicitante.
2. La identificación de probetas, resistencia especificada (f'c), e información del solicitante, son datos proporcionados por el Cliente.
3. Los ensayos se realizaron en una máquina de compresión automática marca ALFA, Modelo B-001/LCD/2, N° Serie 050220/21, de 2000 kN de capacidad. Con certificado de calibración N° PT-LF-061-2021, con velocidad de carga conforme a la Norma ASTM C39
4. Se usaron almohadillas de neopreno como elementos de distribución de carga, conforme a la Norma ASTM C1231
5. Los tipos de falla indicados en los resultados corresponden a los descritos en la norma ASTM C39



Carla Evelin Vargas Toribio
ING. CIVIL
R. CIP. N° 170889

QUALITY CONTROL EXPRESS S.A.C.

AV. America Sur 4138 Urb. San Andres III Etapa - Trujillo // (044) 705879 - 951441959 // ventas@qce.com.pe

Figura 40. Certificado de los ensayos de resistencia a la compresión para el concreto de rel. a/c 0.60 a 7 días de curado.



INFORME DE ENSAYO N° 1762-2021-QCE/TRJ

Fecha de Emision: 07/11/2021

1. INFORMACION DEL SOLICITANTE

SOLICITANTE : MICHAEL FRIEDLANDER ALMONACID CERRON / JOEL RICARDO GUZMAN CRISTOBAL

PROYECTO : DETERMINACION DE LA CORRELACION DE RESISTENCIA A LA COMPRESION MEDIANTE EL METODO DE MADUREZ E INDICE DE REBOTE EN CONCRETOS CONVENCIONALES, TRUJILLO 2021

ID MUESTRA : CONCRETO CONVENCIONAL A/C = 0.50

2. TIPO DE ENSAYO:

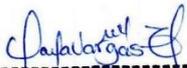
RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO
(Norma de Ensayo ASTM C39/NTP 339.034)

3. RESULTADO DE ENSAYOS:

Identificacion Testigo	f'c (kg/cm ²)	Fecha de Elaboracion	Fecha de Ensayo	Edad (Dias)	Diametro (cm)	Area (cm ²)	Carga Maxima (kg)	Resistencia Compresion (kg/cm ²)	Porcentaje Resistencia	Tipo de Falla
AC(0.50)-13		29/10/2021	07/11/2021	9	10.0	78.54	27410	349		1
AC(0.50)-14		29/10/2021	07/11/2021	9	10.0	78.54	27882	355		1
AC(0.50)-15		29/10/2021	07/11/2021	9	10.0	78.54	27253	347		2
Promedio								350		

NOTAS

1. El muestreo, elaboración de testigos, transporte al laboratorio y curado, han sido ejecutados por el Solicitante.
2. La identificación de probetas, resistencia especificada (f'c), e información del solicitante, son datos proporcionados por el Cliente.
3. Los ensayos se realizaron en una máquina de compresión automática marca ALFA, Modelo B-001/LCD/2, N° Serie 050220/21, de 2000 kN de capacidad. Con certificado de calibración N° PT-LF-061-2021, con velocidad de carga conforme a la Norma ASTM C39
4. Se usaron almohadillas de neopreno como elementos de distribución de carga, conforme a la Norma ASTM C1231
5. Los tipos de falla indicados en los resultados corresponden a los descritos en la norma ASTM C39



Carla Evelin Vargas Torbio
ING. CIVIL
R. CIP. N° 170889

QUALITY CONTROL EXPRESS S.A.C.

AV. America Sur 4138 Urb. San Andres III Etapa - Trujillo // (044) 705879 - 951441959 // ventas@qce.com.pe

Figura 41. Certificado de los ensayos de resistencia a la compresión para el concreto de rel. a/c 0.50 a 9 días de curado.



INFORME DE ENSAYO N° 1763-2021-QCE/TRJ

Fecha de Emision: 07/11/2021

1. INFORMACION DEL SOLICITANTE

SOLICITANTE : MICHAEL FRIEDLANDER ALMONACID CERRON / JOEL RICARDO GUZMAN CRISTOBAL

PROYECTO : DETERMINACION DE LA CORRELACION DE RESISTENCIA A LA COMPRESION MEDIANTE EL METODO DE MADUREZ E INDICE DE REBOTE EN CONCRETOS CONVENCIONALES, TRUJILLO 2021

ID MUESTRA : CONCRETO CONVENCIONAL A/C = 0.55

2. TIPO DE ENSAYO:

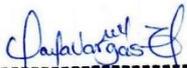
RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO
(Norma de Ensayo ASTM C39/NTP 339.034)

3. RESULTADO DE ENSAYOS:

Identificacion Testigo	f'c (kg/cm ²)	Fecha de Elaboracion	Fecha de Ensayo	Edad (Dias)	Diametro (cm)	Area (cm ²)	Carga Maxima (kg)	Resistencia Compresion (kg/cm ²)	Porcentaje Resistencia	Tipo de Falla
AC(0.55)-13		29/10/2021	07/11/2021	9	10.0	78.54	23562	300		1
AC(0.55)-14		29/10/2021	07/11/2021	9	10.0	78.54	22698	289		2
AC(0.55)-15		29/10/2021	07/11/2021	9	10.0	78.54	23248	296		2
Promedio								295		

NOTAS

1. El muestreo, elaboración de testigos, transporte al laboratorio y curado, han sido ejecutados por el Solicitante.
2. La identificación de probetas, resistencia especificada (f'c), e información del solicitante, son datos proporcionados por el Cliente.
3. Los ensayos se realizaron en una máquina de compresión automática marca ALFA, Modelo B-001/LCD/2, N° Serie 050220/21, de 2000 kN de capacidad. Con certificado de calibración N° PT-LF-061-2021, con velocidad de carga conforme a la Norma ASTM C39
4. Se usaron almohadillas de neopreno como elementos de distribución de carga, conforme a la Norma ASTM C1231
5. Los tipos de falla indicados en los resultados corresponden a los descritos en la norma ASTM C39



Carla Evelin Vargas Torbio
ING. CIVIL
R. CIP. N° 170889

QUALITY CONTROL EXPRESS S.A.C.

AV. America Sur 4138 Urb. San Andres III Etapa - Trujillo // (044) 705879 - 951441959 // ventas@qce.com.pe

Figura 42. Certificado de los ensayos de resistencia a la compresión para el concreto de rel. a/c 0.55 a 9 días de curado.



INFORME DE ENSAYO N° 1767-2021-QCE/TRJ

Fecha de Emision: 08/11/2021

1. INFORMACION DEL SOLICITANTE

SOLICITANTE : MICHAEL FRIEDLANDER ALMONACID CERRON / JOEL RICARDO GUZMAN CRISTOBAL

PROYECTO : DETERMINACION DE LA CORRELACION DE RESISTENCIA A LA COMPRESION MEDIANTE EL METODO DE MADUREZ E INDICE DE REBOTE EN CONCRETOS CONVENCIONALES, TRUJILLO 2021

ID MUESTRA : CONCRETO CONVENCIONAL A/C = 0.60

2. TIPO DE ENSAYO:

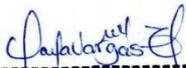
RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO
(Norma de Ensayo ASTM C39/NTP 339.034)

3. RESULTADO DE ENSAYOS:

Identificacion Testigo	f'c (kg/cm ²)	Fecha de Elaboracion	Fecha de Ensayo	Edad (Dias)	Diametro (cm)	Area (cm ²)	Carga Maxima (kg)	Resistencia Compresion (kg/cm ²)	Porcentaje Resistencia	Tipo de Falla
AC(0.60)-13		30/10/2021	08/11/2021	9	10.0	78.54	19635	250		1
AC(0.60)-14		30/10/2021	08/11/2021	9	10.0	78.54	19242	245		2
AC(0.60)-15		30/10/2021	08/11/2021	9	10.0	78.54	19399	247		1
Promedio								247		

NOTAS

1. El muestreo, elaboración de testigos, transporte al laboratorio y curado, han sido ejecutados por el Solicitante.
2. La identificación de probetas, resistencia especificada (f'c), e información del solicitante, son datos proporcionados por el Cliente.
3. Los ensayos se realizaron en una máquina de compresión automática marca ALFA, Modelo B-001/LCD/2, N° Serie 050220/21, de 2000 kN de capacidad. Con certificado de calibración N° PT-LF-061-2021, con velocidad de carga conforme a la Norma ASTM C39
4. Se usaron almohadillas de neopreno como elementos de distribución de carga, conforme a la Norma ASTM C1231
5. Los tipos de falla indicados en los resultados corresponden a los descritos en la norma ASTM C39



Carla Evelin Vargas Torbio
ING. CIVIL
R. CIP. N° 170889

QUALITY CONTROL EXPRESS S.A.C.

AV. America Sur 4138 Urb. San Andres III Etapa - Trujillo // (044) 705879 - 951441959 // ventas@qce.com.pe

Figura 43. Certificado de los ensayos de resistencia a la compresión para el concreto de rel. a/c 0.60 a 9 días de curado.



INFORME DE ENSAYO N° 1883-2021-QCE/TRJ

Fecha de Emision: 26/11/2021

1. INFORMACION DEL SOLICITANTE

SOLICITANTE : MICHAEL FRIEDLANDER ALMONACID CERRON / JOEL RICARDO GUZMAN CRISTOBAL

PROYECTO : DETERMINACION DE LA CORRELACION DE RESISTENCIA A LA COMPRESION MEDIANTE EL METODO DE MADUREZ E INDICE DE REBOTE EN CONCRETOS CONVENCIONALES, TRUJILLO 2021

ID MUESTRA : CONCRETO CONVENCIONAL A/C = 0.50

2. TIPO DE ENSAYO:

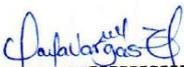
RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO
(Norma de Ensayo ASTM C39/NTP 339.034)

3. RESULTADO DE ENSAYOS:

Identificacion Testigo	f _c (kg/cm ²)	Fecha de Elaboracion	Fecha de Ensayo	Edad (Dias)	Diametro (cm)	Area (cm ²)	Carga Maxima (kg)	Resistencia Compresion (kg/cm ²)	Porcentaje Resistencia	Tipo de Falla
AC(0.50)-13		29/10/2021	26/11/2021	28	10.0	78.54	38864	495		1
AC(0.50)-14		29/10/2021	26/11/2021	28	10.0	78.54	37249	474		2
AC(0.50)-15		29/10/2021	26/11/2021	28	10.0	78.54	37596	479		1
Promedio								483		

NOTAS

1. El muestreo, elaboración de testigos, transporte al laboratorio y curado, han sido ejecutados por el Solicitante.
2. La identificación de probetas, resistencia especificada (f_c), e información del solicitante, son datos proporcionados por el Cliente.
3. Los ensayos se realizaron en una máquina de compresión automática marca ALFA, Modelo B-001/LCD/2, N° Serie 050220/21, de 2000 kN de capacidad. Con certificado de calibración N° PT-LF-061-2021, con velocidad de carga conforme a la Norma ASTM C39
4. Se usaron almohadillas de neopreno como elementos de distribución de carga, conforme a la Norma ASTM C1231
5. Los tipos de falla indicados en los resultados corresponden a los descritos en la norma ASTM C39



Carla Evelin Vargas Toribio
ING. CIVIL
R. CIP. N° 170889

QUALITY CONTROL EXPRESS S.A.C.

AV. America Sur 4138 Urb. San Andres III Etapa - Trujillo // (044) 705879 - 951441959 // ventas@qce.com.pe

Figura 44. Certificado de los ensayos de resistencia a la compresión para el concreto de rel. a/c 0.50 a 28 días de curado.



INFORME DE ENSAYO N° 1884-2021-QCE/TRJ

Fecha de Emision: 26/11/2021

1. INFORMACION DEL SOLICITANTE

SOLICITANTE : MICHAEL FRIEDLANDER ALMONACID CERRON / JOEL RICARDO GUZMAN CRISTOBAL

PROYECTO : DETERMINACION DE LA CORRELACION DE RESISTENCIA A LA COMPRESION MEDIANTE EL METODO DE MADUREZ E INDICE DE REBOTE EN CONCRETOS CONVENCIONALES, TRUJILLO 2021

ID MUESTRA : CONCRETO CONVENCIONAL A/C = 0.55

2. TIPO DE ENSAYO:

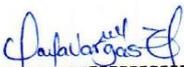
RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO
(Norma de Ensayo ASTM C39/NTP 339.034)

3. RESULTADO DE ENSAYOS:

Identificacion Testigo	f _c (kg/cm ²)	Fecha de Elaboracion	Fecha de Ensayo	Edad (Dias)	Diametro (cm)	Area (cm ²)	Carga Maxima (kg)	Resistencia Compresion (kg/cm ²)	Porcentaje Resistencia	Tipo de Falla
AC(0.55)-13		29/10/2021	26/11/2021	28	10.0	78.54	32507	414		1
AC(0.55)-14		29/10/2021	26/11/2021	28	10.0	78.54	33062	421		1
AC(0.55)-15		29/10/2021	26/11/2021	28	10.0	78.54	32717	417		1
Promedio								417		

NOTAS

1. El muestreo, elaboración de testigos, transporte al laboratorio y curado, han sido ejecutados por el Solicitante.
2. La identificación de probetas, resistencia especificada (f_c), e información del solicitante, son datos proporcionados por el Cliente.
3. Los ensayos se realizaron en una máquina de compresión automática marca ALFA, Modelo B-001/LCD/2, N° Serie 050220/21, de 2000 kN de capacidad. Con certificado de calibración N° PT-LF-061-2021, con velocidad de carga conforme a la Norma ASTM C39
4. Se usaron almohadillas de neopreno como elementos de distribución de carga, conforme a la Norma ASTM C1231
5. Los tipos de falla indicados en los resultados corresponden a los descritos en la norma ASTM C39



Carla Evelin Vargas Toribio
ING. CIVIL
R. CIP. N° 170889

QUALITY CONTROL EXPRESS S.A.C.

AV. America Sur 4138 Urb. San Andres III Etapa - Trujillo // (044) 705879 - 951441959 // ventas@qce.com.pe

Figura 425. Certificado de los ensayos de resistencia a la compresión para el concreto de rel. a/c 0.55 a 28 días de curado.



INFORME DE ENSAYO N° 1885-2021-QCE/TRJ

Fecha de Emisión: 27/11/2021

1. INFORMACION DEL SOLICITANTE

SOLICITANTE : MICHAEL FRIEDLANDER ALMONACID CERRON / JOEL RICARDO GUZMAN CRISTOBAL

PROYECTO : DETERMINACION DE LA CORRELACION DE RESISTENCIA A LA COMPRESION MEDIANTE EL METODO DE MADUREZ E INDICE DE REBOTE EN CONCRETOS CONVENCIONALES, TRUJILLO 2021

ID MUESTRA : CONCRETO CONVENCIONAL A/C = 0.60

2. TIPO DE ENSAYO:

RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO
(Norma de Ensayo ASTM C39/NTP 339.034)

3. RESULTADO DE ENSAYOS:

Identificación Testigo	f'c (kg/cm ²)	Fecha de Elaboración	Fecha de Ensayo	Edad (Días)	Díametro (cm)	Área (cm ²)	Carga Máxima (kg)	Resistencia Compresión (kg/cm ²)	Porcentaje Resistencia	Tipo de Falla
AC(0.60)-13		30/10/2021	27/11/2021	28	10.0	78.54	25454	324		1
AC(0.60)-14		30/10/2021	27/11/2021	28	10.0	78.54	24138	307		2
AC(0.60)-15		30/10/2021	27/11/2021	28	10.0	78.54	24542	312		2
Promedio								314		

NOTAS

1. El muestreo, elaboración de testigos, transporte al laboratorio y curado, han sido ejecutados por el Solicitante.
2. La identificación de probetas, resistencia especificada (f'c), e información del solicitante, son datos proporcionados por el Cliente.
3. Los ensayos se realizaron en una máquina de compresión automática marca ALFA, Modelo B-001/LCD/2, N° Serie 050220/21, de 2000 kN de capacidad. Con certificado de calibración N° PT-LF-061-2021, con velocidad de carga conforme a la Norma ASTM C39.
4. Se usaron almohadillas de neopreno como elementos de distribución de carga, conforme a la Norma ASTM C1231.
5. Los tipos de falla indicados en los resultados corresponden a los descritos en la norma ASTM C39.



Carla Evelin Vargas Toribio
ING. CIVIL
R. CIP. N° 170889

QUALITY CONTROL EXPRESS S.A.C.

AV. America Sur 4138 Urb. San Andres III Etapa - Trujillo // (044) 705879 - 951441959 // ventas@qce.com.pe

Figura 46. Certificado de los ensayos de resistencia a la compresión para el concreto de rel. a/c 0.60 a 28 días de curado.



Figura 47. Los autores realizando el ensayo de granulometría en el laboratorio certificado.



Figura 48. Los autores realizando el ensayo de peso unitario en el laboratorio certificado.



Figura 49. Los autores elaborando el concreto en el laboratorio certificado.



Figura 50. Los autores realizando el ensayo de asentamiento en el laboratorio certificado.



Figura 43. Los autores realizando el ensayo de temperatura en el laboratorio certificado.



Figura 52. Los autores colocando las probetas en la poza de curado del laboratorio certificado.