

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



TESIS

**EVALUACION DE LAS RESISTENCIAS DE ESPECIMENES
DE NUCLEOS DIAMANTINOS DE CONCRETO DE 4", 3" Y
2", CON RESPECTO A TESTIGOS CILINDRICOS DE
CONCRETO DE 6"**

PRESENTADO POR:

- BACH. ALEX EMILIO HOLGUIN RAMOS
- BACH. ALEXANDER SOTO SANTOS

**PARA OPTAR AL TITULO PROFESIONAL
DE INGENIERIO CIVIL**

ASESOR:

**M.Sc. ING. JOSE RONALD AGUILAR
HUERTA**

CUSCO – PERÚ

2024

INFORME DE ORIGINALIDAD

(Aprobado por Resolución Nro.CU-303-2020-UNSAAC)

El que suscribe, **Asesor** del trabajo de investigación/tesis titulada:

"EVALUACION DE LAS RESISTENCIAS DE ESPECIMENES DE NUCLEOS DIAMANTINOS DE CONCRETO DE 4", 3" Y 2", CON RESPECTO A TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO DE 6".

presentado por: HOLGUIN RAMOS, ALEX EMILIO con DNI Nro.: 24005089

presentado por: SOTO SANTOS, ALEXANDER con DNI Nro.: 25001027

para optar el título profesional de: **INGENIERO CIVIL**

informo que el trabajo de investigación ha sido sometido a revisión por 02 veces, mediante el Software Antiplagio, conforme al Art. 6° del **Reglamento para Uso de Sistema Antiplagio de la UNSAAC** y de la evaluación de originalidad se tiene un porcentaje de 03 %.

Evaluación y acciones del reporte de coincidencia para trabajos de investigación conducentes a grado académico o título profesional, tesis

Porcentaje	Evaluación y Acciones	Marque con una (X)
Del 1 al 10%	No se considera plagio.	X
Del 11 al 30 %	Devolver al usuario para las correcciones.	
Mayor a 31%	El responsable de la revisión del documento emite un informe al inmediato jerárquico, quien a su vez eleva el informe a la autoridad académica para que tome las acciones correspondientes. Sin perjuicio de las sanciones administrativas que correspondan de acuerdo a Ley.	

Por tanto, en mi condición de asesor, firmo el presente informe en señal de conformidad y **adjunto** la primera página del reporte del Sistema Antiplagio.

Cusco, 27 de setiembre de 2024


Firma

Post firma: MSc. Ing. José Ronald Aguilar Huerta

Nro. de DNI 42419267

ORCID del Asesor: 0000-0002-5215-5253

Se adjunta:

1. Reporte generado por el Sistema Antiplagio.
2. Enlace del Reporte Generado por el Sistema Antiplagio: **oid:27259:385580134**

NOMBRE DEL TRABAJO

**EVALUACION DE LAS RESISTENCIAS DE
ESPECIMENES DE NUCLEOS DIAMANTI
NOS DE CONCRETO DE 4", 3" Y 2", CON**

AUTOR

ALEX EMILIO HOLGUIN RAMOS

RECUENTO DE PALABRAS

25241 Words

RECUENTO DE CARACTERES

138101 Characters

RECUENTO DE PÁGINAS

127 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

7.5MB

FECHA DE ENTREGA

Sep 26, 2024 12:16 PM GMT-5

FECHA DEL INFORME

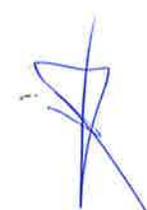
Sep 26, 2024 12:19 PM GMT-5**● 3% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 3% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 1% Base de datos de trabajos entregados
- 0% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Material citado
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 16 palabras)





DEDICATORIA

Esta obra es una sincera ofrenda de gratitud y amor. En primer lugar, a Dios, fuente de inspiración y guía en cada paso de este camino. Su luz ha sido el faro en las noches más oscuras de este viaje. A mi amada madre, cuyo amor incondicional y eterno es el refugio en el que siempre encuentro paz. A mis hijos Caleb y Noah, cuya presencia y comprensión son el aliento que impulsa mi corazón a seguir adelante; y a mi padre, que desde mis primeros años me introdujo al fascinante mundo de la construcción, sembrando en mí la semilla de la pasión y el esfuerzo.

Alex Emilio Holguín Ramos

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a mi madre, cuyo apoyo moral y económico ha sido fundamental en mi vida. A mi padre, que me enseñó valores fundamentales y cuyo amoroso recuerdo me guía cada día.

A mi esposa, mi compañera inquebrantable en cada etapa de la vida, cuyo apoyo incondicional ha sido mi sostén en los buenos y malos momentos. A mis hijos, fuente de inspiración y alegría, quienes son el motor de este trabajo y mi razón para superar desafíos. Y finalmente, a mis hermanos, por su apoyo constante y solidaridad fraterna, que han sido pilares esenciales en mi trayectoria. Su amor fraternal ha sido mi fuerza y consuelo. A cada uno de ustedes, mi eterna gratitud.

Alexander Soto Santos



AGRADECIMIENTO

A la facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco (UNSAAC), donde fuimos formados profesionalmente y a los docentes que compartieron e instruyeron con sus conocimientos.

A nuestros asesores de tesis Dr. ING. JOSE FELIPE MARIN LOAYZA, ING. DANNY TEOFILO NIETO PALOMINO, ING. JOSE FELIPE AZPILCUETA CARBONELL, por su guía y orientación durante el proceso y desarrollo de la tesis.

También a la empresa GEO TEST PERU, Gracias por brindarnos todas las oportunidades de utilizar su Laboratorio de Mecánica de Suelos y Concreto (LAB) para demostrar el desempeño de las pruebas en este estudio. Gracias por su contribución a la investigación estudiantil y nos hace sentir orgullosos de tener este tipo de empresa en nuestro país.



RESUMEN

Esta investigación constituye un riguroso trabajo de la correlación existente entre las resistencias a la compresión de un concreto específico, cuyos datos se obtuvieron mediante probetas cilíndricas de 6"x12" y especímenes de corazones diamantinos de 4"x8", 3"x6" y 2"x4" extraídos de losas de concreto. El objetivo principal de esta investigación es determinar un factor de correlación que permita evaluar las resistencias a la compresión de estos testigos, lo que, a su vez, proporcionará una valiosa herramienta para analizar y comprobar la calidad del concreto comúnmente utilizado en proyectos de construcción en la ciudad de Cusco.

Para realizar este estudio, se realizó un diseño de mezcla de concreto, utilizando como agregado el material de Vichoq y el cemento Yura tipo IP, dos componentes ampliamente empleados en la ciudad de Cusco. A continuación, se elaboraron probetas de concreto de 6"x12" y losas macizas de concreto de las cuales se extrajeron los corazones diamantinos 28 días después del vaciado; y se procedió a calcular la resistencia a la compresión del concreto.

El capítulo de Análisis de Resultados revela descubrimientos de gran relevancia: se ha demostrado una sorprendente similitud en las mediciones de resistencia entre las probetas cilíndricas de 6"x12" y los corazones diamantinos de 4"x8", sugiriendo fuertemente su utilización como indicadores confiables de la resistencia del concreto en entornos de construcción reales. No obstante, se detectó una variabilidad significativa al comparar las probetas cilíndricas de 6"x12" con los corazones diamantinos de 3"x6" y 2"x4", señalando la importancia de considerar cuidadosamente el tamaño del espécimen en futuras evaluaciones.

Y por último de los resultados, el coeficiente de correlación lineal (K1) entre probetas de 6"x12" con respecto a corazones diamantinos de 2"x4" con un valor de 0.9394, lo que indica una fuerte relación positiva entre las dos variables, entre probetas de 6"x12" con respecto a corazones diamantinos de 3"x6" Aunque el coeficiente de correlación lineal (K2) es menor en este caso (0.6384), aún indica una relación positiva entre las variables y entre probetas de 6"x12" con respecto a corazones diamantinos de 2"x8" El coeficiente de correlación lineal (K3) en este caso es notable, con un valor de 0.8931, indicando una relación positiva y significativa entre ambas variables.

Palabras clave: Corazones diamantinos de concreto; comparación; factores de correlación; coeficiente de correlación (k1, k2, k3); resistencia a la compresión; concreto; probetas cilíndricas.



ABSTRACT

This research constitutes a rigorous work on the correlation between the compressive strengths of a specific concrete, whose data were obtained using 6"x12" cylindrical specimens and 4"x8", 3"x6" and 2"x4" diamond core specimens. extracted from concrete slabs. The main objective of this research is to determine a correlation factor that allows evaluating the compressive strengths of these cores, which, in turn, will provide a valuable tool to analyze and verify the quality of concrete commonly used in construction projects in the city of Cusco.

To carry out this study, a concrete mix design was carried out, using Vichoq material and Yura type IP cement as aggregate, two components widely used in the city of Cusco. Next, 6"x12" concrete specimens and solid concrete slabs were made from which the diamond cores were extracted 28 days after pouring; and the compressive strength of the concrete was calculated.

The Results Analysis chapter reveals discoveries of great relevance: a surprising similarity has been demonstrated in the resistance measurements between the 6"x12" cylindrical specimens and the 4"x8" diamond cores, strongly suggesting their use as reliable indicators of the strength of concrete in real construction environments. However, significant variability was detected when comparing the 6"x12" cylindrical specimens with the 3"x6" and 2"x4" diamond cores, pointing out the importance of carefully considering specimen size in future evaluations.

And finally of the results, the linear correlation coefficient (K1) between 6"x12" specimens with respect to 2"x4" diamond cores with a value of 0.9394, which indicates a strong positive relationship between the two variables, between 6"x12" specimens with respect to 3"x6" diamond cores. Although the linear correlation coefficient (K2) is lower in this case (0.6384), it still indicates a positive relationship between the variables and between 6"x12 specimens. " with respect to 2"x8" diamond hearts The linear correlation coefficient (K3) in this case is notable, with a value of 0.8931, indicating a positive and significant relationship between both variables.

Keywords: Diamond concrete cores; comparison; correlation factors; correlation coefficient (k1, k2, k3); compressive strength; concrete; cylindrical test tubes.



ÍNDICE

DEDICATORIA.....	I
AGRADECIMIENTO.....	II
RESUMEN.....	III
ABSTRACT.....	IV
ÍNDICE.....	V
ÍNDICE DE TABLAS.....	VIII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	X
INTRODUCCIÓN.....	XII
CAPÍTULO I PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	14
1.1. Situación del problema.....	14
1.2. Alcance de la Investigación.....	15
1.3. Delimitaciones y limitaciones de la investigación.....	15
1.3.1. Delimitaciones.....	15
1.3.2. Limitaciones.....	16
1.4. Formulación del Problema.....	16
1.4.1. Problema General.....	16
1.4.2. Problemas Específicos.....	16
1.5. Objetivos de la Investigación.....	17
1.5.1. Objetivo General.....	17
1.5.2. Objetivos Específicos.....	17
1.6. Justificación e importancia de la Investigación.....	17
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL.....	18
2.1 Antecedentes de la investigación.....	18
2.1.1 Estudios previos de corazones diamantinos.....	18
2.2 Marco Conceptual (Palabras Claves).....	20
2.2.1 Concreto.....	20
2.2.2 Propiedades del concreto.....	23
2.2.3. Diseño de mezclas.....	31
2.2.4. Muestra de concreto.....	41
2.2.5. Pruebas destructivas.....	42
2.2.6. Ensayos en probetas cilíndricas de 6".....	43
2.2.7 Ensayos en corazones diamantinos de 4", 3" y 2".....	44



2.2.8 Correlación	47
2.2.9 Análisis comparativo	54
2.2.10 Parámetros Estadísticos	58
CAPÍTULO III HIPÓTESIS, VARIABLES E INDICADORES	71
3.1. Hipótesis General	71
3.2 Hipótesis Específicas	71
3.3 Identificación de Variables	71
3.3.1 Variables Independientes.....	71
3.3.2 Variables dependientes	72
3.4 Indicadores	72
3.4.1 Indicador 1	72
3.4.2 Indicador 2	72
3.4.3 Indicador 3	72
3.4.4 Indicador 4	72
3.4.5 Indicador 5	72
3.4.6 Indicador 6	72
3.5 Operacionalización de Variables	73
CAPÍTULO IV METODOLOGÍA.....	75
4.1 Tipo y Diseño de Investigación	75
4.1.1 Tipo de Investigación	75
4.1.2 Enfoque de Investigación	75
4.1.3 Diseño de Investigación.....	75
4.2 Unidad de Análisis	75
4.3 Población de estudio	75
4.4 Toma de muestras	75
4.5 Tamaño de muestra.....	76
4.5.1 Cálculo del Tamaño de la Muestra desconociendo el tamaño de la población.	76
4.5.2 Cálculo del tamaño de la Muestra en poblaciones infinitas en esta investigación.	78
4.6 Técnicas de recolección de datos e información	81
4.7 Materiales y Procedimiento	82
4.7.1 Materiales:	82
4.7.2 Procedimiento:	84



CAPITULO V RESULTADOS	86
5.1. Análisis e interpretación de la información.....	86
5.2. Matriz de Consistencia.....	107
ANEXOS	109
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	110
RECOMENDACIONES	118
BIBLIOGRAFÍA	119



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Factor de corrección según la relación L/D.....	30
Tabla 2	<i>Revenimientos Recomendables Según Tipos De Elementos Estructurales</i>	33
Tabla 3	Agua De Mezcla Y Contenido De Aire Según Slump Y Tamaño Max. Agregado	34
Tabla 4	Factores K de incremento $f'_{cr} = K \times f'_c$	34
Tabla 5	Gravedad especifica - absorción - peso unitario.....	36
Tabla 6	Características físicas y granulométricas.....	37
Tabla 7	Análisis granulométrico por tamizado ASTM C-136 área gruesa para concreto..	38
Tabla 8	Resistencia al desgaste del agregado grueso por abrasión empleado la Maquina de los Ángeles	39
Tabla 9	Selección de asentamiento.....	40
Tabla 10	<i>Dosificación en volumen: 1m³ de concreto ≈ 9.5 bolsas</i>	41
Tabla 11,	Tipos de correlación	48
Tabla 12	Variables de la matriz de consistencia.....	74
Tabla 13	Niveles de confianza y coeficiente de confianza.....	77
Tabla 14	Especímenes de muestra, su relación, su factor de correlación y la resistencia, de diámetro 4"	78
Tabla 15	Especímenes de muestra, su relación, su factor de correlación y la resistencia, de diámetro 3"	78
Tabla 16	Especímenes de muestra, su relación, su factor de correlación y la resistencia, de diámetro 2"	79
Tabla 17	Especímenes de muestra, su relación, su factor de correlación y la resistencia, de diámetro 2"	79
Tabla 18	Resultados de laboratorio de los corazones diamantinos de 2"x4", (L/D = 2)	86
Tabla 19	Resultados de laboratorio de los corazones diamantinos de 3"x6", (L/D = 2)	87
Tabla 20	Resultados de laboratorio de los corazones diamantinos de 4"x8", (L/D = 2)	88
Tabla 21	Resultados de laboratorio de las Probetas cilíndricas de concreto de 6"x12", (L/D = 2).....	89
Tabla 22	Resumen Estadístico para Resistencia(kgf/cm ²)	89
Tabla 23	Resumen de desviación estándar de la resistencia.	91
Tabla 24	Correlación lineal de probetas cilíndricas de 6" y corazones diamantinos de 2".	93
Tabla 25	Resumen Estadístico para Resistencia (kgf/cm ²)	94
Tabla 26	Resumen de desviación estándar de la resistencia.	96



Tabla 27 Resumen Estadístico para Resistencia (kgf/cm ²)	99
Tabla 28 Resumen de desviación estándar de la resistencia.	101
Tabla 29 Correlación lineal de probetas cilíndricas de 6" y corazones diamantinos de 4".	103
Tabla 30 Medias para Resistencia (kgf/cm ²) por Diámetro con intervalos de confianza del 85.0%	104
Tabla 31 Resistencia a la compresión nominal del concreto $f'_c=210$ kgf/cm ²	105
Tabla 32 Factor de corrección y correlación lineal entre probetas cilíndricas de 6" y corazones diamantinos de 2"	106
Tabla 33 Factor de corrección y correlación lineal entre probetas cilíndricas de 6" y corazones diamantinos de 3"	106
Tabla 34 Factor de corrección y correlación lineal entre probetas cilíndricas de 6" y corazones diamantinos de 4"	106
Tabla 35 Medias para Resistencia(kgf/cm ²) por Diámetro con intervalos de confianza del 85.0%	112
Tabla 36 Resumen, resistencia a la compresión nominal del concreto $f'_c=210$ kgf/cm ² "	112
Tabla 37 Factor de corrección y correlación lineal entre probetas cilíndricas de 6" y corazones diamantinos de 2"	113
Tabla 38 Factor de corrección y correlación lineal entre probetas cilíndricas de 6" y corazones diamantinos de 3"	113
Tabla 39 Factor de corrección y correlación lineal entre probetas cilíndricas de 6" y corazones diamantinos de 4"	113
Tabla 40 Correlación lineal de probetas cilíndricas de 6"x12 y corazones diamantinos de 2"x4"	114
Tabla 41 Correlación lineal de probetas cilíndricas de 6"x12" y corazones diamantinos de 3"x6"	115
Tabla 42 Correlación lineal de probetas cilíndricas de 6"x12" y corazones diamantinos de 4"x8"	116



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Prensa hidráulica utilizado para ensayo de resistencia a la compresión	26
Figura 2 Resistencia a la compresión según el tiempo de curado	29
Figura 3 Arena Gruesa: Arena Gruesa Cantera Vichoq.	35
Figura 4 Material Chancado: Grava ½" Y ¾" Cantera Vichoq.....	35
Figura 5 Curva granulometría.....	37
Figura 6 Curva de granulometría.....	38
Figura 7 Tipos de correlación.....	49
Figura 8 Establecimiento de criterios de decisión en una correlación (R., Febrero 2010) 50	
Figura 9 Diagrama de dispersion.....	52
Figura 10 Criterios de decisión.....	53
Figura 11 Diagrama de caja y bigotes	63
Figura 12 Prueba t	65
Figura 13 Prueba t muestras independientes	66
Figura 14 Probetas cilíndricas.	83
Figura 15 Corazones diamantinos de 4", 3" y 2"	84
Figura 16 Especímenes de concreto de diámetros de 2" y 6".	90
Figura 17 <i>Coefficiente de Correlación lineal: $K1 = 0.8519$, R-cuadrada = 72.57%</i>	93
Figura 18 Especímenes de concreto de diámetros de 3" y 6".	95
Figura 19 <i>Coefficiente de Correlación Lineal: $K2 = 0.6610$, R-cuadrada = 43.69%</i>	98
Figura 20 Especímenes de concreto de diámetros de 4" y 6".	100
<i>Figura 21 Coeficiente de Correlación lineal: $K3 = 0.8112$, R-cuadrada = 65.80%</i>	103
Figura 22 Resistencia versus diámetro.	104
Figura 23 Resistencia versus diámetro.	105
Figura 24 Vaciado de las losas de concreto maciza en el molde.....	121
Figura 25 Vibrado después del vaciado.....	121
Figura 26 Losa preparada para el endurecimiento.....	122
Figura 27 Toma de muestra de concreto.	122
Figura 28 Perforación diamantina de 2", 3", 4".	123
Figura 29 Toma de muestra de especímenes completada.....	123
Figura 30 Probetas preparadas para la prueba de resistencia.	124
Figura 31 Rotulado de muestras para el ensayo.	124



Figura 32 Rotulado de muestras listo para el ensayo destructivo.....	125
Figura 33 Equipo de ensayo destructivo.	125
Figura 34 Rotura de probetas.....	126



INTRODUCCIÓN

En la ciudad de Cusco, en la actualidad el concreto es el material más utilizado para la construcción de obras civiles, debido a que el concreto tiene una resistencia a la compresión que juntamente con el acero cumplen un adecuado comportamiento estructural. Durante el proceso constructivo existen errores que pueden ser involuntarios en el proceso del vaciado de las estructuras de concreto armado, lo cual origina dudas de la calidad del concreto con respecto a la resistencia a la compresión o algunos casos generándose fisuras, grietas, o alguna otra patología estructural; motivo por el cual se procederá a evaluar el concreto antiguo a través de diversos métodos de análisis, siendo el método más utilizado la extracción de corazones diamantinos de 4"x8" de diámetro y de ese modo determinar la resistencia a la compresión de un determinado concreto.

La normativa ACI 318-11 en su página 76 estipula que la evaluación de la resistencia del concreto debe realizarse a través del análisis promedio obtenido de, como mínimo, dos especímenes cilíndricos con dimensiones de 150 mm de diámetro por 300 mm de altura (aproximadamente 6"x12") o, alternativamente, de al menos tres muestras cilíndricas de 100 mm de diámetro por 200 mm de altura (equivalentes a 4"x8"). Esta especificación garantiza una adecuada representatividad y fiabilidad en los resultados de las pruebas de resistencia del concreto. En consecuencia, las normas **ASTM C 42** y **AASHTO T 24**, reglamentan que los corazones diamantinos de 4"x8" es el ensayo que se utiliza para evaluar la resistencia a la compresión de un concreto determinado, en el cual haya incertidumbre de la calidad del concreto.

Al momento de evaluar las resistencias a la compresión de corazones diamantinos de 4"x8", se obtienen resultados acordes a lo que está establecido en las normas **ASTM C 42**, **AASHTO T 24** y en la **NTP 339.059-2017 CONCRETO. Método para la obtención y ensayo de corazones diamantinos y vigas seccionadas de concreto**. Sin embargo, al evaluar las resistencias a la compresión de corazones diamantinos de concreto de 3"x6" y 2"x4" (los cuales no están establecidos en ninguna norma), se obtuvieron resultados expectantes, aunque relativamente bajos con respecto a los corazones diamantinos de 4"x8".



Al realizar la comparación de resistencias a la compresión de las probetas cilíndricas de concreto de 6"x12" con respecto a los corazones diamantinos de 4"x8", 3"x6" y 2"x4", se pudo determinar estadísticamente las diferencias existentes, particularmente de las probetas cilíndricas de 6"x12" con los corazones diamantinos de concreto de 3"x6" y 2"x4". Finalmente se procedió a hallar el factor de correlación entre las probetas cilíndricas de concreto de 6"x12" con respecto a los corazones diamantinos de 4"x8", 3"x6" y 2"x4", obteniendo resultados que harían posible el uso de los ensayos de los especímenes diamantinos de 3"x6" y 2"x4", los cuales nos darán la versatilidad y fácil empleo de estos ensayos en la evaluación de la calidad de un concreto determinado.



CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Situación del problema

En la ciudad de Cusco, es ampliamente reconocido que numerosos proyectos de construcción han presentado problemas debido a la baja resistencia a la compresión en los concretos utilizados. Esta problemática ha motivado la realización de la presente investigación: "EVALUACION DE LAS RESISTENCIAS DE ESPECIMENES DE NUCLEOS DIAMANTINOS DE CONCRETO DE 4", 3" Y 2", CON RESPECTO A TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO DE 6", el cual tiene por objetivo determinar **El factor de Correlación de resistencias entre probetas cilíndricas de concreto de 6" y corazones diamantinos de 4", 3" y 2"**, con la finalidad de analizar la diferencia entre las resistencias a la compresión de las probetas cilíndricas de concreto de 6" y de los corazones diamantinos de 4", 3" y 2". A estos especímenes de corazones diamantinos la **NTP 339.059-2017** lo denomina: "Corazones diamantinos".

Según la norma técnica: **NTP 339.059-2017 CONCRETO. Método para la obtención y ensayo de corazones diamantinos y vigas seccionadas de concreto**, establece que los resultados de resistencias del concreto halladas a partir de corazones diamantinos son inferiores a las obtenidas de probetas cilíndricas de concreto de 6". Según la norma, existen indicadores no estudiados que influyen en los resultados tales como el tamaño y la geometría del espécimen de corazones diamantinos con respecto a un cilindro standard (testigo) y también la velocidad de extracción en la perforación de los corazones diamantinos. (NTP 339.059, 2017).

La incertidumbre de la Correlación de resistencias existente entre corazones diamantinos de 4", 3" y 2" y un cilindro estándar de concreto de 6", hace que sea de mucha importancia esta investigación. *Evidentemente resultados bajos de resistencia en concretos conllevan a procesos de responsabilidad de todos los involucrados, tanto la parte ejecutora del proyecto y la parte encargada de la supervisión.*

En conclusión, en el ítem 1.6 de la norma técnica: NTP 339.059 - 2017 afirma que: **La**



resistencia a la compresión de un espécimen de corazones diamantinos será generalmente menor que la de un cilindro estándar correspondientemente moldeado, curado y probado a la misma edad, Pero no presenta valores de corrección entre probetas cilíndricas de 6" y corazones diamantinos de 4", 3" y 2". Sin embargo, hace referencia a la "Guía para la obtención de especímenes e interpretación de resultados de resistencia a la compresión ACI 214.4R". El documento mencionado es una guía, no establece parámetros de corrección de uso inmediato. (NPT 339.059, 2017).

1.2. Alcance de la Investigación

El alcance de la presente investigación es determinar la correlación entre las resistencias de probetas cilíndricas de concreto de 6" colocadas in situ y especímenes de concreto de 4", 3" y 2" obtenidos con perforadora de diamantina portátil, en concretos fabricados con materiales de canteras locales, siendo el factor que influye en estas diferentes resistencias el tamaño (la relación diámetro de la base y altura) de estos especímenes.

Asimismo, se establece como alcance que la investigación se llevará a cabo bajo las mismas condiciones de vaciado y curado del concreto que se aplican en las obras de construcción en la ciudad de Cusco, en el departamento de Cusco.

1.3. Delimitaciones y limitaciones de la investigación.

1.3.1. Delimitaciones

Esta investigación tendrá como punto de partida una adecuada información técnica, para iniciar con las actividades de la investigación se contará con toda la normativa técnica de los procedimientos constructivos

En el contexto del desarrollo de las muestras cilíndricas de concreto, específicamente de dimensiones de 6", y la extracción de núcleos diamantinos con diámetros de 4", 3" y 2", se implementaron métodos detallados y precisos. Este proceso implica técnicas avanzadas para la confección de las probetas cilíndricas, asegurando su conformidad con los estándares de calidad y precisión requeridos. Además, la extracción de núcleos diamantinos se realizó utilizando equipo especializado, permitiendo obtener muestras representativas y exactas de diferentes diámetros. Este enfoque metódico y técnico es fundamental para garantizar la integridad y la validez de los resultados obtenidos en los análisis subsiguientes del comportamiento y las propiedades del concreto; además el diseño de mezclas, edad del



concreto, curado del concreto, especificaciones técnicas, normativa para la determinación de las resistencias de las probetas cilíndrica de 6" y normas para los ensayos destructivos, normas para la obtención y ensayos de corazones diamantinos de concreto obtenidos con una perforadora de diamantina portátil.

1.3.2. Limitaciones

A parte de los factores que se estudiarán en el presente estudio de investigación se tiene otras como: La relación histórica de temperatura y humedad en el lugar, el grado de consolidación, la variabilidad en la colocación del concreto y las características de ganancia de resistencia del concreto. Se aclara que estos factores no se estudiarán en la presente investigación; por lo tanto, estas constituyen las limitaciones de la investigación.

1.4. Formulación del Problema

1.4.1. Problema General

¿Cuál es el factor de correlación de la resistencia a la compresión entre núcleos diamantinos de concreto de 4", 3" y 2" y las probetas cilíndricas de concreto de 6" ?.

1.4.2. Problemas Específicos

- a. ¿Sera la **NTP 339.059 – 2017: CONCRETO. Método para la obtención y ensayo de corazones diamantinos y vigas seccionadas de concreto** “Elemento para la Determinación del factor de correlación de resistencias entre probetas cilíndricas de concreto de 6" y corazones diamantinos de 4", 3" y 2" obtenido con perforadora de diamantina” valedero para la determinación del factor de correlación de estos especímenes?
- b. ¿En la determinación del factor de correlación de resistencias entre probetas cilíndricas de concreto de 6" y corazones diamantinos de 4", 3" y 2" en qué porcentaje afectara a la resistencia el efecto de escala de estos especímenes?



1.5. Objetivos de la Investigación

1.5.1. Objetivo General

Evaluar la correlación de la resistencia a la compresión de especímenes de núcleos de concreto diamantino de un concreto de 4", 3" y 2" con respecto a probetas cilíndricas de concreto de 6" desarrollado en el laboratorio Geotest en la ciudad del Cusco en el año 2023.

1.5.2 Objetivos Específicos

- a. Evaluar el efecto de escala de los especímenes de 4", 3" y 2" en la determinación de la resistencia.
- b. Obtener el factor de correlación entre las resistencias de corazones diamantinos de concreto de 4", 3" y 2" y las probetas cilíndricas de concreto de 6".

1.6. Justificación e importancia de la Investigación

- a. El estudio actual es de mucha importancia porque determinará y analizará la correlación de resistencias entre probetas cilíndricas de concreto de 6" y los corazones diamantinos de 4", 3" y 2".
- b. Se mitigará el Factor destructivo durante el proceso de obtención y ensayo de los corazones diamantinos de 4" a través de los ensayos de los corazones diamantinos de 3" y 2".
- c. Evaluar la calidad y conservación de concretos viejos para validar el estudio.
- d. Es absolutamente necesaria esta investigación por que Normativamente constituye un vacío no estudiado y de esa manera se emitirán juicios técnicos sobre la calidad de los concretos reales y coherentes a través del factor de correlación obtenido de los corazones diamantinos de 4", 3" y 2".



CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL

2.1 Antecedentes de la investigación

En nuestro medio, es práctica común efectuar ensayos de extracción de corazones diamantinos debido a diversas circunstancias. Se realizan las tomas de muestras de especímenes de concreto acorde a lo que dicta la Norma Técnica: **NTP 339.059:2017 CONCRETO. Método para la obtención y ensayo de corazones diamantinos y vigas seccionadas de concreto**, Sin embargo, existe pocas investigaciones similares como antecedente a considerar. (NPT 339.059, 2017).

2.1.1 Estudios previos de corazones diamantinos

2.1.1.1. Estudios previos locales

- No se obtuvo información.

2.1.1.2. Estudios previos nacionales

A. Tesis: Determinación de la variabilidad de resistencia a la compresión en testigos diamantinos, influenciados por los diámetros, alturas y humedades; para elementos estructurales de $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$ en Lima Metropolitana (Cárdenas & Frank, 2023).

- **Título:** “*Determinación de la variabilidad de resistencia a la compresión en testigos diamantinos, influenciados por los diámetros, alturas y humedades; para elementos estructurales de $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$ en Lima Metropolitana*” (Cárdenas & Frank, 2023).
- **Autores:** Cárdenas Diaz, Frank Carlos y Llamoctanta Lara, Robert
- **Publicación:** Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (Lima, Perú)
- **Contenido:** En el presente estudio se analizó el impacto de variables como el diámetro, la relación de esbeltez y la condición de humedad en testigos diamantinos de hormigón en relación con su capacidad resistente a la compresión. Para ello, se empleó un tipo específico de hormigón premezclado, conocido comercialmente como Topex (concreto fácil), el cual posee una resistencia a la compresión característica ($f'c$) de 210 kgf/cm^2 .



Se fabricaron y analizaron 72 testigos con diámetros de 2.5", 3" y 4"; relaciones de esbeltez $L/D = 1$ y 2; así como condiciones de humedad: "Secos", "Estándar" y "Húmedos"; con la finalidad de obtener información cuantitativa sobre la variabilidad de resistencia a la compresión influenciada por los efectos mencionados (Cárdenas & Frank, 2023).

Los resultados de las pruebas indicaron que el diámetro influyó significativamente en las muestras con diámetros inferiores a los estándares, mostrando una disminución del 14% y 6% en la resistencia a la compresión para diámetros de 2.5" y 3", respectivamente. Por otro lado, la relación esbeltez (L/D) tuvo un impacto notable en las muestras con diámetros de 3" y 4", con incrementos de resistencia de hasta el 20%, mientras que las muestras de 2.5" experimentaron un aumento de resistencia de hasta el 30%. Estos hallazgos resaltan la importancia de considerar el diámetro y la relación esbeltez en el diseño y evaluación de elementos estructurales de concreto. Respecto de la condición de humedad, los testigos húmedos disminuyeron su resistencia en 3% con respecto a los testigos en condición de humedad estándar, además, a mayor contenido de humedad en los testigos la resistencia disminuyó (Cárdenas & Frank, 2023).

Finalmente, con toda la información obtenida y el análisis de los resultados se determinaron factores de corrección para las diferentes condiciones de humedad, esbeltez y diámetro; que permitirán aproximar a los valores de resistencia que se obtendrían en condiciones estandarizadas (Cárdenas & Frank, 2023).

B. Tesis: "Correlación entre núcleos diamantinos de losas de concreto y testigos de 6"x12", 4"x8" para determinar factores de corrección en la resistencia del concreto" (Aguirre, 2018).

- **Título:** "Correlación entre núcleos diamantinos de losas de concreto y testigos de 6"x12", 4"x8" para determinar factores de corrección en la resistencia del concreto" (Aguirre, 2018).
- **Autor:** Candy Lizseth Aguirre Mamani.
- **Publicación:** Universidad Nacional del Centro del Perú.
- **Contenido:** A través de este estudio, se revelará la naturaleza de la correlación entre la resistencia a la compresión del concreto obtenida a partir de probetas convencionales



de 6"x12" y de probetas no convencionales de 4"x8", comparándolas con núcleos de 4" extraídos de losas de concreto. Al calcular un factor de corrección, se alcanzará una estimación más exacta de la resistencia a la compresión del concreto, lo que permitirá una evaluación más precisa de la calidad del concreto empleado en la obra (Aguirre, 2018).

En la investigación, se llevaron a cabo tres diseños de mezcla de concreto para losas, variando las relaciones agua-cemento (a/c) a 0.60, 0.50 y 0.40. Se utilizaron materiales comunes en el Valle del Mantaro, como cemento y agregados. Posteriormente, se procedió a evaluar el concreto en estado fresco y endurecido, principalmente su resistencia a la compresión. Se fabricaron probetas de 4"x8" y 6"x12", además de extraer diamantinas de las losas macizas. Se realizaron mediciones de resistencia a la compresión a los 7, 14, 21, 28 y 45 días para evaluar el comportamiento del concreto en diferentes etapas de fraguado (Aguirre, 2018).

En el apartado de Análisis de Resultados, se exploró la relación entre las resistencias del concreto, medidas a través de probetas de 4"x8" con diamantinas de 4" y probetas de 6"x12" con diamantinas de 4". Se identificó una función que permite ajustar los valores de resistencia obtenidos con ambos tipos de moldes, permitiendo así obtener valores más precisos de las resistencias del concreto (Aguirre, 2018).

2.1.1.3. Estudios previos internacionales

Información en las normas Internacionales: ASTM C 42 y AASHTO T 24

2.2 Marco Conceptual (Palabras Claves)

2.2.1 Concreto

El material conocido como concreto se conforma a partir de la unión de dos elementos principales: los agregados y una pasta adhesiva. Esta última actúa como aglomerante para los agregados y se origina de la mezcla de agua y cemento. Los agregados, por su parte, se clasifican en dos tipos: arena y grava. La grava, también denominada agregado grueso, se encuentra en diversas formas, incluyendo piedra chancada y piedras trituradas. Al ser mezclados estos componentes da como resultado el concreto, esta mezcla llega a endurecerse debido a la reacción química del cemento y el agua (Kosmatka, 2004)



El cemento.

El cemento, reconocido como el compuesto inorgánico de mayor prevalencia a nivel global, se produce a través de un proceso de calcinación a elevadas temperaturas. Este proceso implica una composición primordial de piedra caliza, arcilla y mineral de hierro. Una característica notable del cemento es su capacidad para granular al entrar en contacto con el agua. Su aplicación más extendida se encuentra en las estructuras de concreto armado, donde se destaca por atributos como su trabajabilidad, solidificación acelerada (fraguado rápido), y robusta cohesión con otros materiales, además de la versatilidad en su modelado. Los tipos de concretos se dividen en: (UPC., 2023, p. 11 al 14).

- **Cemento Tipo I**
- **Cemento Tipo II**
- **Cemento Tipo III**
- **Cemento Tipo IV**
- **Cemento Tipo V**

Es importante el almacenamiento adecuado en un lugar impermeable que proteja de la humedad y minimice el fraguado antes de su uso (ASTM C150/C150M, 2022).

El agua.

El vital papel del agua en el proceso de formulación del concreto es innegable, pues su presencia permite la obtención de una mezcla con la trabajabilidad necesaria. No obstante, es imperativo ejercer un control preciso de su cantidad en función del diseño requerido. Como señala Sánchez (2001), el agua desempeña un papel fundamental al ser el agente que confiere a los cementos su cualidad hidráulica, permitiendo su fraguado y endurecimiento mediante una reacción química intrínseca. En este sentido, el agua actúa como el medio que facilita la hidratación de las partículas de cemento, catalizando así el desarrollo de sus propiedades aglutinantes (Poquioma & Pariona, 2023).

Cuando se combina el agua con el cemento, la mezcla se transforma en una pasta, cuyas propiedades de fraguado dependen significativamente de la proporción de agua incorporada. Parte de esta agua contribuye a la hidratación del concreto, integrándose en su estructura, mientras que otra fracción se disipa en el ambiente a través de la evaporación, un proceso influenciado por las condiciones climáticas prevalecientes. Asimismo, el agua es fundamental en el curado del concreto, se puede decir que es la más importante en la etapa del fraguado y posterior al endurecimiento (Poquioma & Pariona, 2023).



Agregado

Los componentes esenciales del concreto, los agregados gruesos conocidos como "grava" y los finos denominados "arena" o áridos, representan materiales inertes que pueden ser obtenidos tanto de fuentes naturales como artificiales. Estos elementos, al combinarse con el cemento y en presencia del agua, desempeñan un papel crítico en la conformación de la matriz del concreto. (Poquioma & Pariona, 2023).

Del mismo modo consideraremos que “Los materiales que cumplen con dos criterios esenciales, poseer una resistencia adecuada por sí mismos y no influir negativamente en las propiedades y características del concreto, además de asegurar una óptima adherencia con la pasta de cemento Portland endurecida” (Poquioma & Pariona, 2023).

Aditivos

Quiroz et al. (2006) sostiene que si se emplean agregados de alta calidad y se realiza una dosificación precisa de cemento y agua en las mezclas de concreto, no se requeriría la incorporación de aditivos adicionales para mejorar su trabajabilidad. Sin embargo, en algunos casos los aditivos son utilizados en las mezclas pobres, mala trabajabilidad del concreto, temperatura y donde es difícil el vaciado del concreto (Poquioma & Pariona, 2023).

En contraposición, Sánchez De Guzmán (2001) señala que. “En el ámbito actual de la tecnología del concreto, los aditivos se han consolidado como un componente esencial, desempeñando un rol clave en la modificación y mejora de las propiedades intrínsecas del concreto. Su aplicación se orienta estratégicamente hacia la optimización de las características del concreto, con el objetivo de adecuarlo eficientemente a las condiciones específicas de trabajo o para alcanzar una mayor rentabilidad económica. Esta inclusión de aditivos en la mezcla de concreto representa un avance significativo en la ingeniería de materiales, permitiendo una personalización y adaptación del concreto a diversos escenarios y requerimientos constructivos, lo cual refleja un progreso notable en las prácticas de construcción contemporáneas.”

Los aditivos según ASTM C494 (2019) se clasifican en ocho tipos: (UPC., 2023, p. 11 al 14).

- Tipo A: Aditivos que reducen la cantidad de agua



- Tipo B: Aditivos que retardan el proceso de fraguado
- Tipo C: Aditivos acelerantes del proceso de fraguado del concreto
- Tipo D: Aditivos reductores y retardadores de agua
- Tipo E: Aditivos aceleradores y reductores de agua
- Tipo F: Aditivos reductores de agua de rango alto
- Tipo G: Aditivo reductores de agua, de alto rango y retardantes
- Tipo H: Aditivos de desempeño específico

2.2.2 Propiedades del concreto

Peso Unitario

El peso unitario del concreto representa la cantidad de peso de material por unidad de volumen. Según las directrices de INACAL (2019) en la Norma Técnica Peruana 339.046, se establece un método para determinar la densidad, o peso unitario, del concreto. En el caso del concreto convencional, este peso unitario oscila entre 2200 kg/m³ y 2400 kg/m³, si bien puede variar dependiendo de una serie de factores como la composición de los componentes, incluidos los agregados, el agua y el cemento. Además, la cantidad de agua empleada en la mezcla y la presencia de aire atrapado son determinantes en estas variaciones. Es esencial también asegurar un correcto proceso de vibrado para obtener un concreto de calidad, especialmente para lograr un peso unitario óptimo conforme al diseño establecido (UPC., 2023, p. 11 al 14). (NTP 339.046, 2008).

Una densidad por debajo de lo anticipado podría sugerir una imprecisión en la dosificación, una excesiva incorporación de aire en el concreto, o una consolidación insuficiente del mismo, aspectos que podrían comprometer significativamente su resistencia a la compresión.

Trabajabilidad

El proceso de obtención del concreto fresco implica la combinación meticulosa de agregados, cemento y agua para lograr una mezcla con la trabajabilidad deseada. Esta propiedad crucial se evalúa a través de la prueba de Slump, la cual consiste en verter el concreto fresco en un molde cónico en tres capas uniformes y compactar cada capa con 25 golpes de una varilla metálica. Al retirar el molde verticalmente, se mide el desplazamiento vertical, siendo mayor la altura indicativa de una mezcla más trabajable. Así, un concreto con buena trabajabilidad facilita su manipulación, colocación y compactación durante la



construcción (Poquioma & Pariona, 2023).

Segregación

Según la definición de Benito et al. (2015), la segregación se refiere a la separación o distribución no uniforme de los componentes del hormigón. “Lograr una distribución homogénea de las pastas y áridos es un aspecto crítico que tiene impactos significativos en el comportamiento mecánico y la durabilidad del concreto” (Poquioma & Pariona, 2023).

Exudación

La exudación, una propiedad del concreto, implica la separación del agua de sus componentes y su ascenso por capilaridad hacia la superficie. Este fenómeno puede evaluarse mediante el método estándar de ASTM C232, que permite medir la cantidad de agua ascendente, determinar las proporciones de exudación y la cantidad de agua acumulada. Estos datos resultan fundamentales para calcular el consumo neto de agua en la mezcla (Quiroz & Salamanca, 2006).

Contracción

Esta característica surge como consecuencia del proceso de secado y la consiguiente contracción del cemento. La magnitud de la contracción está determinada por tres factores primordiales: el tipo de cemento empleado, la proporción de finos en la mezcla y la cantidad de agua añadida. Si el concreto aún se encuentra en su fase plástica y experimenta un secado rápido, lo que provoca una contracción rápida, pueden generarse grietas en la estructura. La velocidad del proceso de secado está influenciada por la baja humedad relativa y las elevadas temperaturas ambientales (Quiroz & Salamanca, 2006).

Porosidad del concreto

La porosidad del concreto es un atributo crucial que repercute directamente en su resistencia a la compresión y en su durabilidad. Esta relación es inversamente proporcional, de modo que un incremento en la cantidad de poros reduce la resistencia a la compresión del concreto, disminuyendo así también su capacidad para resistir las condiciones ambientales adversas. Solís y Moreno (2006) establece que “El concreto se caracteriza por su composición dual, compuesta por una fase de productos sólidos de hidratación del cemento y otra fase de



partículas pétreas. La porosidad, al igual que la mayoría de las propiedades del material, está intrínsecamente vinculada a la porosidad de ambas fases". (Poquioma & Pariona, 2023).

Efecto de la porosidad en la resistencia a la compresión.

La porosidad se destaca como una propiedad determinante del concreto, influenciando de manera significativa tanto su resistencia como su longevidad. Un concreto con alta porosidad evidencia una disminución en su capacidad de resistir compresiones y muestra una susceptibilidad incrementada frente a las condiciones hostiles del entorno. Asimismo, la porosidad afecta en la resistencia a la abrasión y estabilidad química del elemento estructural (Solís & Moreno, 2006).

Contenido de aire del concreto

Otra de las pruebas empleadas para el control de calidad del concreto fresco es la determinación del contenido de aire, que se lleva a cabo principalmente mediante el ensayo de contenido de aire. INACAL (2019), en la Norma Técnica Peruana (NTP 339.046, 2008), detalla el procedimiento de este ensayo. Básicamente, implica llenar un recipiente en capas con el concreto fresco, compactarlo con varillas, enrasar el recipiente y taparlo. Luego, se llena el volumen de las válvulas de la tapa con agua para purgar todo el aire atrapado. Una vez completado el proceso de purgado, se cierra la válvula y se inyecta aire. La presión que levanta la aguja del indicador se registra como el contenido de aire, expresado en porcentaje (Poquioma & Pariona, 2023).

Resistencia a la compresión

Este parámetro implica la aplicación de una carga axial de compresión a los cilindros de concreto de prueba hasta que se produzca su falla. La resistencia a la compresión se determina dividiendo la carga máxima obtenida durante el ensayo por el área de su sección transversal, medida antes de la prueba del cilindro. Factores tales como la edad del concreto, el contenido de aire, la relación agua/cemento, el tamaño de los agregados, la relación de aspecto del cilindro, el tiempo de fraguado, el proceso de curado, entre otros, influyen directamente en este parámetro. En la figura 1 se proporciona una referencia del equipo



utilizado para llevar a cabo el ensayo de resistencia a la compresión (Poquioma & Pariona, 2023).

Figura 1

Prensa hidráulica utilizado para ensayo de resistencia a la compresión



Fuente: Cortesía de Geotest Perú,

Durabilidad

Este proceso implica la capacidad de resistir la acción de diversos agentes externos presentes en la intemperie, como los ataques químicos, físicos, biológicos y climáticos, así como otros procesos que pueden causar deterioro en los elementos de concreto. Entre los factores más significativos se encuentran la humedad, la presencia de sales, la exposición al calor, la acción de agentes contaminantes, entre otros (Poquioma & Pariona, 2023).

Densidad

La densidad del concreto hace referencia a la masa por unidad de volumen, y esta puede variar según la proporción de sus componentes, especialmente la cantidad de agregados y cemento en la mezcla. INACAL (2019) detalla el método de ensayo para determinar la densidad según la Norma Técnica Peruana (NTP) 339.187 (NTP 339.187, 2002).



Mezclado

Este proceso implica la combinación cuidadosa y meticulosa de agregados, cemento y agua para formar una pasta cementante. El objetivo es asegurar que esta pasta envuelva completamente cada superficie de los agregados, logrando así una mezcla homogénea que integre de manera uniforme todos los componentes involucrados. Según Anabela (2008), es crucial llevar a cabo un proceso de mezclado adecuado del concreto para garantizar una óptima hidratación del cemento, lo cual resulta en la obtención de un concreto homogéneo en términos de la distribución de agregados y aditivos (Poquioma & Pariona, 2023).

Para alcanzar una alta calidad en la mezcla, se aconseja el empleo de medios mecánicos para asegurar una homogeneidad óptima del concreto. También es esencial supervisar con precisión la cantidad de agua utilizada, siguiendo las especificaciones del diseño o las indicaciones proporcionadas por el fabricante en el caso del concreto envasado. Además, es fundamental controlar varios parámetros de la mezcla fresca, como la temperatura, el Slump, el porcentaje de aire y el peso unitario, entre otros, para garantizar un producto final de excelencia. (Poquioma & Pariona, 2023).

Vaciado

Durante esta fase, es esencial vigilar los factores que pueden ocasionar la separación de los agregados en la mezcla. Se sugiere que al verter el concreto, este se coloque lo más cerca posible de su posición final. Además, se recomienda iniciar el vertido desde las esquinas de los encofrados o, en casos de estructuras con pendientes, desde el nivel inferior del elemento. Es crucial evitar cualquier movimiento en los encofrados o en el acero de refuerzo, ya que esto podría provocar la segregación de los materiales (Poquioma & Pariona, 2023).

Curado del concreto

El proceso de curado, tal como lo define ACI 308R (2016), se caracteriza por que “el fenómeno de maduración y endurecimiento del concreto, preparado utilizando cemento portland tipo I, es un proceso complejo y progresivo que se desencadena como consecuencia de la hidratación continua del cemento. Este proceso ocurre cuando el cemento entra en contacto con una cantidad adecuada de agua, facilitando reacciones químicas de hidratación que son críticas para el desarrollo de las propiedades mecánicas del concreto.



Adicionalmente, la presencia y generación de calor durante este proceso, conocido como calor de hidratación, juega un papel vital en acelerar estas reacciones químicas y, por ende, en la progresión del proceso de endurecimiento. Este fenómeno es fundamental para la obtención de un concreto con las características de resistencia y durabilidad deseadas, representando un aspecto clave en la ciencia y tecnología del concreto.”.

La curación del concreto se puede facilitar mediante una variedad de métodos, cada uno adaptado a diferentes circunstancias y necesidades:

- A través de la técnica de inmersión.
- Utilizando sistemas con rociadores de aspersión.
- Empleando tejidos de fique para retener la humedad.
- Con arena o aserrín

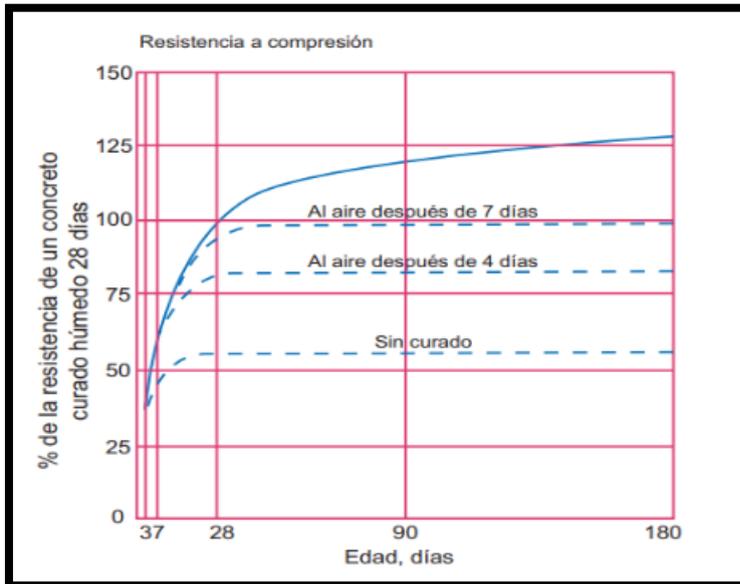
Asimismo, en la información técnica de Sika (2009) resalta para obtener una correcta hidratación y buen resultado de compresión del concreto influye la temperatura ambiente, en donde es necesario que la temperatura de la mezcla supere los 5°C para que el concreto fragüe y alcance su resistencia, requerimiento que en muchos casos resulta un reto debido a las bajas temperaturas o climas muy cálidos; en donde se debe analizar el tipo de proceso de curado para obtener el resultado según su diseño (Poquioma & Pariona, 2023).

Por tanto, es esencial reconocer que un procedimiento de curado del concreto inapropiado tiene un impacto directo y negativo sobre la resistencia a la compresión y la durabilidad del material. Además, puede resultar en un incremento significativo de la permeabilidad en la superficie del concreto, afectando su integridad estructural.

La Figura 2, se ilustra la trayectoria de la resistencia, expresada en porcentaje, en función del tiempo y de las condiciones específicas de curado, destacando las evaluaciones realizadas a los 4, 7 y 28 días respectivamente.



Figura 2
Resistencia a la compresión según el tiempo de curado



Fuente: De "Sika informaciones técnicas, curado del concreto" por Sika, 2009, p. 3.

Resistencia a la compresión del concreto endurecido

Para la evaluación de la resistencia a la compresión, se pueden emplear dos enfoques: uno que implica la destrucción del espécimen y otro que no. En el contexto de esta investigación, se ha decidido optar por el método destructivo. Esto se debe a que la prueba de resistencia a la compresión aplicada al testigo se considera una de las técnicas más sólidas y confiables disponibles para la evaluación precisa de la resistencia del concreto. "in situ". (Poquioma & Pariona, 2023)

Extracción de Testigos diamantinos de concreto

Este proceso implica la extracción de núcleos cilíndricos de concreto endurecido a partir de elementos estructurales, como placas, losas, vigas, columnas y otros componentes de concreto. La extracción de estos núcleos puede realizarse en dirección perpendicular o paralela a la orientación original del vertido del concreto. En conformidad con la norma NTP 339.059 de 2017, se establece que el diámetro mínimo de los núcleos debe ser de al menos 94 mm (equivalente a 3.70 pulgadas) o el doble del tamaño máximo de los agregados gruesos presentes. Además, en el apartado 6.1.2 de dicha norma, se menciona que no se prohíbe la extracción de núcleos diamantinos con un diámetro inferior a 94 mm; sin embargo, en tales



casos, se requiere proporcionar una explicación justificada de la razón de la elección del diámetro menor. En cuanto a la longitud es preferible que este entre 1,9 y 2,1 veces el diámetro; si la relación L/D excede 2,1 esta se debe reducir a la relación mencionada y para testigos diamantinos con relación igual o menor que 1,75 requiere corrección, en la tabla 2 se muestra los factores de corrección (NPT 339.059, 2017).

Tabla 1

Factor de corrección según la relación L/D

Longitud/Diámetro	ASTM	BSI
2.00	1.00	1.00
1.75	0.98	0.98
1.50	0.96	0.96
1.25	0.93	0.93
1.00	0.87	0.92

(NPT 339.059, 2017).

Casos de aplicación de los testigos diamantinos

Según Torres (2004), la metodología de evaluación de la resistencia del concreto en estructuras, a través de la extracción de núcleos diamantinos, se aplica en diversas circunstancias críticas. Esta técnica se emplea principalmente para verificar la conformidad del concreto con las especificaciones de diseño, para investigar estructuras con sospecha de deficiencias en su construcción, y para evaluar la integridad y la capacidad de carga de elementos estructurales existentes. Asimismo, se utiliza en la evaluación de reparaciones o modificaciones estructurales y en la inspección de estructuras afectadas por factores externos, garantizando así la seguridad y durabilidad de las construcciones de concreto.

- a. Cuando la resistencia de las probetas, modelados al pie de obra es baja.
- b. En situaciones donde se han identificado irregularidades en el proceso de construcción.
- c. Cuando se han presentado problemas relacionados con la adecuada curación del concreto.
- d. En casos en los que se ha aplicado carga prematuramente a la estructura.
- e. Después de eventos de incendio que podrían haber afectado la integridad del concreto.
- f. En el análisis de estructuras de considerable antigüedad.
- g. Cuando no se dispone de registros confiables de las resistencias previas.



h. En otras circunstancias no especificadas anteriormente que puedan afectar la evaluación de la resistencia del concreto.

2.2.3. Diseño de mezclas

El proceso de diseño de una mezcla de concreto debe abordarse considerando tanto su estado fresco como su estado endurecido. Para lograr una dosificación adecuada en el estado fresco, es esencial cumplir con múltiples requisitos clave que abarcan la manejabilidad, resistencia, durabilidad y eficiencia económica.

Es relevante destacar que se han llevado a cabo numerosas investigaciones que se centran en los aspectos teóricos relacionados con el diseño de mezclas de concreto. A pesar de la existencia de un sólido conocimiento teórico, es importante reconocer que el diseño de mezclas sigue siendo en gran medida un proceso empírico. Aunque el concreto posee numerosas propiedades cruciales, Los métodos de diseño de mezclas de concreto se focalizan en alcanzar una resistencia a la compresión predeterminada para una edad específica del material y asegurar su manejabilidad óptima durante la fase de aplicación. Es esencial que el diseño también considere las características funcionales que el concreto debe poseer una vez que la estructura esté operativa, abarcando así tanto las etapas iniciales como las condiciones de servicio a largo plazo. Estos criterios son fundamentales para garantizar la eficacia y durabilidad de las estructuras de concreto.

Manejabilidad

La adecuada manejabilidad del concreto durante su colocación reviste una significativa importancia en el proceso de diseño. Esta manejabilidad está intrínsecamente ligada a las propiedades y atributos específicos de los agregados utilizados, así como a la calidad del cemento empleado. Cuando es necesario mejorar las características de manejabilidad, se contempla la posibilidad de aumentar la proporción de mortero en la mezcla. (Osorio, S.f).

Es de vital importancia establecer una comunicación efectiva entre el diseñador, el constructor y el fabricante de concreto con el objetivo de garantizar la formulación óptima de la mezcla de concreto. Este intercambio de información es esencial para asegurar la



obtención de una mezcla de concreto de alta calidad y adecuada para su aplicación específica. Una adición de agua en la obra es la peor solución para mejorar la manejabilidad del concreto, es totalmente contraproducente para la calidad del producto. (Osorio, S.f)

Resistencia y durabilidad del concreto

El diseño del concreto se orienta hacia la consecución de una resistencia a la compresión mínima establecida. La especificación de resistencia del concreto, aunque crucial, enfrenta limitaciones al integrarse con un máximo en la relación agua-cemento y al ajustar la proporción del material cementante. Es imperativo asegurar que estos requisitos no generen contradicciones, manteniendo un equilibrio entre la resistencia deseada y las restricciones de composición. Este enfoque garantiza la integridad estructural sin comprometer las propiedades fundamentales del concreto. En ocasiones, la relación agua/material cementante puede adquirir una importancia preponderante, especialmente en lo que respecta a la durabilidad del concreto. (Osorio, S.f).

En ciertas especificaciones, puede ser necesario que el concreto cumpla con criterios específicos de durabilidad relacionados con la resistencia al congelamiento y deshielo, a los ataques químicos, o a los ataques por cloruros. En tales casos, la relación agua-cemento, el contenido mínimo de cemento y la utilización de aditivos adquieren una importancia fundamental en el diseño de la mezcla de concreto (Osorio, S.f).

Dosificación de una mezcla de concreto

La obtención de las proporciones adecuadas en la mezcla de concreto, que satisfagan las características requeridas utilizando los materiales disponibles, se logra mediante la implementación de un sistema de ajuste y reajuste, o lo que comúnmente se conoce como ensayo y error. (Osorio, S.f).

Este sistema implica la preparación inicial de una mezcla de concreto con proporciones calculadas utilizando diversos métodos. Luego, la mezcla de concreto en estudio es objeto de varias pruebas de control de calidad, que incluyen la evaluación del asentamiento, la determinación de la pérdida de trabajabilidad, la medición de la masa unitaria, el análisis de los tiempos de fraguado, y la valoración de la resistencia a la compresión. Estas pruebas son



esenciales para asegurar que la mezcla cumpla con los estándares de calidad y rendimiento requeridos. Con base en los resultados de estos ensayos, se ajustan y reajustan las proporciones de la mezcla de concreto de manera iterativa hasta que se alcancen las características deseadas. (Osorio, S.f).

Los datos obtenidos se someten a una comparación con las especificaciones requeridas. En caso de discrepancias o si no cumplen con los estándares de calidad esperados, se ajustan las cantidades pertinentes y se prepara una nueva mezcla. Esta nueva mezcla debe pasar exitosamente por todos los ensayos de control de calidad. Si, nuevamente, no cumple con los requisitos establecidos, se hace necesario revisar minuciosamente los materiales, el método de diseño y, si es necesario, elaborar una nueva mezcla de concreto hasta que se alcancen los estándares exigidos por la especificación (Osorio, S.f).

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO $f'c=210$ KGF/CM².

A.- METODO DEL ACI (AMERICAN CONCRETE INSTITUTE).

Conforme a las directrices de la normativa "Recommended Practice for Selecting Proportions for Normal and Heavy-Weight Concrete", seguimos un protocolo riguroso para la selección y ajuste de proporciones en concretos de peso normal y pesado. Este enfoque normativo asegura la optimización de las mezclas en términos de rendimiento y conformidad con los requisitos técnicos establecidos, proporcionando así un marco de referencia sólido para la elaboración de concretos eficientes y de alta calidad.

Tabla 2

Revenimientos Recomendables Según Tipos De Elementos Estructurales

Tipos de construcción	Revenimiento, cm.	
	Máximo*	Mínimo
Muros de cimentación y zapatas, cajones de cimentación y muros de subestructuras sencillas	7.5	2.5
Vigas y muros reforzados	10	2.5
Columnas para edificios	10	2.5
Pavimentos y losas	7.5	2.5
Concreto masivo	7.5	2.5

Nota. *Revenimiento de tipos de elementos estructurales*



Tabla 3
Agua De Mezcla Y Contenido De Aire Según Slump Y Tamaño Max. Agregado

Tamaño Max. Agregado (mm.)	Tipo Agregado	Slump (Mm.)			
		0-10	10-30	30-60	60-180
10	No triturado	135	160	185	200
	Triturado	160	185	210	225
20	No triturado	120	140	160	175
	Triturado	150	170	190	200
40	No triturado	100	125	145	160
	Triturado	140	155	170	185

Nota. T-1. Requerimiento de agua de mezclado. British Department Of the Environment (DOE Method).

Se pueden distinguir cuatro categorías en función de la calidad de los materiales, el método de dosificación y el nivel de supervisión:

Tabla 4
Factores K de incremento $f'_{cr} = K \times f'_c$.

CONDICIONES	K
Materiales de Calidad muy controlada, dosificación por pesado, supervisión especializada constante	1.20
Materiales de calidad controlada, dosificación por volumen, supervisión controlada esporádica	1.30
Materiales de calidad controlada, dosificación por volumen, sin supervisión especializada	1.40
Materiales variables, dosificación por volumen, sin supervisión especializada	1.50

Nota. Factores K y condiciones

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA.

- Textura: Granular a Fanerítica.
- Gradación: Heterométrica.
- Forma: (I-II) según Wadell.
- Forma de Granos: Anguloso.
- Alteración: Desgaste.
- Dureza: D- 5 (ISRM) Resistente
- Meteorización: M-2 (ISRM)
- Degradación Física: 23.5% (Prueba de Los Ángeles).



Figura 3

Arena Gruesa: Arena Gruesa Cantera Vichoq.



Fuente. *Elaboración propia.*

Figura 4

Material Chancado: Grava ½" Y ¾" Cantera Vichoq



Fuente. *Elaboración propia.*



Tabla 5
Gravedad específica - absorción - peso unitario

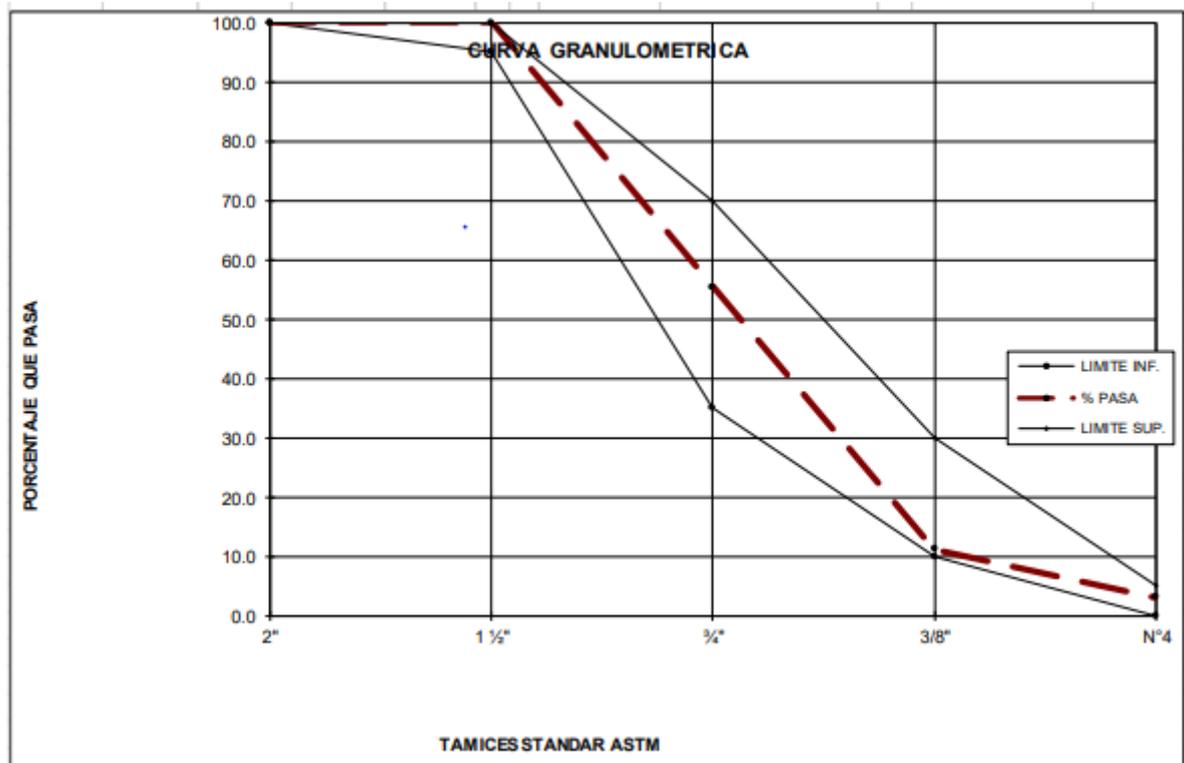
Ensayo: GRAVEDAD ESPECIFICA - ABSORCION - PESO UNITARIO				
Objeto: Determinar la gravedad específica (bulk) y la gravedad específica aparente, el porcentaje de absorción del agregado así como el Peso Unitario Varillado				
PROYECTO:	EVALUACION DE LAS RESISTENCIAS DE ESPECIMENES DE NUCLEOS DIAMANTINOS DE CONCRETO DE 4", 3" Y 2" C/R A PROBETAS CILINDRICAS DE CONCRETO DE 6".		CANTERAS	
UBICACION:	SAN SALVADOR- CALCA-CUSCO		Arena Gruesa VICHQ Piedra Chancada VICHQ LABORATORISTA: GEOTEST	
FECHA:	CUSCO JULIO DEL 2023			
DATOS:		VICHO:	RESULTADOS	
Peso del material seco al horno a 105 °C	A	483.89	AGREGADO FINO	
Peso Probeta + Agua	B	1,245.50	Gravedad específica Bulk (base seca) G _s = 2.394	
Peso Material Saturado Superficialmente Seco (SSS)	C	500.00	Gravedad específica Bulk (base saturada) G _s = 2.474	
Peso de material SSS (sumergido en agua)	D	1,543.40	Gravedad específica aparente G _s = 2.602	
PROCESO			Porcentaje de Absorción %Abs = 5.28%	
Peso de material SSS + Probeta + Agua	B+C =	E 1,745.50	OBSERVACIONES MUESTRAS PORPORCIONADAS POR EL INTERESADO	
Volumen del material	E-D =	F 202.10		
Volumen de la masa	F-(C-A)	G 185.99		
P.E Bulk (base seca)	A/F	2.39		
P.E Bulk (base saturada)	C/F	2.47		
P.E. Aparente (base seca)	A/G	2.60		
(%) de Absorción	(C-A) 100/A	5.3%		
DATOS:		AGREGADO GRUESO		RESULTADOS
Peso del material seco al horno a 105 °C	A	784.42		AGREGADO GRUESO
Peso de material SSS (sumergido en agua)	B	457.60		Gravedad específica Bulk (base seca) G _s = 2.291
Peso Material Saturado Superficialmente Seco (SSS)	C	800.00	Gravedad específica Bulk (base saturada) G _s = 2.336	
PROCESO			Gravedad específica aparente G _s = 2.400	
P.E. de masa seca (Bulk Specific Gravity)	A/(C-B)	2.29	Porcentaje de Absorción %Abs = 4.50%	
P.E. SSS (SSS Specific Gravity)	C/(C-B)	2.34	OBSERVACIONES MUESTRAS PORPORCIONADAS POR EL INTERESADO	
P.E. aparente (Apparent Specific Gravity)	A/(A-B)	2.40		
(%) de Absorción	(C-A)/A	4.5%		
DATOS: ENSAYO DE PESO UNITARIO VARILLADO				
Peso del Material Seco al horno mas molde (gr)	A		AGREG. FINO: 7,507.5	
Peso del Molde (gr)	B		AGREG. GRUESO: 7,150.0	
Peso del Material Seco al horno (gr)	A-B = C		Verificación medidas MOLDE	
Volumen del molde	D		medidas FINO GRUESO	
Peso Unitario (Kg/m3)	C / D		Altura: cm 16.71 16.71	
DATOS: ENSAYO DE PESO UNITARIO SIN VARILLADO			Diámetro: 14.61 14.61	
Peso del Material Seco al horno mas molde (gr)	A		AGREG. FINO: 7,485.0	
Peso del Molde (gr)	B		AGREG. GRUESO: 7,137.0	
Peso del Material Seco al horno (gr)	A-B = C		medidas FINO FINO	
Volumen del molde	D		Altura: cm 16.71 16.71	
Peso Unitario (Kg/m3)	C / D		Diámetro: 14.61 14.61	



Tabla 6
Características físicas y granulométricas

CARACTERISTICAS FISICAS Y GRANULOMETRICAS DE PIEDRA CHANCADA PARA CONCRETO									
PROYECTO: EVALUACION DE LAS RESISTENCIAS DE ESPECIMENES DE NUCLEOS DIAMANTINOS DE CONCRETO DE 4", 3" Y 2" C/R A PROBETAS CILINDRICAS DE CONCRETO DE 6".					CANTERAS				
UBICACION: SAN SALVADOR- CALCA-CUSCO					Arena Gruesa VICHOO Piedra Chancada VICHOO LABORATORISTA: GEOTEST				
FECHA: CUSCO JULIO DEL 2023									
GRANULOMETRIA					CARACTERISTICAS FISICAS			V. Usuales	Calculado
Tamaño Máximo 3/4"					1) Modulo de Fineza	(5,5 -8,5)			7.30
MALLA	PESO	(%)	(%)	(%)	2) Peso Especifico (gr / cm3)	(2,4-2,8)			2.61
	RETENIDO	RETENIDO	RETENIDO	PASA	3) Peso Unitario Suelto (Kg / m3)	(1300-1800)			
	(gr)	ACUMUL.	ACUMUL.	ACUMUL.	4) Peso Unitario Compactado (Kg / m3)	(1400-1900)			1,651
2"	0.00	0.00	0.00	100.00	5) (%) de Humedad	(0,0-2,0)			2.31
1 1/2"	0.00	0.00	0.00	100.00	6) (%) de Absorsión	(0,2-4,0)			1.99
1"	0.00	0.00	0.00	100.00	DESGASTE				Calculado
3/4"	523.35	44.58	44.58	55.42	1) Abrasión - Maquina de los Angeles	Maximo			(%)
1/2"	394.77	33.63	78.21	21.79		35%			21
3/8"	124.22	10.58	88.79	11.21	OBSERVACIONES				
N° 4	94.22	8.03	96.82	3.18					
N° 8	32.58	2.78	99.59	0.41					
N° 16	4.76	0.41	100.00	0.00					
TOTAL	1,173.90	100.00							

Figura 5
Curva granulometría





RESUMEN DE PROPIEDADES DE LA ARENA

Tabla 7

Análisis granulométrico por tamizado ASTM C-136 área gruesa para concreto

GRANULOMETRIA					CARACTERISTICAS FISICAS		V. Usuales	Calculado
					1) Modulo de Fineza	(2,3-3,1)	2.64	
					2) Peso Especifico (gr/cm3)	(2,4-2,8)	2.63	
MALLA:	PESO:	(%)	(%)	(%)	3) Peso Unitario Suelto (kg / m3)	(1400-1800)		
	RETENIDO	RETENID	RETENID	PASA	4) Peso Unitario Compactado (kg / m3)	(1500-1900)	1768	
	(gr)	O	O	ACUMUL	5) (%) de Humedad	(0,0-10)	3.87	
				ACUMUL	6) (%) de Absorsión	(0,2-2,0)	3.33	
3/8"	0.00	0.00	0.00	100.00	LIMITES PARA SUSTANCIAS		ASTM-C33	
N° 4	0.00	0.00	0.00	100.00	PERJUDICIALES EN AGREG. FINO		Máximo	Calculado
N° 8	59.21	9.97	9.97	90.03	1) Lentes de arcilla y partículas desmenuz.			0.30
N° 16	104.87	17.67	27.64	72.36	2) Material menor a la malla N°200 (a)	3% a 5%		3.66%
N° 30	102.09	17.20	44.84	55.16	OBSERVACIONES:			
N° 50	184.76	31.12	75.96	24.04	MUESTRAS PROPORCIONADAS POR LOS TESTISTAS			
N° 100	76.23	12.84	88.80	11.20				
N° 200	44.76	7.54	96.34	3.66				
< N° 200	21.73	3.66	100.00	0.00	(a) 3% para Concreto sujeto a abrasión y 5% para los demás			
TOTAL	593.65	100.00						

OBSERVACIONES:

La fracción fina del material debe ser obtenida por zarandeo en malla 3/16"

Figura 6
Curva de granulometría

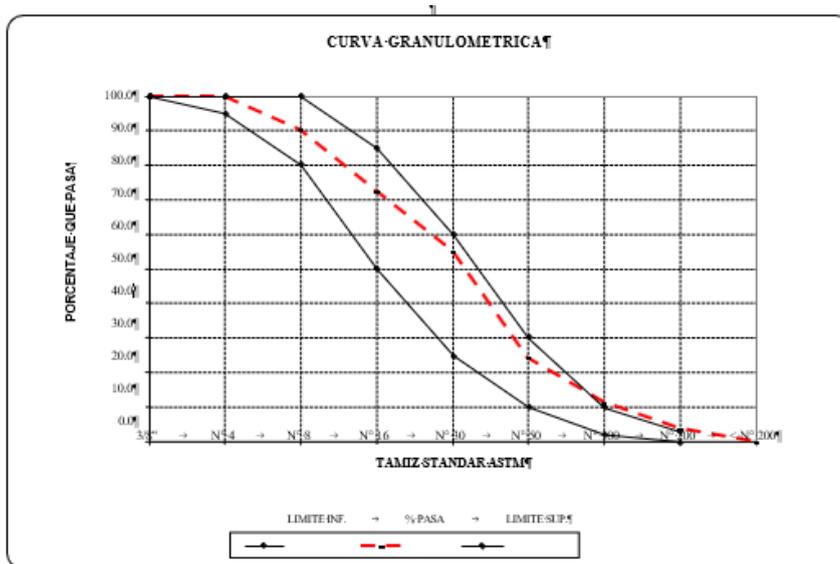




Tabla 8

Resistencia al desgaste del agregado grueso por abrasión empleado la Máquina de los Angeles

Ensayo: Resistencia al Desgaste del Agregado Grueso por Abrasion empleando la Máquina de los Angeles							
Objeto: Determinar el porcentaje de desgaste de los agregados de tamaños menores a 1 1/2" (38mm) por medio de la máquina de los Angeles							
CANTERA VICHOQ							
TESIS:	EVALUACION DE LAS RESISTENCIAS DE NUCLEOS DIAMANTINOS DE 4", 3" y 2" C/R A TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO DE 6".			UBICACIÓN:	TARAY-CALCA		
				PROVEEDOR:	MUESTREADO EN CANTERA		
FECHA:	CUSCO, JULIO DEL 2023			LABORATORISTA:	GEOTEST		
MATERIAL CHANCADO				ESPECIFICACIONES:		TAMAÑO MAXIMO	
DATOS				Graduacion	N°esf.	PASA	RETENIDO
Pi = Peso inicial de la muestra		5000.0	gr	A	12	1 1/2"	1"
Pf= Peso final-muestra despues de pasada en malla N°12		3826.6	gr	B	11	3/4"	1/2"
Graduacion		A		C	8	3/8"	1/4"
Cálculo : % de Abrasión				D	6	N° 4	N° 8
<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;"> % Abrasión = (Pi-Pf)/Pi*100 </div>						500 rev.	
Porcentaje de Abrasión =						30rev / min	
		23.5%					

B. DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$

COMPONENTES:

CEMENTO : Pórtland Tipo IP
 AGREGADO FINO : Cantera Vichoq
 AGREGADO GRUESO : Cantera Vichoq



Tabla 9
Selección de asentamiento

a.- SELECCION DEL ASENTAMIENTO

ASENTAMIENTOS RECOMENDADOS PARA VARIOS TIPOS DE

Tipo de Construcción	SLUMP	
	Máx.(pulg)	Mín.(pulg)
Zapatas y muros de ciment. reforzados	3	1
Cimentac. simples, muros de subestructura	3	1
Vigas y muros reforzados	4	1
Columnas de edificios	4	2
Pavimentos y losas	3	1
Concreto ciclópeo.	2	1
SLUMP	3	
RESISTENCIA DEL CONCRETO	210	
Factor de incremento (K)	1.25	
Pe (del cemento)	3.15	
f' cr=	262.50	

b.- SELECCIÓN DEL TAMAÑO MAXIMO DEL AGREGADO

DESCRIPCION	0.5	
	A. FINO	A. GRUESO
P.e.	2.63	2.61
P.U. compactado y seco (Kg/m ³)	1768	1641
Contenido de humedad (%)	3.88	3.21
Porcentaje de absorcion (%)	3.33	1.99
Módulo de fineza	3.64	7.21

c.- ESTIMACION DEL AGUA DE MEZCLA

Concreto sin aire incorporado

Requerimiento de agua= 213.5788014

d.- SELECCIÓN DE LA RELACION AGUA CEMENTO

Relacion agua/cemento= 0.522771151 0.56668748

0.593209534

Cantidad aprox. de aire atrapado. 2.621434439 %

e.- CANTIDAD DE CEMENTO REQUERIDO

C=

408.551239 Kg

f.- ESTIMACION DEL CONTENIDO DE AGREGADO GRUESO

Tamaño maximo.(pug) 0.5

Volumen del agregado/und.de Vol.de C° 0.49529015 m³

Peso seco del agregado grueso = 812.771141 Kg



g.- ESTIMACION DEL CONTENIDO DE AGREGADO FINO			
Peso Unitario del concreto fresco	2318.94005	Kg/m ³	
Peso del Agregado fino/metro cubico de $C_w =$			
metodo de pesos =	884.0388672	Kg	
metodo de los volumenes absolutos			
cemento=	0.1297	m ³	4.58137782
Agua =	0.2136	m ³	1500.873336
Aire atrapado=	0.0262	m ³	
Agregado grueso =	0.3114	m ³	
Suma total	0.6809	m ³	
Volumen abs. Agregado fino =	0.3191	m ³	1.0000
Peso del agregado fino =	839.2369	Kg	
h.- AJUSTE POR CONTENIDO DE HUMEDAD DE LOS AGREGADOS			
Agua efectiva (litros)	199.05		
Proporciones finales en obra en peso x m³			
cemento=	408.55		9.61
Agregado grueso =	812.77		bolsas
Peso del agregado fino =	839.24		
Agua efectiva (litros)	199.05		
	Proporción	Peso	Volumen
	Cemento	1.0	1.0
	A. Grueso.	2.0	2.4
	A. Fino	2.1	2.5
	Agua	0.5	1.5

Tabla 10

Dosificación en volumen: 1m³ de concreto ≈ 9.5 bolsas

AGREGADO	VOLUMEN
Cemento	1.0
Grava ½"	2.5
Arena Gruesa	2.5
Agua	1.5

Fuente. *Elaboración propia.*

2.2.4. Muestra de concreto

La determinación de las proporciones de los materiales que componen una unidad cúbica de concreto, comúnmente denominada diseño de la mezcla, puede ser descrita como el proceso de elegir los ingredientes más idóneos y su combinación más eficiente y rentable. Esto se realiza con el objetivo de lograr un producto que, en su estado no endurecido, tenga la trabajabilidad y la consistencia adecuadas, y que, una vez endurecido, cumpla con los requisitos establecidos por el diseñador, tal como se detallan en los planos y/o las especificaciones de la obra (López, 2015).

En el proceso de selección de las proporciones de la mezcla de concreto, es fundamental que el diseñador tenga presente que la composición de la mezcla se encuentra influenciada por los siguientes aspectos:



- a) Las características que el concreto endurecido debe poseer, las cuales son especificadas por el ingeniero estructural y se encuentran detalladas en los planos y/o las especificaciones técnicas de la obra. (López, 2015).
- b) Las propiedades del concreto en su estado endurecido, las cuales, en la mayoría de los casos, son definidas por el ingeniero constructor en función del tipo de obra, sus características particulares y las técnicas que se emplearán durante la colocación del concreto (López, 2015).
- c) El costo de la unidad cubica de concreto. (López, 2015)

2.2.5. Pruebas destructivas

Se refieren a ensayos llevados a cabo en estructuras de concreto con el propósito de evaluar, por lo general de manera indirecta, ciertas características intrínsecas del material. Estos ensayos provocan una modificación permanente en la geometría dimensional y/o en la composición química de las estructuras de concreto. Estas pruebas son:

- Ensayo de resistencia a la compresión.
- Ensayo de tracción indirecta.
- Ensayo de determinación del contenido de cloruros (en caso de análisis de una sección de concreto).
- Ensayo de evaluación del grado de carbonatación (si se analiza una sección de concreto).
- Ensayo de resistencia a la abrasión.
- Ensayo de extracción de corazones diamantinos.

La toma de muestras de especímenes de concreto con perforadora de diamantina, constituyen pruebas “destructivas” por los aspectos siguientes:

- Los elementos estructurales como vigas, columnas, losas y similares son cortados y disminuidos en su volumen.
- Los elementos estructurales probados al ser inicialmente elementos monolíticos, al ser cortados por la perforadora, dejan de serlo.
- Si bien lo agujeros dejados por la perforación se reponen normativamente con



concreto de la misma calidad del elemento estructural, evidentemente la reposición se trata de otro material. Los agujeros dejados por la perforación constituyen lugares probables por los que ocurran fallas futuras.

2.2.6. Ensayos en probetas cilíndricas de 6"

2.2.6.1. Norma Utilizada

- *NTP 339.033:2015 CONCRETO*. Práctica Normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en campo.
- *NTP 339.034:2015 CONCRETO*. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestra cilíndricas.

2.2.6.2. Definición

Este procedimiento implica el análisis de la resistencia a la compresión de especímenes cilíndricos de concreto de 6" de diámetro, se procede con la imposición de una carga axial de compresión. Esta aplicación se ejecuta bajo un régimen de velocidad estandarizada, manteniéndose dentro de un espectro de parámetros predefinidos, hasta el punto de fractura observable del material. La determinación cuantitativa de la resistencia compresiva del espécimen se efectúa mediante la relación entre la carga pico lograda en el transcurso del ensayo y el área seccional media del cuerpo de prueba."

El valor adquirido a partir de este procedimiento se identifica como una característica primordialmente física, la cual es de suma relevancia en el ámbito del diseño estructural. La cuantificación de esta propiedad se articula en términos de kilogramos por centímetro cuadrado (kgf/cm^2) o, alternativamente, en unidades de mega pascales (MPa), proporcionando así un indicador crucial de la capacidad de carga y resistencia del material bajo condiciones específicas de esfuerzo.



2.2.6.3. Importancia

Los datos derivados de los análisis de Resistencia a Compresión son esenciales para confirmar que la mezcla de concreto cumple con los requisitos de resistencia ($f'c$) especificados en el diseño del proyecto. Estos resultados tienen una aplicación crítica en control de calidad y autorización del concreto. Además, sirven para estimar de manera aproximada la resistencia de elementos estructurales, asegurando así la integridad y seguridad del proyecto de construcción. Esto último es esencial para determinar la secuencia de actividades constructivas subsiguientes, como la remoción de encofrados y puntales, dentro del cronograma de ejecución del proyecto.

2.2.6.4. Equipo

El equipo de ensayo debe poseer una capacidad adecuada y funcionar mediante un mecanismo automatizado, evitando la operación manual. Es imperativo que este equipo garantice una aplicación de carga sobre el espécimen a una tasa de $0,25 \pm 0,05$ Mega Pascales, de manera continua y sin fluctuaciones ni pausas.

Asimismo, la configuración de la máquina de ensayo incluirá dos placas de acero de alta resistencia, una de ellas montada sobre una articulación esférica para facilitar el ajuste preciso a la superficie superior del espécimen. La otra placa se dispondrá sobre una base sólida que sostenga la parte inferior del mismo. Durante el ensayo, es crucial mantener la paralelidad de las caras de estas placas, cuyas dimensiones deberán exceder en un mínimo de 3% el diámetro de los especímenes a ensayar.

2.2.7 Ensayos en corazones diamantinos de 4", 3" y 2".

2.2.7.1. Norma Utilizada

- ***NTP 339.059:2017 CONCRETO. Método para la obtención y ensayo de corazones diamantinos y vigas seccionadas de concreto***".
- *Información en las normas Internacionales: ASTM C 42 y AASHTO T 24.*



2.2.7.2. Definición

Esta normativa técnica detalla los métodos para la adquisición, preparación y análisis de núcleos de concreto diamantino de diámetros de 4", 3" y 2", destinados a la valoración de su capacidad de resistir fuerzas de compresión y la resistencia a la tracción resultante de compresiones diametrales. Se implementa adicionalmente para estimar la resistencia a la compresión del concreto obtenido de estructuras ya existentes. El procedimiento comprende la extracción de muestras cilíndricas de concreto de la estructura en estudio, seguido por un ensayo de compresión que tiene como finalidad determinar la integridad estructural del concreto incorporado en dicha construcción.

2.2.7.3. Importancia

Este ensayo posibilita la evaluación de la resistencia del concreto utilizando muestras representativas obtenidas mediante procesos de extracción.

La evaluación se efectúa con el fin de determinar la capacidad resistente compresiva del concreto integrado en construcciones ya existentes. Resulta crucial reconocer que la resistencia de las muestras de concreto extraídas está influenciada por variables tales como el grado de humedad al que han sido expuestas, la orientación durante su extracción y su posición específica dentro de la estructura. Es fundamental entender que la correlación entre la resistencia del hormigón de la muestra y aquella de las muestras sometidas a curado mediante procedimientos estándar no es uniforme, indicando variaciones significativas debido a estas condiciones de extracción y entorno.

2.2.7.4. Aplicaciones

Para la determinación de la resistencia del concreto en estructuras existentes, particularmente en casos donde los cilindros estandarizados, que son conformados in situ, exhiben una resistencia insuficiente, se aconseja proceder con la extracción de núcleos diamantinos de concreto ya endurecido.

Este método es aplicable en una variedad de contextos, incluyendo situaciones donde se han identificado anomalías durante la ejecución de la obra, problemas en el proceso de curado, aplicación anticipada de cargas, exposición a altas temperaturas como incendios, en estructuras de considerable antigüedad, o en instancias donde falten registros fiables de la



resistencia del concreto, entre otros posibles escenarios

2.2.7.5. Equipo

Equipo sonda provisto de brocas diamantadas. (Diamantina portátil)

Este dispositivo es un instrumento de perforación que incorpora una broca cilíndrica de pared delgada, confeccionada a partir de materiales de alta dureza y resistencia al desgaste, como el diamante o el carburo de silicio, entre otros compuestos análogos. Es imperativo que esta herramienta esté equipada con un sistema avanzado de refrigeración. Este sistema es crucial para prevenir el desgaste excesivo y la acumulación de calor en la broca durante la perforación, factores que podrían comprometer la integridad estructural del concreto durante la extracción del núcleo.

Calibrador o vernier con apreciación de por lo menos 0.5 mm.

Se trata de un equipo de medición destinado a la determinación precisa de grosores y dimensiones, tanto internas como externas, en cilindros, así como para la medición de parámetros de profundidad o altura. Este instrumento posee la capacidad de alternar entre las unidades de medida de milímetros y pulgadas, lo cual ofrece una flexibilidad considerable en la representación y análisis de los datos obtenidos.

Criterios generales a considerar: Para los núcleos diamantinos de 4", 3" y 2"; la realización de ensayos de compresión implica la extracción de núcleos de hormigón utilizando equipo de perforación equipado con brocas impregnadas con diamante. Este proceso se efectúa cuando el hormigón ha desarrollado una resistencia adecuada que previene la desadhesión entre los agregados y la matriz de cemento durante el corte. En todos los escenarios, es mandatorio que el hormigón haya alcanzado una madurez mínima de 28 días desde su colocación. Adicionalmente, se requiere la extracción de tres muestras de núcleo para cada instancia en la que la resistencia obtenida se encuentre por debajo de la resistencia a la compresión especificada para el concreto (f'_c)."

En lo que respecta al procedimiento de extracción: Es imperativo que la obtención de núcleos se realice manteniendo un ángulo perpendicular en relación a la superficie del elemento de concreto. Esta orientación precisa durante la extracción es crucial para garantizar la integridad y representatividad de la muestra y se debe prestar especial atención para asegurar que no haya juntas en la zona de extracción ni que estas estén cerca de los



bordes. Cualquier muestra dañada o defectuosa debe ser excluida del proceso. Además, es importante considerar la geometría de los especímenes obtenidos.

2.2.8 Correlación

2.2.8.1 ¿Qué es la correlación?

El análisis de correlación se enfoca en la evaluación de la magnitud y naturaleza de la asociación entre dos o más variables cuantitativas, independientemente de la presencia de una relación funcional definida entre dichas variables. Este enfoque permite discernir la fuerza y dirección de cualquier interconexión potencial existente. Cuando se trata de dos variables solamente, se habla de correlación simple y cuando se trata de más de dos variables se habla de correlación múltiple. (R., Febrero 2010).

El análisis correlacional investiga la conexión o interrelación existente entre dos variables, evaluando específicamente el nivel de asociación entre ellas a través de un coeficiente o índice de correlación. Esta medición se conoce como coeficiente de correlación lineal simple, el cual cuantifica el grado de asociación entre dichas variables (R., Febrero 2010).

2.2.8.2 Coeficiente de Correlación de Pearson

Estudia la interrelación entre dos variables continuas, indicando cuan asociadas se encuentran dos variables entre sí, sin embargo si la asociación entre las variables no es lineal, quiere decir que el coeficiente no se encuentra representado adecuadamente. En el contexto de la extracción de una muestra compuesta por n pares de observaciones (x_i, y_i), donde $i=1,2,\dots,n$, procedentes de una población (x,y) que no se presume necesariamente independiente, se emplea un estimador puntual para el coeficiente de correlación ρ . Este estimador es el coeficiente de correlación muestral r de Pearson, el cual se determina a través

$$r = \frac{n \sum xy - (\sum x)(\sum y)}{\sqrt{[n \sum x^2 - (\sum x)^2] \times [n \sum y^2 - (\sum y)^2]}}$$

de la fórmula correspondiente: (R., Febrero 2010).



2.2.8.3 Características de la correlación

- r puede ser positivo o negativo
- $-1 \leq r \leq 1$
- Si $r = 0$; no existe correlación lineal entre las variables x e y .
- Si $r < 0$; la correlación lineal es negativa entre las variables x e y .
- Si $r > 0$; la correlación lineal es positiva entre las variables x e y .

- Si $r = \pm 1$; existe una correlación lineal perfecta entre las variables x e y

- Si r se acerca a $+1$ ó a -1 , la correlación lineal entre las variables x e y es bien estrecha. (R., Febrero 2010).

- También podemos decir que cuando:
 - $0 < r \leq 0.5$, existe una correlación lineal débil entre las variables x e y .
 - $0 < r < 0.8$, existe una correlación lineal moderada entre las variables x e y .

 - $0.8 < r < 1$, existe una correlación lineal alta o fuerte entre las variables x e y .

(R., Febrero 2010)

2.2.8.4 Tipos de correlación

Podemos apreciar en la siguiente tabla:

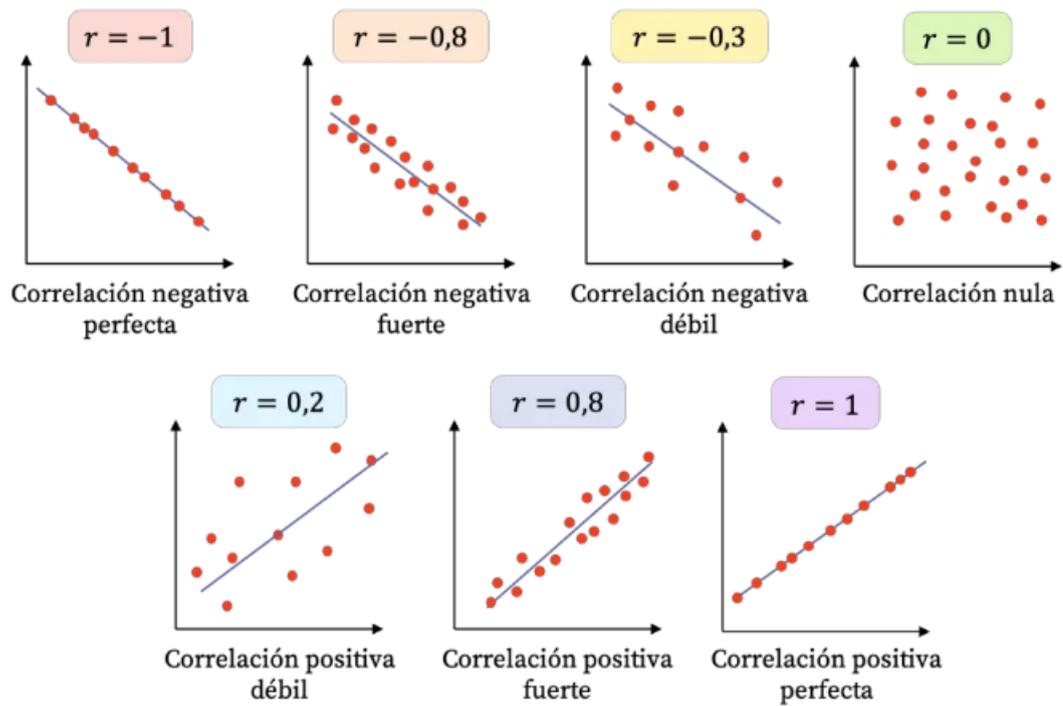
Tabla 11, Tipos de correlación

Tipos	Gráfico
Correlación lineal positiva: A medida que aumenta x , y también aumenta.	
Correlación lineal negativa: A medida que x aumenta, y disminuye.	
Sin correlación: x e y no se agrupan linealmente.	

(R., Febrero 2010)

(R., Febrero 2010)

Figura 7
Tipos de correlación



(R., Febrero 2010)

2.2.8.5 Prueba de hipótesis para el coeficiente de correlación

Puede ser que el coeficiente de correlación poblacional sea cero y que una muestra engañosa hizo que se asumiera equivocadamente una relación, por consiguiente, se debe probar la hipótesis sobre el coeficiente de correlación poblacional. Se siguen los siguientes pasos: (R., Febrero 2010).

a) Formulación de hipótesis:

$$H_0: \rho_1 = 0$$

$$H_1: \rho_1 \neq 0$$

(R., Febrero 2010)



b) Nivel de significancia: α

c) Estadística de prueba:

$$t = \frac{r - \rho}{s_r} \rightarrow t_{n-2}$$

(R., Febrero 2010)

NOTA: La estadística de prueba nos sirve para hallar el valor experimental

t_k y el valor tabular:

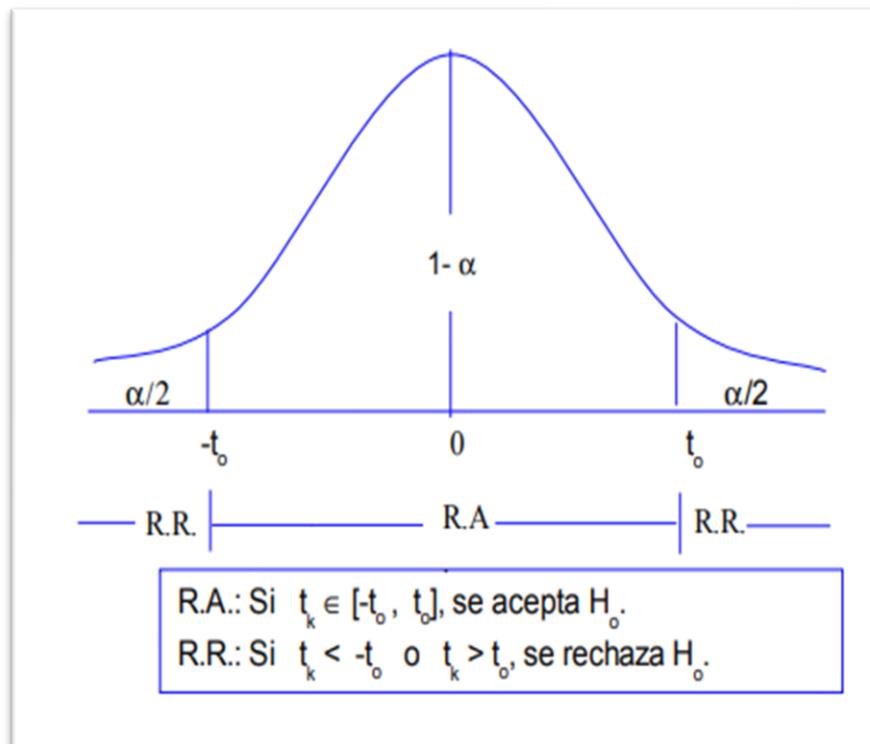
(R., Febrero 2010)

d) Establecimiento de los criterios de decisión:

Podemos apreciar en la siguiente tabla:

Figura 8

Establecimiento de criterios de decisión en una correlación (R., Febrero





✓ **Cálculos:**

$$t_k = \frac{r-\rho}{Sr} ; \text{ Donde: } S_r = \sqrt{\frac{1-r^2}{n-2}}$$

✓ **Decisión:**

Se acepta o se rechaza la hipótesis. (R., Febrero 2010).

e) Ejemplo:

Ejemplo:

Deniz tiene una comercializadora de computadoras y quiere saber si existe alguna relación lineal entre el número de llamadas hechas en un mes y el número de computadoras vendidas. Para ello, toma una muestra aleatoria de 10 representantes de ventas y determina el número de llamadas hechas por cada uno el mes pasado, así como el número de computadoras que vendió., los resultados se muestran en la siguiente tabla: (R., Febrero 2010).

X	10	15	20	25	28	30	35	40	45	50
Y	30	35	40	45	47	50	55	60	70	72

(R., Febrero 2010).

- Graficar el diagrama de dispersión e indicar si existe correlación lineal entre las variables. (R., Febrero 2010).
- Determine el coeficiente de correlación lineal e interprete.
- Pruebe si el coeficiente de correlación poblacional es diferente de cero ($\neq \rho (\rho \neq 0)$) a un nivel de significancia $\alpha = 0.05$. (R., Febrero 2010).



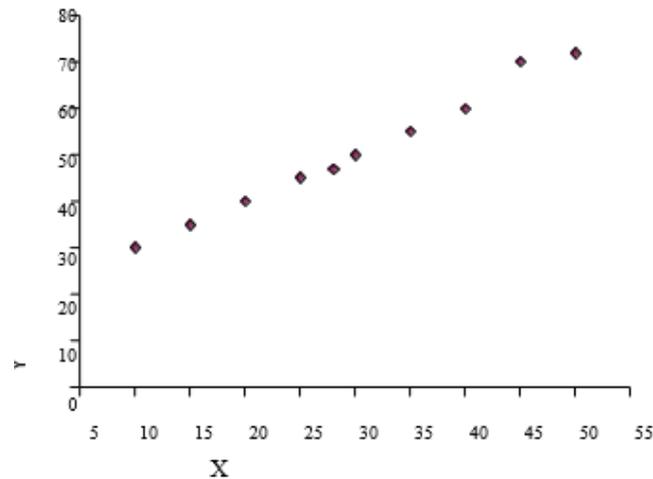
Solución:

a)

Diagrama de dispersión

Figura 9

Diagrama de dispersión



(R., Febrero 2010)

Observando el gráfico vemos que dichas variables tienen una correlación lineal positiva entre el número de llamadas realizadas en el mes y el número de computadoras vendidas. (R., Febrero 2010).

b) Utilizando el coeficiente de correlación lineal de Pearson:

$$r = \frac{n \sum xy - (\sum x)(\sum y)}{\sqrt{[n \sum x^2 - (\sum x)^2] \times [n \sum y^2 - (\sum y)^2]}}$$

$$\sum x = 298 \quad \sum x^2 = 10384 \quad \sum y = 504 \quad \sum y^2 = 27168 \quad \sum xy = 16641 \quad n = 10$$

Entonces:

$$\begin{array}{lll} \sum x = 298 & \sum x^2 = 10384 & \sum y = 504 \\ \sum y^2 = 27168 & \sum xy = 16641 & n = 10 \end{array}$$

Reemplazando las sumatorias en la fórmula obtenemos:

r = 0.9951. Dicho valor nos indica que existe una alta correlación lineal positiva.

(R., Febrero 2010).



c) Para probar la relación lineal entre las variables, llevamos a cabo la contrastación de coeficiente de correlación lineal poblacional ρ ($\rho \neq 0$). (R., Febrero 2010).

✓ **Formulación de hipótesis:**

$$H_0: \rho_1 = 0$$

$$H_1: \rho_1 \neq 0$$

(R., Febrero 2010).

✓ **Nivel de significancia: $\alpha=0.05$**

✓ **Estadística de prueba:**

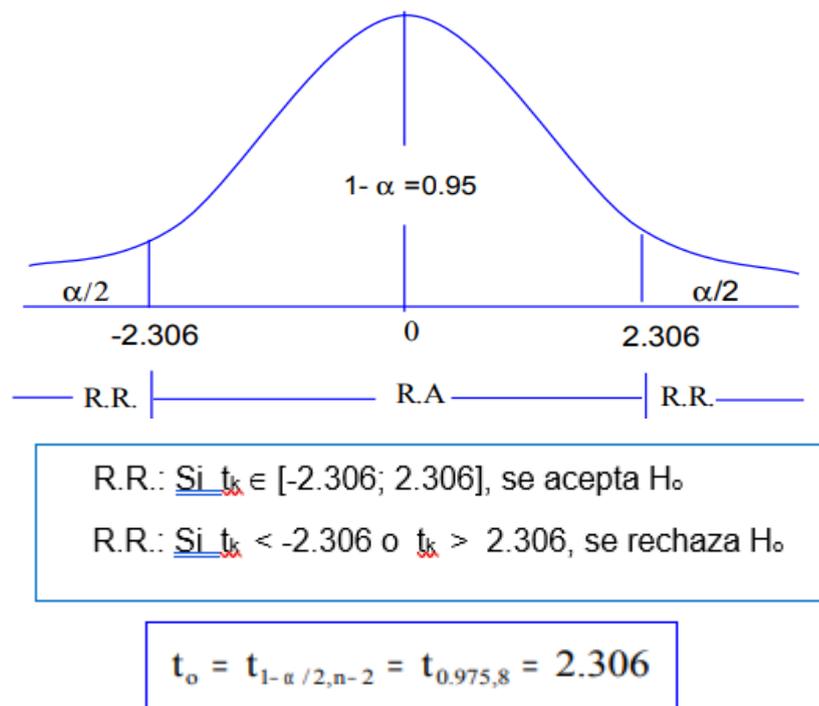
$$t = \frac{r - \rho}{S_r} \rightarrow t_{n-2}$$

$t \rightarrow t_8$ (R., Febrero 2010)

✓ **Establecimiento de los criterios de decisión:**

Se aprecian los resultados en el siguiente gráfico:

Figura 10
Criterios de decisión





✓ **Cálculos:**

$$t_k = \frac{r-\rho}{S_r} ; \text{ Donde: } S_r = \sqrt{\frac{1-r^2}{n-2}} = \sqrt{\frac{1-(0.9951)^2}{10}} = 0.0313.$$

$$t_k = \frac{0.9951-0}{0.0313} = 31.79.$$

✓ **Decisión:**

Como $t_k = 31.79 \in R.R$, rechazamos H_0 , lo que quiere decir que $\rho \neq 0$; por lo tanto existe correlación lineal entre las variables. (R., Febrero 2010).

2.2.8.6 Coeficiente de correlación (k1, k2, k3)

El **coeficiente de correlación**, también llamado **coeficiente de correlación lineal** o **coeficiente de correlación de Pearson**, es el valor de la correlación entre dos variables. Para efectos de esta investigación denominaremos a los coeficientes de correlación con las letras: (k1, k2, k3).

2.2.9 Análisis comparativo

2.2.9.1 El análisis comparativo

El método comparativo es el procedimiento de comparación sistemática de objetos de estudio que, por lo general, es aplicado para llegar a generalizaciones empíricas y a la comprobación de hipótesis (Nohlen, 2006).

El término 'método comparativo', tal como se interpreta en la literatura metodológica y en la praxis investigativa, exhibe una notable diversidad en su aplicación y entendimiento. Esta variabilidad es parcialmente atribuible al hecho de que el concepto frecuentemente se utiliza de manera intercambiable con términos como 'comparación', 'análisis comparativo', o 'investigación comparativa' (comparative research), lo que conlleva a una amplitud en su definición y aplicación. Por lo tanto, puede incluir cualquier método útil para realizar comparaciones, así como cualquier enfoque metodológico que se aplique al análisis de sistemas políticos comparados. Por lo tanto, se distingue entre diferentes métodos comparativos y se concibe en ocasiones, incluso, el estudio de cada caso como un método de investigación comparada. (Nohlen, 2006).



Por otro lado, está la comparación cuantitativa, que se apoya en una amplia variedad de casos y utiliza métodos estadísticos, como estudios transnacionales. Por lo tanto, desde un enfoque metodológico, esta comparación debe clasificarse dentro de los métodos estadísticos. Como quiera que sea, con la decisión del investigador de proceder comparativamente no está resuelto aún el problema metodológico, sino que apenas comienza la reflexión metodológica consciente. (Nohlen, 2006).

2.2.9.2 Comparación y método comparativo

El método comparativo es una técnica de investigación que implica la comparación sistemática de objetos de estudio para generalizar y comprobar hipótesis. Aunque se usa comúnmente como sinónimo de comparación o análisis comparativo, abarca diversos métodos que facilitan la comparación, incluyendo el análisis de sistemas políticos. Se diferencia entre métodos comparativos cualitativos y cuantitativos, siendo los últimos partes de métodos estadísticos. (Nohlen, 2006)

Hay dos entendimientos básicos del método comparativo: uno amplio, que lo equipara con cualquier procedimiento científico comparativo, y otro estricto, que lo reserva para comparaciones planeadas que buscan conocimiento científico. Este método es fundamental en ciencias sociales, pero su definición indiferenciada puede diluir las particularidades de cada método. (Nohlen, 2006).

La comparación es esencial en la ciencia política para la formación de conceptos y no se limita a fenómenos individuales, ya que incluso las descripciones más simples utilizan una conceptualización comparativa. Además, sirve como criterio para interpretar valorativamente hallazgos empíricos y confrontar realidades sociales y políticas con normativas del "buen orden". (Nohlen, 2006).

Según Alfred Grosser, la comparación también permite entender lo desconocido a través de lo conocido, descubrir nuevas perspectivas y resaltar diferencias para sistematizar. Estos fines son especialmente relevantes en ciencia política y contribuyen a la lógica de la comparación como método científico. (Nohlen, 2006).



2.2.9.3 Distinciones básicas: Investigación cualitativa y cuantitativa

El método comparativo en ciencias sociales busca investigar relaciones causales aislando variables independientes y dependientes, actuando como un sustituto del experimento. Se diferencia en enfoques cualitativos y cuantitativos, determinados principalmente por el número de casos estudiados. La variante cualitativa es central en la reflexión metodológica, especialmente útil cuando los métodos estandarizados no son aplicables debido a limitaciones experimentales o a un número reducido de casos. Arend Lijphart, destacando el método comparativo cualitativo, propone estrategias de investigación que faciliten la transición al enfoque estadístico-cuantitativo, resaltando la capacidad científica y práctica de ambos enfoques en la investigación cualitativa. (Nohlen, 2006)

2.2.9.4 Método comparativo en la investigación cualitativa

El método comparativo cualitativo enfrenta la dificultad de manejar muchas variables con pocos casos. Su aplicación no se limita a una sola función; incluye heurística, generalización empírica, generación y comprobación de hipótesis. Según Hugh Stretton, es más efectivo en plantear preguntas que en probar teorías. Permite formular hipótesis específicas basadas en las particularidades de cada caso. Sartori y Lijphart destacan su utilidad en la medición y prueba empírica, respectivamente. La selección cuidadosa de casos según criterios como objeto, contexto, tiempo y espacio es crucial para la calidad de la investigación. Diferentes enfoques, ya sea estudios binarios o análisis cuantitativos de muchos casos, tienen sus ventajas y limitaciones. El método comparativo se basa en una relación tensa entre generalización y detalle, esencial para su correcta aplicación. (Nohlen, 2006)

2.2.9.5 Formas de aplicación del método comparativo

El método comparativo en la investigación es complejo y no se limita a una sola forma de aplicación. Requiere decisiones metodológicas para enfocarse en ciertas variables y excluir otras. Incluye:

Ámbito del Objeto: Diferencia entre comparaciones de estructuras amplias (como sociedades, sistemas políticos) y segmentos específicos (partidos, sindicatos). Se enfoca en el contexto sociocultural para comparaciones fructíferas.



Contexto: Importancia de diferenciar entre contextos homogéneos y heterogéneos, facilitando investigaciones mediante la comparación de equivalencias funcionales en contextos heterogéneos.

Tiempo: Incluye comparaciones diacrónicas (a lo largo del tiempo, con menos casos y contextos más constantes) y sincrónicas (en el mismo tiempo, con más casos y contextos difíciles de controlar).

Espacio: Varía desde comparaciones nacionales hasta análisis supraestatales e internacionales, cada uno con sus propias características.

Estrategias de Investigación: Diferencia entre el método de concordancia (busca similitudes en variables operativas y diferencias en variables de contexto) y el método de diferencia (requiere diferencia en variables operativas y homogeneidad en variables de contexto), según John Stuart Mill. (Nohlen, 2006)

Arend Lijphart propone una estrategia que minimiza la variación en variables de contexto y maximiza la variación en variables operativas. En resumen, el método comparativo involucra un equilibrio cuidadoso y una selección estratégica de casos y variables, considerando el contexto, el tiempo y el espacio. (Nohlen, 2006)

2.2.9.6 Importancia de realizar un Análisis Comparativo en una investigación

El propósito de analizar los datos de investigación es obtener información que pueda ser útil para una investigación te permite:

- Describir y resumir los datos
- Identificar la relación entre variables
- Comparar variables
- Identificar la diferencia entre variables
- Pronosticar resultados

Fuente: Ebook “Metodologías de investigación avanzadas”.



2.2.10 Parámetros Estadísticos

a) Varianza

Es una medida de dispersión, es una medida de la desviación cuadrada promedio alrededor de la media muestral:

S^2 = Varianza de una muestra

$$S^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{N - 1}$$

$$S^2 = \frac{(X_1 - \bar{X})^2 + (X_2 - \bar{X})^2 + (X_3 - \bar{X})^2 + \dots + (X_N - \bar{X})^2}{N - 1}$$

Siendo:

- **X_i** : ($X_1, X_2, X_3 \dots X_n$). Son un conjunto de datos.
- **\bar{X}** : Media aritmética de X_i .
- **N** : Numero de datos.
- **d** = Error que se acepta en la Investigación.
- **Z** = Cuantil de la distribución normal estándar considerando $(1 - \alpha/2)$ de confianza, Indica el nivel de certeza de que el valor real del parámetro en la población se encuentra dentro de la muestra calculada (Determinado a partir de los datos presentados en las tablas del área bajo la curva de distribución normal). **Cuanta más Confianza se desee, será más elevado el número de sujetos (especímenes) necesarios y se fija en función del interés del Investigador.**

b) Desviación estándar

La desviación estándar constituye un indicador cuantitativo de dispersión o variabilidad en el ámbito de la estadística descriptiva. Este parámetro se emplea para evaluar el grado de variación o dispersión con el que los puntos de datos individuales se distancian del valor medio. Una desviación estándar reducida señala que los puntos de datos se agrupan estrechamente alrededor del promedio, mientras que una desviación estándar elevada indica que los datos se extienden sobre un espectro más amplio de valores. La desviación estándar es una de las principales medidas estadísticas que intervienen en el cálculo de la muestra de una investigación, y también es una medida de riesgo que utilizan los analistas,



los gestores de carteras y los asesores.

La desviación estándar es un componente fundamental para calcular la magnitud del conjunto de datos en la investigación. La ecuación empleada para su cálculo se define de la siguiente manera:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (X_i - \bar{X})^2}{N-1}}$$

- * S = Desviación estándar.
- * \sum = Suma de.
- * X = Cada valor.
- * \bar{X} = Media aritmética.
- * N = Numero de las muestras.

c) Coeficiente de variación

El coeficiente de variación es una herramienta estadística utilizada para medir la magnitud de la variabilidad de un conjunto de datos en comparación con su promedio. Se calcula dividiendo la desviación estándar de los datos por su media. Este coeficiente se expresa como un porcentaje y se conoce por sus iniciales CV. También se le llama **coeficiente de variación de Pearson**.

El coeficiente de variación se calcula dividiendo la desviación típica o desviación estándar por la media y luego multiplicando el resultado por 100. Para calcular este coeficiente, primero se debe determinar la desviación estándar y el promedio aritmético de los datos. Después, se divide la desviación estándar entre el promedio y, finalmente, se multiplica por 100.

De modo que la fórmula del coeficiente de variación es la siguiente:

$$CV = \frac{S}{\bar{X}} * 100$$

- * S = Desviación estándar.
- * \bar{X} = Media aritmética.



d) Mínimo: Corresponde al valor de la observación mínima, denotada como $x(1)$.
(Statgraphics, 2007)

e) Máximo: Representa el valor de la observación máxima en el conjunto de datos, identificado como $x(n)$. (Statgraphics, 2007)

f) Rango: Constituye un índice de medida de la dispersión, definido como la diferencia entre el valor máximo y el mínimo en el conjunto de datos.:

$$R = x(n) - x(1), \text{ (Statgraphics, 2007)}$$

g) Sesgo

Representa un parámetro de forma, específicamente una cuantificación de la asimetría, que se determina conforme a: (Statgraphics, 2007)

$$g1 = \frac{N \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^3}{(N - 1)(N - 2)S^3}$$

* S = Desviación estándar.

* \sum = Suma de.

* X = Cada valor.

* \bar{x} = Media aritmética.

* N = Numero de las muestras.

(Statgraphics, 2007)

Un valor aproximado a cero (0) sugiere una distribución de datos con una simetría cercana a la perfección. Un sesgo con valor positivo denota una cola derecha más extensa en comparación con la izquierda, en tanto que un sesgo negativo señala una cola izquierda más prolongada que la derecha. (Statgraphics, 2007)

h) Sesgo Estadístico

El **sesgo estadístico** es la diferencia entre el valor de un estimador estadístico y el valor real del parámetro estimado. En estadística, el sesgo se refiere al error que se comete al estimar un parámetro. Por lo tanto, la meta de un estudio estadístico es calcular parámetros sin sesgo. Si el sesgo de un estimador es cero, se dice que es un estimador insesgado o no sesgado.



Tipos de sesgo

- ✓ Sesgo de selección: ocurre cuando se elige de manera incorrecta la muestra del estudio.
- ✓ Sesgo de información: surge cuando hay un error en la medición.
- ✓ Sesgo estadístico de confusión: consiste en pensar que la causa de un efecto es una variable que está relacionada con la variable que realmente es la causante del efecto (Probabilidad Estadística , 2016).

i) Sesgo Estandarizado

Convierte la estadística de sesgo calculada anteriormente a un valor que tiene aproximadamente una distribución normal estándar en muestras grandes: (Statgraphics, 2007)

$$z_1 = \frac{g_1}{\sqrt{\frac{6}{n}}}$$

Al nivel de significancia del 5%, se podría declarar un sesgo significativo si z_1 cae fuera del intervalo (-2, +2). (Statgraphics, 2007)

j) Curtosis

Es un indicador de la agudeza o aplanamiento de una distribución en comparación con una distribución de tipo campana. (Statgraphics, 2007)

Un valor próximo a cero (0) sugiere una distribución con una forma casi perfectamente campaniforme, típica de una distribución normal. Una curtosis positiva denota una distribución con un pico más pronunciado en su centro y colas más extensas que en una distribución normal. Por otro lado, una curtosis negativa implica una distribución más aplanada que lo normal, con colas más cortas. Esta medida suele ser pertinente principalmente para describir muestras de datos que exhiben simetría y se simboliza mediante: (Statgraphics, 2007)

$$g_2 = \frac{n(n+1)\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^4}{(n-1)(n-2)(n-3)s^4} - \frac{3(n-1)^2}{(n-2)(n-3)}$$



- * S = estándar Desviación.
 - * \sum = Suma de.
 - * X = Cada valor.
 - * \bar{x} = Media aritmética.
 - * N = Numero de las muestras.
- (Statgraphics, 2007)

k) Curtosis Estandarizada.

Transforma la estadística de curtosis, previamente calculada, en un valor que se aproxima a una distribución normal estándar en muestras de gran tamaño: (Statgraphics, 2007)

$$z_2 = \frac{g_2}{\sqrt{\frac{24}{n}}}$$

Bajo un nivel de significancia del 5%, se podría inferir una curtosis estadísticamente significativa si el valor de z^2 se sitúa fuera del rango (-2, +2). (Statgraphics, 2007)

- ✓ **Suma:** corresponde al total acumulado de los valores de datos.
- ✓ **Suma de Cuadrados:** representa el total acumulado de los cuadrados de los valores de datos.

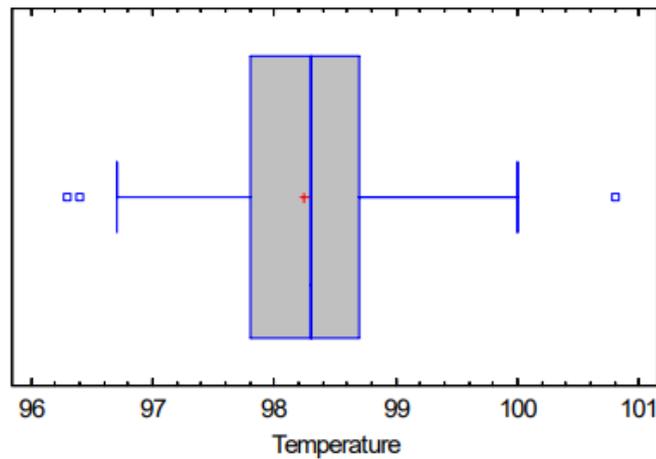
En el caso de los datos de temperatura corporal, todas las medidas de tendencia central son notablemente coherentes, como se esperaría en el caso de que la temperatura corporal se distribuyera de manera simétrica, similar a una distribución normal. Tanto el sesgo como las curtosis estandarizadas se encuentran en el intervalo de -2 a +2, lo que sugiere que no existen desviaciones significativas en la forma respecto a una distribución normal. (Statgraphics, 2007)

l) Gráfico de caja y bigotes

Esta ventana presenta el gráfico de caja y bigotes.



Figura 11
Diagrama de caja y bigotes



Este gráfico se construye de la siguiente forma: (Statgraphics, 2007)

- ✓ Se traza una caja que va desde el cuartil inferior hasta el cuartil superior de la muestra, abarcando así el rango que contiene el 50% central de los datos ordenados en forma ascendente.
- ✓ Se dibuja una línea vertical en la mediana (el valor de en medio).
- ✓ Si se solicita, un signo de más se coloca en el lugar de la media muestral.

Fuente: STATGRAPHICS – Rev. 4/25/2007 © 2005 por StatPoint, Inc. Análisis de Una Variable – 11. (Statgraphics, 2007)

En la representación gráfica de un diagrama de caja, los bigotes se extienden desde los límites de la caja, que encapsula la distribución central de los datos, hasta alcanzar los valores máximos y mínimos observados dentro del conjunto de datos, excluyendo cualquier observación anómala. Estas anomalías, definidas por John Tukey, se identifican como puntos extremos y puntos extremos lejanos. Los primeros se caracterizan por situarse a una distancia superior a 1.5 veces el rango intercuartílico (IQR) - la amplitud de la caja - por encima o por debajo de los límites de la caja, y se señalan mediante símbolos específicos. Los puntos extremos lejanos, en cambio, son aquellos que exceden 3 veces el IQR y se distinguen con símbolos adicionales, generalmente un signo de más superpuesto. En presencia de estos puntos aberrantes, ya sean extremos o extremos lejanos, los bigotes del diagrama se ajustan para terminar en los valores máximo y mínimo que no se clasifican como tales anomalías. (Statgraphics, 2007)



La representación gráfica en análisis para los datos de temperatura corporal exhibe una notable simetría. Este equilibrio se evidencia en la proximidad del signo de la media con la línea de la mediana, así como en la similitud en la longitud de los bigotes del gráfico, que indican una distribución homogénea de los valores de temperatura. Es destacable la presencia de tres puntos extremos en el conjunto de datos. Desde una perspectiva estadística, en una muestra de 130 observaciones provenientes de una distribución normal, la aparición de puntos extremos puede ser un evento esperado, ocurriendo aproximadamente en la mitad de los casos, aunque típicamente se observan uno o dos de estos puntos. Sin embargo, la ausencia de puntos extremos lejanos en este análisis es un hecho significativo, ya que su presencia es excepcionalmente rara en distribuciones normales, subrayando la normalidad de la distribución de la temperatura corporal en esta muestra. (Statgraphics, 2007).

m) Prueba t para muestras independientes

La prueba t para muestras independientes, también conocida como prueba t no pareada, constituye un método estadístico utilizado para evaluar si existen diferencias significativas en las medias de dos conjuntos de datos que son independientes entre sí. Este análisis se fundamenta en la comparación de dos grupos no relacionados, permitiendo inferir si las diferencias observadas en las medias de las muestras pueden atribuirse a una variabilidad aleatoria o si, por el contrario, reflejan una diferencia real en las poblaciones de las cuales las muestras fueron extraídas. (Data Lab, 2020).

La prueba t para muestras independientes se emplea en el análisis estadístico para formular hipótesis respecto a las características poblacionales, utilizando como base dos conjuntos de datos independientes. Este procedimiento implica una comparación detallada de las medias de ambas muestras. Si la disparidad entre estas medias alcanza un umbral estadísticamente significativo, se deduce que existen diferencias sustanciales entre los grupos representados por las muestras. Este método permite, por lo tanto, determinar si las variaciones observadas en las medias de las muestras son indicativas de diferencias inherentes entre las poblaciones de las cuales dichas muestras fueron obtenidas. (Data Lab, 2020).



Figura 12
Prueba t



- **¿Por qué necesitamos la prueba t para muestras independientes?**

Para investigar la existencia de diferencias en parámetros poblacionales específicos, como la discrepancia salarial entre géneros, donde el universo de estudio es excesivamente amplio para un análisis exhaustivo (en este caso, los salarios de todos los hombres y mujeres), se recurre a la técnica de muestreo. Este proceso implica seleccionar un subconjunto representativo de la población, en este ejemplo, mediante la implementación de una encuesta distribuida de manera aleatoria. Con el fin de extrapolar conclusiones válidas sobre la población total a partir de esta muestra, se utiliza la prueba t para muestras independientes. **Esta prueba estadística permite evaluar si las diferencias observadas en los salarios de los grupos de hombres y mujeres en la muestra son suficientemente significativas para inferir que dichas diferencias existen en la población general. (Data Lab, 2020).**

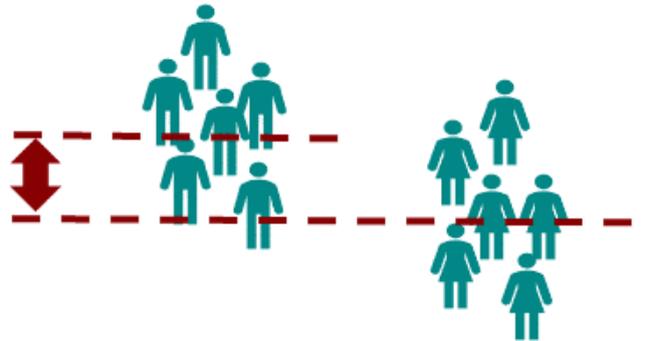
- **¿Cómo funciona la prueba t para muestras independientes?**

La prueba t para muestras independientes es un procedimiento estadístico que evalúa la relación entre la diferencia de medias de dos grupos y el error estándar de la media. Este error estándar refleja la dispersión de la media muestral y proporciona una estimación de la distancia a la que podría encontrarse la media muestral de la media poblacional real. Una variabilidad considerable en el valor medio sugiere que las diferencias observadas entre las medias de ambos grupos podrían ser atribuibles a variaciones aleatorias. **En consecuencia, la prueba t se utiliza para determinar si la diferencia entre las medias de los grupos es estadísticamente significativa y no simplemente el resultado de fluctuaciones aleatorias dentro de las muestras. (Data Lab, 2020)**



Figura 13

Prueba t muestras independientes



En el contexto de la prueba t para muestras independientes, la significancia estadística de la diferencia entre las medias de dos grupos está intrínsecamente vinculada al tamaño de dicha diferencia y al error estándar de la media. Un incremento en la magnitud de la diferencia entre las medias de los grupos, acompañado de una reducción en el error estándar, conlleva una disminución en la probabilidad de que las diferencias observadas en las medias de las muestras sean atribuibles a fluctuaciones aleatorias. (Data Lab, 2020).

- **¿Qué son las muestras independientes?**

En el ámbito del análisis estadístico, el concepto de muestras independientes se refiere a la condición en la cual los elementos de un grupo no tienen correspondencia o vinculación directa con los elementos de otro grupo. Esta independencia se manifiesta claramente en situaciones donde los grupos en estudio son intrínsecamente distintos y mutuamente excluyentes, como en la comparación entre grupos de género (hombres frente a mujeres) o entre grupos académicos diferenciados (estudiantes de psicología en contraste con estudiantes de matemáticas). En tales escenarios, la asignación de un individuo o caso a un grupo determinado es excluyente, impidiendo su pertenencia simultánea o su traslado a otro grupo. Esta delimitación clara y definida entre los grupos es fundamental para la validez de técnicas estadísticas como la prueba t para muestras independientes. (Data Lab, 2020)

- **Prueba t de muestra dependiente frente a prueba t de muestra independiente**

La distinción fundamental entre la prueba t para muestras dependientes y la prueba t para muestras independientes reside en la naturaleza de las muestras analizadas. En el caso de la



prueba t para muestras dependientes, se utiliza cuando las muestras están emparejadas o relacionadas de alguna manera, como en estudios longitudinales donde se miden los mismos sujetos en diferentes momentos. Por otro lado, la prueba t para muestras independientes se aplica cuando las muestras analizadas son completamente independientes entre sí, es decir, no existe ninguna relación o emparejamiento entre los sujetos de los diferentes grupos. Esta diferencia en la estructura de las muestras es crucial, ya que determina la metodología estadística apropiada para evaluar diferencias en los datos y sacar conclusiones válidas. (Data Lab, 2020).

Cuando el objetivo del análisis estadístico es comparar dos conjuntos distintos, ya sean derivados de una única muestra segmentada o de dos muestras separadas, se recurre a la prueba t de muestras independientes. Esta técnica es aplicable en situaciones donde los grupos en estudio no tienen una relación directa o emparejamiento entre sí, manteniendo así su independencia.

- **Ejemplos de la prueba t de muestra independiente**

La prueba t de muestras independientes se posiciona como una herramienta estadística de amplia aplicación en diversos campos, destacándose por su importancia en áreas como la bioestadística y el marketing. Esta técnica es esencial para comparar las medias de dos grupos distintos y determinar si las diferencias observadas son estadísticamente significativas.

Ejemplo en Bioestadística:

Un caso clásico en el ámbito farmacéutico involucra a una empresa que desea evaluar la eficacia de un nuevo medicamento, por ejemplo, para la pérdida de peso. Para ello, se administra el fármaco X a 20 individuos y un placebo a otros 20, y luego se analizan los resultados utilizando la prueba t de muestras independientes para determinar si existen diferencias significativas en los efectos del medicamento comparado con el placebo. (Data Lab, 2020).

Ejemplo en Ciencias Sociales:

En estudios sociodemográficos, se podría emplear esta prueba para investigar si existe una diferencia en la salud entre personas con titulación universitaria y aquellas sin ella. Esta aplicación permite explorar y cuantificar las posibles disparidades en indicadores de salud entre estos dos grupos educativos. (Data Lab, 2020).

Ejemplo Técnico:



En el sector industrial, específicamente en el control de calidad, la prueba t de muestras independientes puede utilizarse para comparar la consistencia en la producción de tornillos en dos líneas de fabricación diferentes. Mediante la comparación de los pesos de 50 tornillos de cada línea, esta prueba ayuda a determinar si hay una diferencia estadísticamente significativa en el peso promedio de los tornillos producidos por cada máquina. (Data Lab, 2020).

- **Pregunta de investigación e hipótesis**

Cuando el propósito del análisis estadístico es determinar si existen diferencias significativas entre dos grupos independientes, se hace necesario calcular la prueba t para muestras independientes. Este procedimiento estadístico es fundamental para evaluar la hipótesis de que las medias de dos grupos distintos y no relacionados difieren de manera estadísticamente relevante. La implementación de esta prueba permite inferir, con base en los datos recopilados, si las variaciones observadas entre los grupos son producto de factores inherentes a las poblaciones representadas o si, por el contrario, pueden atribuirse a variaciones aleatorias dentro de las muestras. Pero antes de calcular la prueba t, tienes que formular una pregunta de investigación y definir las hipótesis (Data Lab, 2020).

- **Pregunta de investigación para la prueba t de muestra independiente**

La formulación de la pregunta de investigación constituye un elemento clave para delimitar el enfoque y el alcance del análisis en estudios estadísticos. En el contexto de la prueba t para muestras independientes, la interrogante central suele ser: "**¿Existe una diferencia estadísticamente significativa entre los valores medios de dos grupos independientes?**". Esta pregunta general se adapta específicamente a cada contexto de investigación para guiar el análisis. (Data Lab, 2020)

En los ejemplos previamente mencionados, las preguntas de investigación específicas se plantean de la siguiente manera: (Data Lab, 2020).

En el ámbito farmacéutico: "¿Contribuye el fármaco X a la pérdida de peso de manera significativa en comparación con un placebo?" Aquí, la prueba t para muestras independientes se utiliza para comparar los cambios en el peso entre los grupos que recibieron el fármaco y el placebo. (Data Lab, 2020)

En el contexto de las ciencias sociales: "¿Hay diferencias significativas en la salud entre individuos con titulación universitaria y aquellos sin ella?" Este enfoque permite evaluar las



disparidades en indicadores de salud entre dos grupos educativos distintos. (Data Lab, 2020)

En el área técnica o de producción: "¿Existe una diferencia estadísticamente significativa en el peso de los tornillos producidos por dos líneas de producción diferentes?" La pregunta se centra en determinar si las variaciones en el peso de los tornillos son sistemáticas o aleatorias entre las líneas de producción. (Data Lab, 2020)

- **Hipótesis para la prueba t de muestra independiente**

El proceso de formulación de hipótesis es un paso crucial en la investigación cuantitativa y se deriva directamente de la pregunta de investigación. Las hipótesis son afirmaciones tentativas sobre la realidad, cuya veracidad se presume, pero aún no ha sido comprobada. En el marco de la prueba t para muestras independientes, se establecen dos hipótesis diametralmente opuestas: la hipótesis nula (H_0) y la hipótesis alternativa (H_a). (Data Lab, 2020)

Hipótesis Nula (H_0)

La hipótesis nula postula la inexistencia de diferencias entre las medias de los dos grupos poblacionales en estudio. Se asume que no hay variación significativa en el parámetro analizado entre los grupos, sugiriendo que ambos grupos son muestras de una misma población. Matemáticamente, se expresa como: **$H_0: \mu_a = \mu_b$** . (Data Lab, 2020)

Por ejemplo, en un estudio sobre disparidades salariales, la hipótesis nula afirmarí que no existe diferencia en el salario medio entre hombres y mujeres. (Data Lab, 2020).

Hipótesis Alternativa (H_a).

Por otro lado, la hipótesis alternativa sostiene que sí existen diferencias significativas entre las medias de los dos grupos. Implica que las medias poblacionales no son iguales y que los grupos en cuestión representan poblaciones distintas. La hipótesis alternativa se formula en contraposición directa a la hipótesis nula y busca ser demostrada o apoyada por los datos. (Data Lab, 2020).



Estas hipótesis forman la base para la realización de pruebas estadísticas y la interpretación de sus resultados, permitiendo al investigador llegar a conclusiones fundamentadas sobre las relaciones existentes entre los grupos estudiados. (Data Lab, 2020).

$$H_a: \mu_a \neq \mu_b$$

Ejemplo: Existe **una diferencia** entre el salario de hombres y mujeres (INACAL, 2019).

- **Calcular la prueba t para muestras independientes**

El cálculo del estadístico t para muestras independientes involucra la evaluación de la homogeneidad de las varianzas entre los dos grupos en cuestión. Esta evaluación determina la selección de la formulación adecuada del estadístico t, la cual varía dependiendo de la presunción de igualdad o desigualdad de las varianzas. La Prueba de Levene, un procedimiento preponderante en el análisis de datos, se aplica para contrastar la hipótesis nula que postula la igualdad de varianzas entre los grupos. Un valor p resultante de la Prueba de Levene que es menor al umbral convencional del 5% conduce a rechazar la hipótesis nula, lo que implica que las varianzas de los dos grupos difieren significativamente. Bajo esta circunstancia, se procede con una versión del estadístico t que ajusta por esta desigualdad en las varianzas para obtener una inferencia estadística válida.

Varianzas iguales (homogéneas)

Dentro del proceso de análisis estadístico para comparar medias de dos grupos independientes, la suposición de homogeneidad de varianzas es crítica. Cuando la Prueba de Levene resulta en un valor p superior al umbral establecido del 5%, se concluye que no hay evidencia suficiente para rechazar la hipótesis nula de igualdad de varianzas entre los grupos. En este contexto, se entiende que las varianzas son homogéneas y, por ende, se emplean los estadísticos de la prueba t que asumen dicha igualdad. Esta suposición simplifica los cálculos y permite la utilización de la distribución t de Student para la inferencia estadística, manteniendo la estabilidad de los errores de Tipo I y la potencia de la prueba.



CAPÍTULO III

HIPÓTESIS, VARIABLES E INDICADORES

3.1. Hipótesis General

Los especímenes de núcleos diamantinos de concreto de 4", 3" y 2" se correlacionan significativamente con las probetas cilíndricas de concreto de 6".

3.2 Hipótesis Específicas

- Al determinar los resultados de los ensayos entre las probetas cilíndricas de concreto de 6" y de los corazones diamantinos de 4", 3" y 2" de un determinado concreto, podremos evaluar cuantitativamente el efecto de escala de estos corazones diamantinos, haciendo énfasis estrictamente en la relación Altura/diámetro ($H/D = 2$) de cada espécimen de corazones diamantinos estudiado.
- Se espera que los factores de correlación K1, K2 y K3 entre las resistencias a compresión de las probetas cilíndricas de concreto de 6" y los corazones diamantinos de 4", 3" y 2" sean significativamente positivos. K1 tendrá una correlación alta, sugiriendo que los núcleos de 4" son confiables. K2 mostrará correlación moderada y K3 baja, limitando su uso en la evaluación

3.3 Identificación de Variables

3.3.1 Variables Independientes

3.3.1.1 Variable independiente 1

Especímenes de núcleos diamantinos de 4", 3" y 2" de un determinado concreto

3.3.1.2 Variable independiente 2

Factor de escala en la relación Altura/Diámetro de los corazones diamantinos de concreto de 4", 3" y 2".

3.3.1.3 Variable independiente 3

Evaluación y Análisis de la resistencia a la compresión de las probetas cilíndricas de concreto de 6" y de los corazones diamantinos de concreto de 4", 3" y 2".



3.3.2 Variables dependientes

3.3.2.1 Variable dependiente

Probetas cilíndricas de concreto de 6" de un determinado concreto.

3.4 Indicadores

3.4.1 Indicador 1

Resistencia a la compresión de las muestras.

3.4.2 Indicador 2

Valor cuantitativo de las resistencias a la compresión de las muestras a investigar en (Kgf/cm²).

3.4.3 Indicador 3

Obtención y ensayos de las muestras.

3.4.4 Indicador 4

Relación Altura/Diámetro (H/D) de las muestras.

3.4.5 Indicador 5

Análisis de los resultados obtenidos.

3.4.6 Indicador 6

Valor cuantitativo de los factores de correlación (K1, K2 y K3).



3.5 Operacionalización de Variables

EVALUACION DE LAS RESISTENCIAS DE ESPECIMENES DE NUCLEOS DIAMANTINOS DE CONCRETO DE 4", 3" Y 2", CON RESPECTO A TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO DE 6"

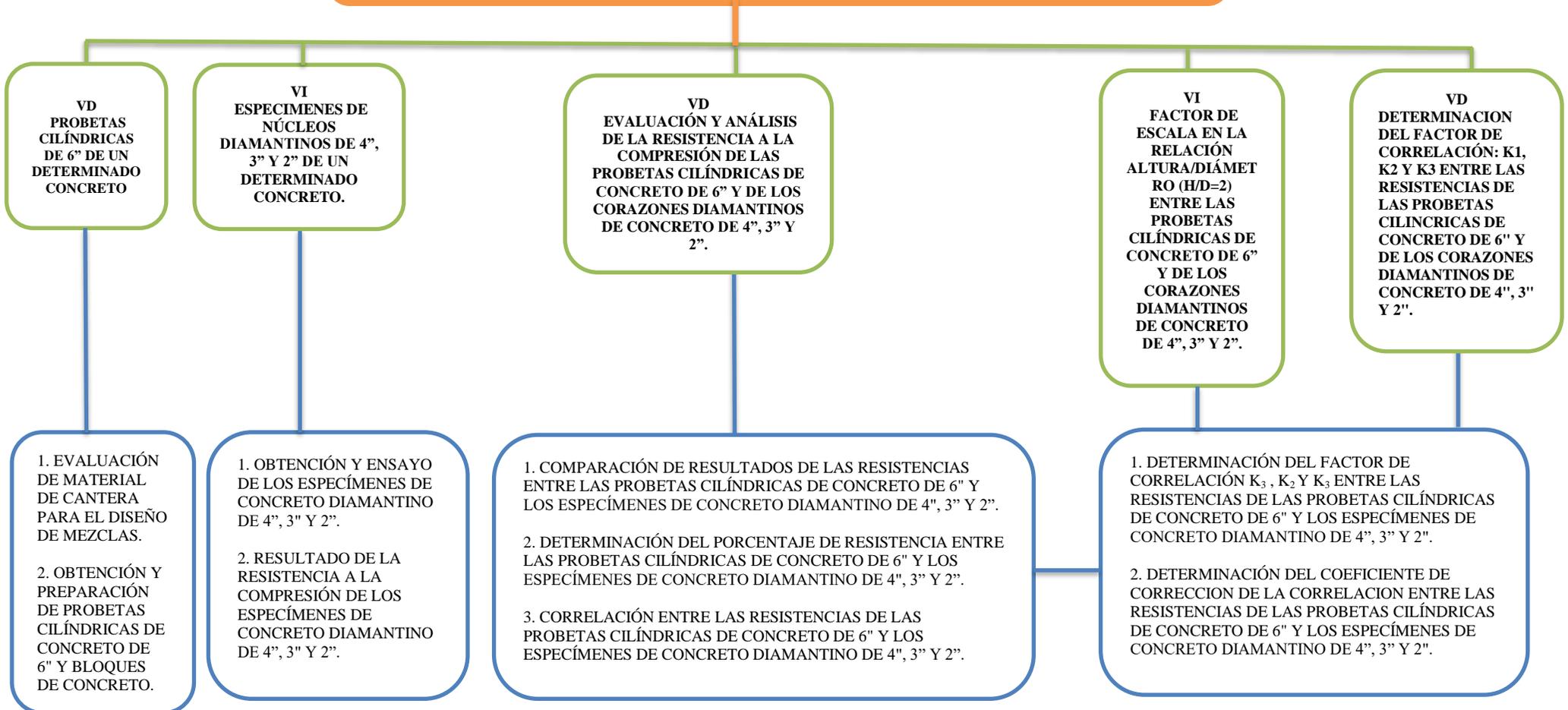




Tabla 12
Variables de la matriz de consistencia.

VARIABLE	TIPO DE VARIABLE	NATURALEZA	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	INDICADORES	INSTRUMENTOS
Probetas cilíndricas de 6" de un determinado concreto.	Dependiente	Cuantitativa	CONCRETO. Practica Normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en campo.	Cumplimiento con la Norma Técnica NTP 339.033 – 2015	Norma Técnica NTP 339.033 - 2015
Especímenes de núcleos diamantinos de 4", 3" y 2" de un determinado concreto.	Independiente	Cuantitativa	CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestra cilíndricas.	Cumplimiento con la Norma NTP 339.034 – 2015	Norma Técnica NTP 339.034 - 2015
Factor de escala en la relación Altura/Diámetro de los corazones diamantinos de concreto de 4", 3" y 2".	Independiente	Cuantitativa	CONCRETO. Método para la obtención y ensayo de corazones diamantinos y vigas seccionadas de concreto.	Cumplimiento con la Norma Técnica NPT 339.059-2017	Norma Técnica NPT 339.059 - 2017
Evaluación y Análisis de la resistencia a la compresión de las probetas cilíndricas de concreto de 6" y de los corazones diamantinos de concreto de 4", 3" y 2".	Independiente	Cuantitativa	CONCRETO. Método para la obtención y ensayo de corazones diamantinos y vigas seccionadas de concreto.	Cumplimiento con la Norma Técnica NPT 339.059-2017	Norma Técnica NPT 339.059 - 2017



CAPÍTULO IV METODOLOGÍA

4.1 Tipo y Diseño de Investigación

4.1.1 Tipo de Investigación

El tipo de Investigación de esta tesis es aplicada, descriptiva, explicativa, comparativa y con tendencia normativa.

4.1.2 Enfoque de Investigación

La presente Investigación es de enfoque Cuantitativo.

4.1.3 Diseño de Investigación

La investigación es Experimental ya que se basará en los principios del método científico y que tendrá que pasar por laboratorios y gabinete para su posterior análisis. (Sampieri, 2014).

4.2 Unidad de Análisis

La unidad de análisis será la determinación de la correlación entre las resistencias de las probetas cilíndricas de concreto de 6" y los corazones diamantinos de 4", 3" y 2".

4.3 Población de estudio

La población de estudio será la ciudad de Cusco, región de Cusco.

4.4 Toma de muestras

La toma de muestras se realiza mediante lo estipulado en las normas técnicas:

- NTP 339.033 – 2015, CONCRETO. Práctica Normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en campo, (NTP 339.033, 2015)
- NTP 339.034 – 2015, CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestra cilíndricas. (NPT 339. 034, 2015)
- NPT 339.059-2017, CONCRETO. Método para la obtención y ensayo de corazones diamantinos y vigas seccionadas de concreto. (NPT 339.059, 2017)
- AASHTO T 24M/T 24, Método estándar de prueba para obtener y probar núcleos y vigas aserradas de concreto. (AASHTO T 24 M/T , 2015)
- ASTM C 42, Método de prueba estándar para obtención y ensayo de núcleos perforados y vigas



aserradas de hormigón. (ASTM C 42, 2017).

4.5 Tamaño de muestra

Establecer el tamaño de la muestra a seleccionar es un paso clave en este estudio de investigación. El tamaño de la muestra se determina según el enfoque del problema, la población objetivo y los propósitos de la investigación.

Claramente, en el escenario ideal en el que todos los sujetos de estudio fueran idénticos, se necesitaría una muestra de tamaño uno. Sin embargo, dado que esta situación es poco común, es esencial determinar un tamaño de muestra que sea mayor que uno, pero menor que la población total o universo, para garantizar la representatividad de la investigación. Como desconocemos el tamaño de la muestra en nuestra investigación utilizaremos la siguiente fórmula:

4.5.1 Cálculo del Tamaño de la Muestra desconociendo el tamaño de la población.

Para poblaciones Infinitas el tamaño de muestras para variables Cuantitativas se obtiene mediante:

$$n = \frac{z^2 S^2}{d^2}$$

Donde:

- **n** = Tamaño de la muestra, donde la muestra es un subconjunto Representativo de la población, entendiéndose como población o universo a una colección bien definida de objetos o individuos que tienen características similares. La población accesible es la población sobre la que los investigadores aplicarán sus conclusiones.

➤ **S²** = Varianza de la muestra piloto.

$$S^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{N - 1}$$

$$S^2 = \frac{(X_1 - \bar{X})^2 + (X_2 - \bar{X})^2 + (X_3 - \bar{X})^2 + \dots + (X_N - \bar{X})^2}{N - 1}$$

Siendo:

- **Xi**: (X₁, X₂, X₃ ... X_n). Son un conjunto de datos.



- \bar{X} : Media aritmética de Xi.
- N: Numero de datos.
- d = Error que se acepta en la Investigación.
- Z = Cuantil de la distribución normal estándar considerando $(1 - \alpha/2)$ de confianza, Muestra el nivel de confianza en que el valor verdadero del parámetro en la población está contenido dentro de la muestra piloto calculada. (Calculado en las tablas del área de la curva normal). **Cuanta más Confianza se desee, será más elevado el número de sujetos (especímenes) necesarios y se fija en función del interés del Investigador.**

Tabla 13

Niveles de confianza y coeficiente de confianza.

Nivel de Confianza $(1-\alpha/2)$	Coeficiente de Confiabilidad (Z)
99%	2.58
98%	2.33
97%	2.17
96%	2.05
95%	1.96
94%	1.88
93%	1.81
92%	1.75
91%	1.69
90%	1.65
85%	1.44
80%	1.28

Nota. Los niveles de confianza representada en 0 a 100 %, y los coeficientes de confianza representada de 0 a 5.



4.5.2 Cálculo del tamaño de la Muestra en poblaciones infinitas en esta investigación.

4.5.2.1 Datos de las Muestras Piloto

➤ Datos de la Muestra o corazones diamantinos de 4"

Diámetro: 4"

Área: 81.08 cm².

Tabla 14

Especímenes de muestra, su relación, su factor de correlación y la resistencia, de diámetro 4"

Ítem.	Descripción	L	D	Relación	Factor	Resistencia	Resis. Corr	Resistencia
		alto cm	Diam cm	L/D	De Corr.	kgf	kgf	(kgf/cm2)
1	MUESTRA 01	20.32	10.16	2.00	1.00	22970.00	22970.00	283.32
2	MUESTRA 02	20.32	10.16	2.00	1.00	25230.00	25230.00	311.19
3	MUESTRA 03	20.32	10.16	2.00	1.00	21910.00	21910.00	270.24
4	MUESTRA 04	20.32	10.16	2.00	1.00	24940.00	24940.00	307.61
5	MUESTRA 05	20.32	10.16	2.00	1.00	23320.00	23320.00	287.63

Nota. Se muestra las variables del espécimen, *su relación, su factor de correlación y la resistencia, de diámetro 4"*.

➤ Datos de la Muestra o corazones diamantinos de 3"

Diámetro: 3"

Área: 45.58 cm².

Tabla 15

Especímenes de muestra, su relación, su factor de correlación y la resistencia, de diámetro 3"

Ítem.	Descripción	L	D	Relación	Factor	Resistencia	Resis. Corr	Resistencia
		alto cm	Diam cm	L/D	De Corr.	Kgf	kgf	(kgf/cm2)
1	MUESTRA 01	15.24	7.62	2.00	1.00	5600.00	5600.00	122.86
2	MUESTRA 02	15.24	7.62	2.00	1.00	5990.00	5990.00	131.42
3	MUESTRA 03	15.24	7.62	2.00	1.00	5820.00	5820.00	127.69
4	MUESTRA 04	15.24	7.62	2.00	1.00	5430.00	5430.00	119.13
5	MUESTRA 05	15.24	7.62	2.00	1.00	6230.00	6230.00	136.68

Nota. Se muestra las variables del espécimen, *su relación, su factor de correlación y la resistencia, de diámetro 3"*.



➤ **Datos de la Muestra o corazones diamantinos de 2"**

Diámetro: 2"

Área: 20.26 cm².

Tabla 16

Especímenes de muestra, su relación, su factor de correlación y la resistencia, de diámetro 2"

Ítem.	Descripción	L	D	Relación	Factor	Resistencia	Resis. Corr	Resistencia
		alto cm	Diam cm	L/D	De Corr.	kgf	kgf	(kgf/cm ²)
1	MUESTRA 01	10.16	5.08	2.00	1.00	3880.00	3880.00	191.53
2	MUESTRA 02	10.16	5.08	2.00	1.00	4030.00	4030.00	198.93
3	MUESTRA 03	10.16	5.08	2.00	1.00	3660.00	3660.00	180.67
4	MUESTRA 04	10.16	5.08	2.00	1.00	3530.00	3530.00	174.25
5	MUESTRA 05	10.16	5.08	2.00	1.00	3710.00	3710.00	183.14

Nota. Se muestra las variables del espécimen, *su relación, su factor de correlación y la resistencia, de diámetro 2"*.

➤ **Datos de la Muestra o probetas cilíndricas de concreto de 6"**

Diámetro: 6"

Área: 182.41 cm².

Tabla 17

Especímenes de muestra, su relación, su factor de correlación y la resistencia, de diámetro 2"

Ítem.	Descripción	L	D	Relación	Factor	Resistencia	Resis. Corr	Resistencia
		alto cm	Diam cm	L/D	De Corr.	kgf	kgf	(kgf/cm ²)
1	MUESTRA 01	30.48	15.24	2.00	1.00	54998.00	54998.00	301.50
2	MUESTRA 02	30.48	15.24	2.00	1.00	54632.00	54632.00	299.49
3	MUESTRA 03	30.48	15.24	2.00	1.00	54177.00	54177.00	297.00
4	MUESTRA 04	30.48	15.24	2.00	1.00	51003.00	51003.00	279.60
5	MUESTRA 05	30.48	15.24	2.00	1.00	51513.00	51513.00	282.40

Nota. Se muestra las variables del espécimen, *su relación, su factor de correlación y la resistencia, de diámetro 6"*.



➤ **Cálculo del tamaño de muestra (especímenes de 4")**

Tamaño de muestra (especímenes de 4")

Media Aritmética: \bar{X} .

- $\bar{X} = 291.998$
- Varianza: $S^2 \quad S^2 = \frac{(X_1 - \bar{X})^2 + (X_2 - \bar{X})^2 + (X_3 - \bar{X})^2 + \dots + (X_N - \bar{X})^2}{N-1} = 294.96$
- Coficiente de Confiabilidad (95%). $Z = 1.96$
- Precisión: $d = 0.02 * \bar{X}$, $d = 5.84$
- Numero de muestras: $n = \frac{Z^2 S^2}{d^2} = 33.229$

El tamaño del número de muestras de especímenes de 4" será: $n = 34$ muestras.

➤ **Cálculo del tamaño de muestra (especímenes de 3")**

Tamaño de muestra (especímenes de 3")

Media Aritmética: \bar{X} .

- $\bar{X} = 127.55$
- Varianza: $S^2 \quad S^2 = \frac{(X_1 - \bar{X})^2 + (X_2 - \bar{X})^2 + (X_3 - \bar{X})^2 + \dots + (X_N - \bar{X})^2}{N-1} = 47.81$
- Coficiente de Confiabilidad (95%). $Z = 1.96$
- Precisión: $d = 0.02 * \bar{X}$, $d = 2.55$
- Numero de muestras: $n = \frac{Z^2 S^2}{d^2} = 28.22$

El tamaño del número de muestras de especímenes de 3" será: $n = 29$ muestras.

➤ **Cálculo del tamaño de muestra (especímenes de 2")**

Tamaño de muestra (especímenes de 2")

Media Aritmética: \bar{X} .



- $\bar{X} = 185.70$
- Varianza: $S^2 = \frac{(X_1 - \bar{X})^2 + (X_2 - \bar{X})^2 + (X_3 - \bar{X})^2 + \dots + (X_N - \bar{X})^2}{N-1} = 92.94$
- Coficiente de Confiabilidad (95%). $Z = 1.96$
- Precisión: $d = 0.02 * \bar{X}$, $d = 3.71$
- Numero de muestras: $n = \frac{Z^2 S^2}{d^2} = 25.89$

El tamaño del número de muestras de especímenes de 2" será: $n = 26$ muestras.

➤ **Cálculo del tamaño de muestra (probeta cilíndrica de concreto de 6")**

Tamaño de muestra (especímenes de 6")

Media Aritmética: \bar{X} .

- $\bar{X} = 292.00$
- Varianza: $S^2 = \frac{(X_1 - \bar{X})^2 + (X_2 - \bar{X})^2 + (X_3 - \bar{X})^2 + \dots + (X_N - \bar{X})^2}{N-1} = 104.36$
- Coficiente de Confiabilidad (95%). $Z = 1.96$
- Precisión: $d = 0.02 * \bar{X}$, $d = 5.84$
- Numero de muestras: $n = \frac{Z^2 S^2}{d^2} = 11.76$

El tamaño del número de muestras de probeta cilíndrica de 6" será: $n = 12$. muestras.

4.6 Técnicas de recolección de datos e información

La Recolección de datos se darán a través de:

- La producción de probetas cilíndricas de concreto de 6" y bloques de concreto.
- Obtención y ensayo de corazones diamantinos de 4".
- Obtención y ensayo de corazones diamantinos de 3".
- Obtención y ensayo de corazones diamantinos de 2".



4.7 Materiales y Procedimiento

4.7.1 Materiales:

Los equipos necesarios para la producción de probetas cilíndricas de concreto de 6", así como los equipos para los ensayos de resistencia de las probetas cilíndricas de concreto de 6" y para la obtención y ensayo de los corazones diamantinos de 4", 3" y 2", serán provistos por el laboratorio denominado GEO TEST PERU Geotecnia y Concretos, Se emplearán instrumentos debidamente ajustados y calibrados para la obtención de resultados que serán sometidos al análisis correspondiente, cumpliendo así con los objetivos delineados en este estudio. Cada equipo y material se adhiere a las directrices establecidas en las normas técnicas pertinentes, garantizando la fiabilidad de los resultados obtenidos.

4.7.1.1 Para la producción de probetas cilíndricas de concreto de 6" y bloques de concreto

Los moldes empleados en la confección de las probetas deben estar fabricados con materiales no absorbentes, como acero, hierro forjado, u otros que no reaccionen con el cemento portland o cementos hidráulicos. Estos moldes deben ser completamente herméticos, lo que se refleja en su capacidad para retener el agua contenida en ellos. Además, deben ser robustos para resistir las condiciones del proceso de moldeado y deben tener una forma cilíndrica de 6" de diámetro y 12" de altura, cumpliendo con especificaciones precisas para garantizar la integridad de las probetas.

Para la elaboración de bloques de concreto se procederá a encofrar con madera corriente, dando una forma rectangular definida, de donde se obtendrá los corazones diamantinos de 4", 3" y 2".

Para la producción de probetas cilíndricas de concreto de 6" y bloques de concreto se utilizará el cemento portland TIPO I y el material (agregados) que se utilizará será de la cantera de Vicho en el distrito de Lucre, provincia de Quispicanchis, departamento de Cusco.



Figura 14
Probetas cilíndricas.



Fuente: *Elaboración propia.*

4.7.1.2 Para los ensayos y la prueba de resistencia a la compresión de las probetas cilíndricas de concreto de 6"

Se utilizará una Prensa para rotura de concreto cilíndrica de marca ELE INTERNATIONAL MADE IN USA con una capacidad de 500 kgf/cm².

4.7.1.3 Para la obtención y ensayos de corazones diamantinos de 4", 3" y 2"

Se utilizará una Perforadora de diamantino portátil de marca HUSQVARNA modelo DMS 240, Se describe un equipo denominado taladro, equipado con una broca cilíndrica de pared delgada, cuya corona está compuesta de diamante y carburo de silicio. Este taladro incorpora un sistema de enfriamiento diseñado para evitar cualquier alteración o calentamiento del concreto durante su uso, y dispone de un tanque de agua que contribuye a este proceso de enfriamiento y preserva la integridad del material. También se utilizará una balanza de precisión, un vernier y una tronzadora para cortar y perfilar los corazones diamantinos.

Figura 15

Corazones diamantinos de 4", 3" y 2"



Fuente: *Elaboración propia.*

4.7.2 Procedimiento:

- Se producirá por lo menos 12 probetas cilíndricas de concreto de 6" y también se procederá a vaciar los bloques de concreto, esperando 28 días hasta que madure el concreto y recién se empezará con los ensayos y la obtención de los corazones diamantinos.
- Se obtendrán los corazones diamantinos de 4", 3" y 2" perforando los bloques de concreto previamente vaciados con una antigüedad de 28 días de vaciado, en la siguiente proporción: 34 muestras de corazones diamantinos de 4", 29 muestras de corazones diamantinos de 3" y 26 muestras de corazones diamantinos de 2" cumpliendo a cabalidad como indica la norma técnica: NPT 339.059-2017, CONCRETO. Método para la obtención y ensayo de corazones diamantinos y vigas seccionadas de concreto.
- Los corazones diamantinos de 4", 3" y 2" serán debidamente pesados y medidos con un vernier y moldeados con una cortadora de concreto denominada Tronzadora con la finalidad de que tenga una superficie plana en la base y perpendicular al eje longitudinal de conformidad con la NTP 339.034 y luego se determinará la resistencia a la compresión a través de la Prensa para rotura de concreto cilíndrica de marca ELE INTERNATIONAL MADE IN USA con una capacidad de 500 kgf/cm².
- Se determinará la resistencia a la compresión de las probetas cilíndricas de concreto de 6" a través de la Prensa para rotura de concreto cilíndrica de marca ELE



INTERNATIONAL MADE IN USA con una capacidad de 500 kgf/cm².

- Finalmente se determinará el factor de correlación entre las resistencias de las probetas cilíndricas de concreto de 6" y los corazones diamantinos de 4", 3" y 2".
- Con el propósito de garantizar la rigurosidad y la fidelidad al entorno constructivo real, este estudio implementará un protocolo de curado del concreto que simula fielmente el proceso llevado a cabo en la obra. Este procedimiento consistirá en la aplicación de cuatro riegos diarios durante un periodo de diez días consecutivos, replicando así las condiciones óptimas para el desarrollo óptimo de las propiedades del concreto."



CAPITULO V RESULTADOS

5.1. Análisis e interpretación de la información

Los Datos recolectados del laboratorio serán procesados en gabinete y se realizara el análisis de resultado, con sus respectivas comparaciones y correlaciones en función al diámetro de cada probeta cilíndrica de concreto de 6" y de los corazones diamantinos de 4", 3" y 2", tal como se aprecia en los siguientes puntos.

Tabla 18

Resultados de laboratorio de los corazones diamantinos de 2"x4", (L/D = 2)

Item.	Descripción	L alto cm	D Diam cm	RELACIÓN L/D	FACTOR DE CORR.	Resistencia kgf	Resis. Corr kgf	Resistencia (kgf/cm ²)
1	MUESTRA 01	10.40	5.20	2.00	1.00	3640.00	3640.00	171.39
2	MUESTRA 02	10.40	5.20	2.00	1.00	3650.00	3650.00	171.86
3	MUESTRA 03	10.40	5.20	2.00	1.00	4080.00	4080.00	192.11
4	MUESTRA 04	10.40	5.20	2.00	1.00	4410.00	4410.00	207.65
5	MUESTRA 05	10.40	5.20	2.00	1.00	3580.00	3580.00	168.57
6	MUESTRA 06	10.40	5.20	2.00	1.00	4230.00	4230.00	199.17
7	MUESTRA 07	10.40	5.20	2.00	1.00	3550.00	3550.00	167.15
8	MUESTRA 08	10.40	5.20	2.00	1.00	3420.00	3420.00	161.03
9	MUESTRA 09	10.40	5.20	2.00	1.00	3510.00	3510.00	165.27
10	MUESTRA 10	10.40	5.20	2.00	1.00	3750.00	3750.00	176.57
11	MUESTRA 11	10.40	5.20	2.00	1.00	4680.00	4680.00	220.36
12	MUESTRA 12	10.40	5.20	2.00	1.00	3290.00	3290.00	154.91
13	MUESTRA 13	10.40	5.20	2.00	1.00	3570.00	3570.00	168.10
14	MUESTRA 14	10.40	5.20	2.00	1.00	3630.00	3630.00	170.92
15	MUESTRA 15	10.40	5.20	2.00	1.00	3170.00	3170.00	149.26
16	MUESTRA 16	10.40	5.20	2.00	1.00	4400.00	4400.00	207.18
17	MUESTRA 17	10.40	5.20	2.00	1.00	3350.00	3350.00	157.74
18	MUESTRA 18	10.40	5.20	2.00	1.00	3880.00	3880.00	182.69
19	MUESTRA 19	10.40	5.20	2.00	1.00	4240.00	4240.00	199.64
20	MUESTRA 20	10.40	5.20	2.00	1.00	3550.00	3550.00	167.15
21	MUESTRA 21	10.40	5.20	2.00	1.00	3520.00	3520.00	165.74
22	MUESTRA 22	10.40	5.20	2.00	1.00	3220.00	3220.00	151.62
23	MUESTRA 23	10.40	5.20	2.00	1.00	4020.00	4020.00	189.28
24	MUESTRA 24	10.40	5.20	2.00	1.00	3770.00	3770.00	177.51
25	MUESTRA 25	10.40	5.20	2.00	1.00	3040.00	3040.00	143.14
26	MUESTRA 26	10.40	5.20	2.00	1.00	3120.00	3120.00	146.91

Nota. Ensayos realizados en laboratorio.



Tabla 19

Resultados de laboratorio de los corazones diamantinos de 3"x6", (L/D = 2)

Ítem.	Descripción	L alto cm	D Diam cm	RELACIÓN L/D	FACTOR DE CORR.	Resistencia kgf	Resis. Corr kgf	Resistencia (kgf/cm ²)
1	MUESTRA 01	13.20	6.60	2.00	1.00	6530.00	6530.00	190.86
2	MUESTRA 02	13.20	6.60	2.00	1.00	5890.00	5890.00	172.16
3	MUESTRA 03	13.20	6.60	2.00	1.00	6580.00	6580.00	192.32
4	MUESTRA 04	13.20	6.60	2.00	1.00	5380.00	5380.00	157.25
5	MUESTRA 05	13.20	6.60	2.00	1.00	5250.00	5250.00	153.45
6	MUESTRA 06	13.20	6.60	2.00	1.00	5500.00	5500.00	160.76
7	MUESTRA 07	13.20	6.60	2.00	1.00	5930.00	5930.00	173.33
8	MUESTRA 08	13.20	6.60	2.00	1.00	5100.00	5100.00	149.07
9	MUESTRA 09	13.20	6.60	2.00	1.00	6740.00	6740.00	197.00
10	MUESTRA 10	13.20	6.60	2.00	1.00	5810.00	5810.00	169.82
11	MUESTRA 11	13.20	6.60	2.00	1.00	5540.00	5540.00	161.93
12	MUESTRA 12	13.20	6.60	2.00	1.00	5780.00	5780.00	168.94
13	MUESTRA 13	13.20	6.60	2.00	1.00	5240.00	5240.00	153.16
14	MUESTRA 14	13.20	6.60	2.00	1.00	5460.00	5460.00	159.59
15	MUESTRA 15	13.20	6.60	2.00	1.00	5820.00	5820.00	170.11
16	MUESTRA 16	13.20	6.60	2.00	1.00	5840.00	5840.00	170.70
17	MUESTRA 17	13.20	6.60	2.00	1.00	6610.00	6610.00	193.20
18	MUESTRA 18	13.20	6.60	2.00	1.00	6400.00	6400.00	187.06
19	MUESTRA 19	13.20	6.60	2.00	1.00	5780.00	5780.00	168.94
20	MUESTRA 20	13.20	6.60	2.00	1.00	5590.00	5590.00	163.39
21	MUESTRA 21	13.20	6.60	2.00	1.00	5180.00	5180.00	151.40
22	MUESTRA 22	13.20	6.60	2.00	1.00	5250.00	5250.00	153.45
23	MUESTRA 23	13.20	6.60	2.00	1.00	6590.00	6590.00	192.62
24	MUESTRA 24	13.20	6.60	2.00	1.00	5490.00	5490.00	160.47
25	MUESTRA 25	13.20	6.60	2.00	1.00	5880.00	5880.00	171.86
26	MUESTRA 26	13.20	6.60	2.00	1.00	5870.00	5870.00	171.57
27	MUESTRA 27	13.20	6.60	2.00	1.00	6730.00	6730.00	196.71
28	MUESTRA 28	13.20	6.60	2.00	1.00	5850.00	5850.00	170.99
29	MUESTRA 29	13.20	6.60	2.00	1.00	6720.00	6720.00	196.42

Nota. Ensayos realizados en laboratorio.



Tabla 20

Resultados de laboratorio de los corazones diamantinos de 4"x8", (L/D = 2)

Item.	Descripción	L	D	RELACIÓN	FACTOR	Resistencia	Resis. Corr	Resistencia
		alto cm	Diam cm	L/D	DE CORR.	kgf	kgf	(kgf/cm ²)
1	MUESTRA 01	18.60	9.30	2.00	1.000	12540.00	12540.00	184.60
2	MUESTRA 02	18.60	9.30	2.00	1.000	11200.00	11200.00	164.87
3	MUESTRA 03	18.60	9.30	2.00	1.000	11730.00	11730.00	172.67
4	MUESTRA 04	18.60	9.30	2.00	1.0000	11760.00	11760.00	173.12
5	MUESTRA 05	18.60	9.30	2.00	1.000	9540.00	9540.00	140.44
6	MUESTRA 06	18.60	9.30	2.00	1.000	12110.00	12110.00	178.27
7	MUESTRA 07	18.60	9.30	2.00	1.0000	12840.00	12840.00	189.01
8	MUESTRA 08	18.60	9.30	2.00	1.000	10380.00	10380.00	152.80
9	MUESTRA 09	18.60	9.30	2.00	1.000	10060.00	10060.00	148.09
10	MUESTRA 10	18.60	9.30	2.00	1.0000	11640.00	11640.00	171.35
11	MUESTRA 11	18.60	9.30	2.00	1.000	10730.00	10730.00	157.95
12	MUESTRA 12	18.60	9.30	2.00	1.000	12170.00	12170.00	179.15
13	MUESTRA 13	18.60	9.30	2.00	1.000	10450.00	10450.00	153.83
14	MUESTRA 14	18.60	9.30	2.00	1.000	15740.00	15740.00	231.71
15	MUESTRA 15	18.60	9.30	2.00	1.000	13420.00	13420.00	197.55
16	MUESTRA 16	18.60	9.30	2.00	1.000	12290.00	12290.00	180.92
17	MUESTRA 17	18.60	9.30	2.00	1.0000	10870.00	10870.00	160.01
18	MUESTRA 18	18.60	9.30	2.00	1.000	11140.00	11140.00	163.99
19	MUESTRA 19	18.60	9.30	2.00	1.000	16450.00	16450.00	242.16
20	MUESTRA 20	18.60	9.30	2.00	1.000	11190.00	11190.00	164.73
21	MUESTRA 21	18.60	9.30	2.00	1.000	11760.00	11760.00	173.12
22	MUESTRA 22	18.60	9.30	2.00	1.000	11890.00	11890.00	175.03
23	MUESTRA 23	18.60	9.30	2.00	1.000	13390.00	13390.00	197.11
24	MUESTRA 24	18.60	9.30	2.00	1.000	11820.00	11820.00	174.00
25	MUESTRA 25	18.60	9.30	2.00	1.000	14010.00	14010.00	206.24
26	MUESTRA 26	18.60	9.30	2.00	1.000	12620.00	12620.00	185.78
27	MUESTRA 27	18.60	9.30	2.00	1.000	14630.00	14630.00	215.36
28	MUESTRA 28	18.60	9.30	2.00	1.000	14600.00	14600.00	214.92
29	MUESTRA 29	18.60	9.30	2.00	1.000	10290.00	10290.00	151.48
30	MUESTRA 30	18.60	9.30	2.00	1.000	11940.00	11940.00	175.77
31	MUESTRA 31	18.60	9.30	2.00	1.000	13560.00	13560.00	199.61
32	MUESTRA 32	18.60	9.30	2.00	1.000	14380.00	14380.00	211.68
33	MUESTRA 33	18.60	9.30	2.00	1.000	11490.00	11490.00	169.14
34	MUESTRA 34	18.60	9.30	2.00	1.000	12380.00	12380.00	182.24
35	MUESTRA 35	18.60	9.30	2.00	1.000	11510.00	11510.00	169.44

Nota. Ensayos realizados en laboratorio.

**Tabla 21**

Resultados de laboratorio de las Probetas cilíndricas de concreto de 6"x12",
(L/D = 2)

Item.	Descripción	L alto cm	D Diam cm	RELACIÓN L/D	FACTOR DE CORR.	Resistencia kgf	Resis. Corr kgf	Resistencia (kgf/cm ²)
1	MUESTRA 01	30.48	15.24	2.00	1.00	31830.00	31830.00	174.49
2	MUESTRA 02	30.48	15.24	2.00	1.00	35130.00	35130.00	192.58
3	MUESTRA 03	30.48	15.24	2.00	1.00	33380.00	33380.00	182.98
4	MUESTRA 04	30.48	15.24	2.00	1.00	33440.00	33440.00	183.31
5	MUESTRA 05	30.48	15.24	2.00	1.00	31910.00	31910.00	174.93
6	MUESTRA 06	30.48	15.24	2.00	1.00	31400.00	31400.00	172.13
7	MUESTRA 07	30.48	15.24	2.00	1.00	32000.00	32000.00	175.42
8	MUESTRA 08	30.48	15.24	2.00	1.00	35200.00	35200.00	192.96
9	MUESTRA 09	30.48	15.24	2.00	1.00	41810.00	41810.00	229.20
10	MUESTRA 10	30.48	15.24	2.00	1.00	31710.00	31710.00	173.83
11	MUESTRA 11	30.48	15.24	2.00	1.00	31440.00	31440.00	172.35
12	MUESTRA 12	30.48	15.24	2.00	1.00	34550.00	34550.00	189.40

Nota. Ensayos realizados.

A. Comparación de la resistencia de corazones diamantinos de 2"x4" con respecto a testigos cilíndricos de 6"x12" y el Factor de Correlación.

a. Resumen Estadístico para Resistencia (kgf/cm²)

Tabla 22

Resumen Estadístico para Resistencia(kgf/cm²)

Características	Diámetro=2"	Diámetro=6"
Recuento	26	12
Promedio	174.34	184.47
Desviación Estándar	20.24	16.10
Coefficiente de Variación	11.612%	8.728%
Mínimo	143.14	172.13
Máximo	220.36	229.2
Rango	77.22	57.07
Sesgo Estandarizado	1.255	3.080
Curtosis Estandarizada	-0.299	3.942

Nota. Resumen estadístico de Resistencia de 2" a 6" de diámetro.

La resistencia a la compresión de un concreto en probetas cilíndricas de concreto de 6" es en promedio $f'c=184.47 \text{ kgf/cm}^2$, con una desviación de 16.10 kgf/cm² y en el 85% de las

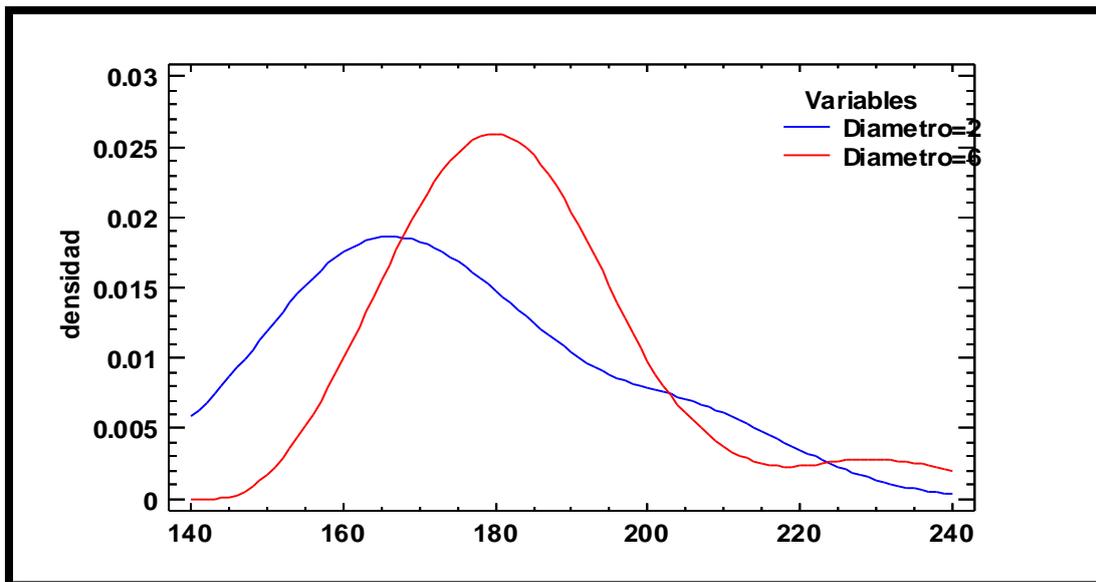


pruebas realizadas fluctúa entre 177.27 kgf/cm² a 191.6 kgf/cm².

Los corazones diamantinos de concreto de 2", presenta resistencia a la compresión de un concreto en probetas promedio de $f'c=174.34 \text{ kgf/cm}^2$, con una desviación de 20.24 kgf/cm² y en el 85% de las pruebas fluctúa entre 168.45 kgf/cm² a 180.24 kgf/cm².

Figura 16

Especímenes de concreto de diámetros de 2" y 6".



Fuente: *Elaboración propia.*

b. Comparación de Medias para Resistencia(kgf/cm²)

- Intervalos de confianza del 85.0% para la media de Diámetro=2": 174.343 +/- 5.89652 [168.447; 180.24]
- Intervalos de confianza del 85.0% para la media de Diámetro=6": 184.465 +/- 7.19266 [177.272; 191.658]
- Intervalos de confianza del 85.0% intervalo de confianza para la diferencia de medias suponiendo varianzas iguales: -10.122 +/- 9.791 [-19.913; -0.331].

c. Prueba t para comparar medias

Hipótesis nula: $media1 = media2$

Hipótesis Alternativa.: $media1 \neq media2$

suponiendo varianzas iguales: $t = -1.521$, valor-P = **0.137**

Se rechaza la hipótesis nula para $\alpha = 0.15$.



d. Prueba de medias

Hipótesis estadística

Ho: La resistencia a la compresión de un concreto en probetas cilíndricas de concreto de 6" y corazones diamantinos de 2" en promedio presenta similitud.

Ha: La resistencia a la compresión de un concreto en probetas cilíndricas de concreto de 6" y corazones diamantinos de 2" en promedio presenta diferencias significativas

De la prueba t-student al 85% de confianza se concluye que la resistencia a la compresión de un concreto en probetas cilíndricas de concreto de 6" y corazones diamantinos de 2" en promedio presenta diferencias significativas: (valor-P = $0.137 < 0,15$).

La resistencia a la compresión de un concreto en probetas cilíndricas de concreto de 6" es superior a los obtenidos en el espécimen de corazones diamantinos de 2", como mínimo en 0.331 kgf/cm^2 y como máximo en 19.913 kgf/cm^2 .

e. Comparación de Desviaciones Estándar para Resistencia (kgf/cm2)

Tabla 23

Resumen de desviación estándar de la resistencia.

Características	Diámetro=2"	Diámetro=6"
Desviación Estándar	20.244	16.100
Varianza	409.836	259.217
Gl	25	11

Nota. Razón de Varianzas = 1.581.

Intervalos de confianza del 85.0%

Desviación Estándar de Diámetro=2": [16.922; 25.591]

Desviación Estándar de Diámetro=6": [12.485; 23.589]

Razones de Varianzas: [0.688 ; 3.145].



f. Prueba-F para comparar Desviaciones Estándar

Hipótesis Nula: $\sigma_1 = \sigma_2$

Hipótesis Alt.: $\sigma_1 < \sigma_2$

F = 1.58105; valor-P = 0.431

No se rechaza la hipótesis nula para $\alpha = 0.15$.

g. Prueba de varianzas

Ho: La resistencia a la compresión de un concreto en probetas cilíndricas de concreto de 6" y corazones diamantinos de 2" presenta similitud en términos de confiabilidad de resultado de pruebas (homogeneidad en resultados de las pruebas realizadas).

Ha: La resistencia a la compresión de un concreto en probetas cilíndricas de concreto de 6" y corazones diamantinos de 2" NO presenta similitud en términos de confiabilidad de resultado de pruebas (heterogeneidad en resultados de las pruebas realizadas)

De la prueba F al 85% de confianza se concluye que La resistencia a la compresión de un concreto en probetas cilíndricas de concreto de 6" y corazones diamantinos de 2" presenta similitud en términos de confiabilidad de resultado de pruebas (homogeneidad en resultados de las pruebas realizadas) (valor-P = 0.431 > 0.15).

h. Regresión – Coeficiente de Correlación

Resistencia Diam 6" = -27.6247 + 1.17403*Resistencia Diam 2"

Coeficiente de Correlación Lineal: **K2 = 0.8519**

R-cuadrada = **72.57%**.

Lineal: Y = a + b*X

Y = -27.6247 + 1.17403*X.

K : Coeficiente de Determinación y/o factor de correlación

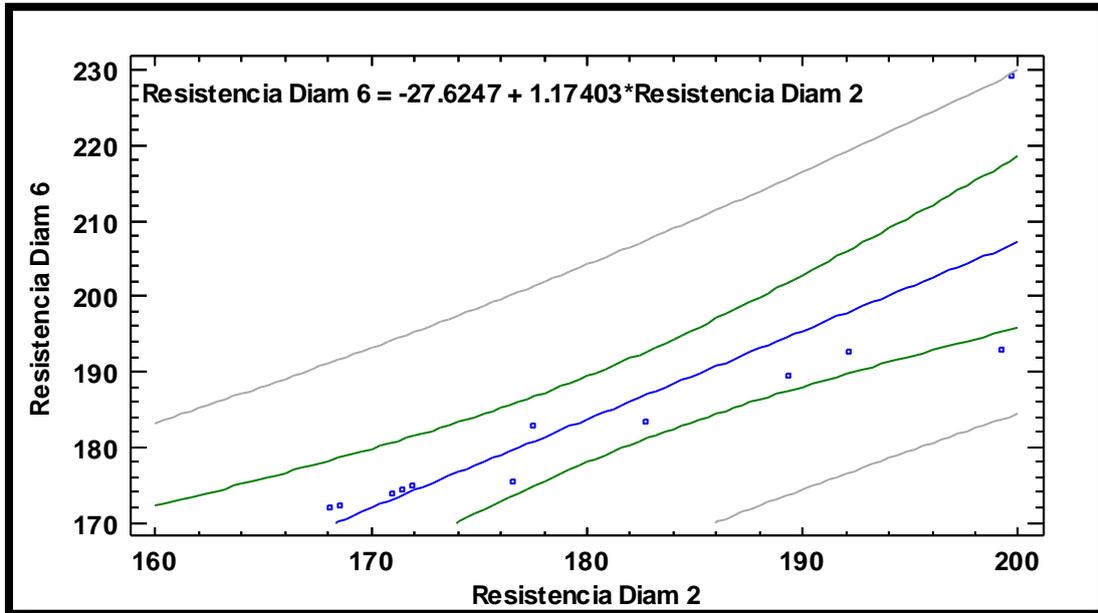
Y : Resistencia a la Compresión del Concreto (Kgf/cm2)

X : Valor de la Resistencia de los especímenes de 2"



Figura 17

Coeficiente de Correlación lineal: **$K1 = 0.8519$** , R-cuadrada = **72.57%**



Fuente. *Elaboración propia.*

Tabla 24

Correlación lineal de probetas cilíndricas de 6" y corazones diamantinos de 2".

<i>Modelo</i>	<i>Correlación</i>	<i>R-Cuadrada</i>
Lineal	0.8519	72.57%

Fuente. *Elaboración propia.*

B. Comparación de la resistencia de corazones diamantinos de 3"x6" con respecto a testigos cilíndricos de 6"x12" y el Factor de Correlación.



a. *Resumen Estadístico para Resistencia (kgf/cm²)*

Tabla 25

Resumen Estadístico para Resistencia (kgf/cm²)

Características	Diámetro=3"	Diámetro=6"
Recuento	29	12
Promedio	171.673	184.465
Desviación Estándar	15.272	16.100
Coefficiente de Variación	8.896%	8.728%
Mínimo	149.07	172.13
Máximo	197.0	229.2
Rango	47.93	57.07
Sesgo Estandarizado	0.910	3.080
Curtosis Estandarizada	-1.146	3.942

Nota. *Resumen estadístico de Resistencia de 3" a 6" de diámetro.*

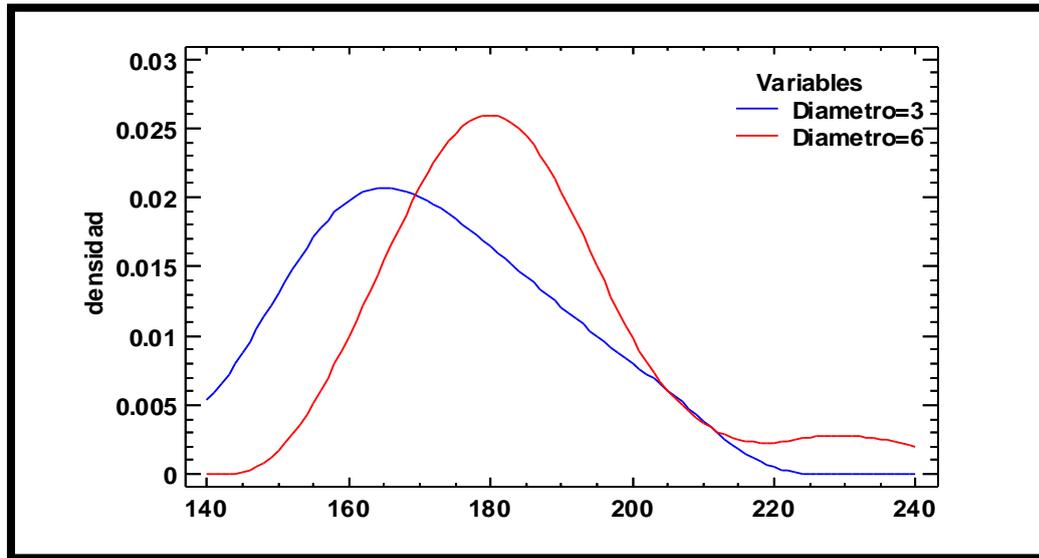
La resistencia a la compresión de un concreto en probetas cilíndricas de concreto de 6" es en promedio $f'_c=184.465 \text{ kgf/cm}^2$ con una desviación de 16.10 kgf/cm² y en el 85% de las pruebas realizadas fluctúa entre 177.27 kgf/cm² a 191.66 kgf/cm².

El espécimen de corazones diamantinos de 3", presenta resistencia a la compresión de un concreto en probetas promedio de 171.673 con una desviación de 15.27 kgf/cm² y en el 85% de las pruebas fluctúa entre 167.48 kgf/cm² a 175.87 kgf/cm².



Figura 18

Especímenes de concreto de diámetros de 3" y 6".



Fuente: *Elaboración propia.*

b. Comparación de Medias para Resistencia(kgf/cm²)

- Intervalos de confianza del 85.0% para la media de Diámetro=3: 171.673 +/- 4.198 [167.476; 175.871]
- Intervalos de confianza del 85.0% para la media de Diámetro=6: 184.465 +/- 7.193 [177.272; 191.658]
- Intervalos de confianza del 85.0% intervalo de confianza para la diferencia de medias suponiendo varianzas iguales: -12.792 +/- 7.818 [-20.609; -4.974]

c. Prueba t para comparar medias

Hipótesis nula: $media1 = media2$

Hipótesis Alternativo.: $media1 \neq media2$

Suponiendo varianzas iguales: $t = -2.403$, valor-P = **0.021**

Se rechaza la hipótesis nula para $\alpha = 0.15$.

d. Prueba de medias

Hipótesis estadística

H₀: La resistencia a la compresión de un concreto en probetas cilíndricas de concreto de 6" y corazones diamantinos de 3" en promedio presenta similitud.

H_a: La resistencia a la compresión de un concreto en probetas cilíndricas de concreto de 6"



y corazones diamantinos de 3" en promedio presenta diferencias significativas

De la prueba t-student al 85% de confianza se concluye que la resistencia a la compresión de un concreto en probetas cilíndricas de concreto de 6" y corazones diamantinos de 3" en promedio presenta diferencias significativas (valor-P = 0.02113 < 0.15).

La resistencia a la compresión de un concreto en probetas cilíndricas de concreto de 6" es superior a los obtenidos en el espécimen de corazones diamantinos de 3", como mínimo en 4.97 kgf/cm² y como máximo en 20.61 kgf/cm².

e. Comparación de Desviaciones Estándar para Resistencia (kgf/cm²)

Tabla 26

Resumen de desviación estándar de la resistencia.

Características	Diámetro=3"	Diámetro=6"
Desviación Estándar	15.271	16.100
Varianza	233.225	259.217
Gl	28	11

Nota. Razón de Varianzas = 0.899.

Intervalos de confianza del 85.0%

Desviación Estándar de Diámetro=3: [12.877; 19.023]

Desviación Estándar de Diámetro=6: [12.485; 23.589]

Razones de Varianzas: [0.394; 1.757].

f. Prueba-F para comparar Desviaciones Estándar

Hipótesis Nula: $\sigma_1 = \sigma_2$

Hipótesis Alt.: $\sigma_1 \neq \sigma_2$

F = 0.899728, valor-P = 0.778.

No se rechaza la hipótesis nula para alfa = 0.15.

g. Prueba de varianzas



Ho: La resistencia a la compresión de un concreto en probetas cilíndricas de concreto de 6" y corazones diamantinos de 3" presenta similitud en términos de confiabilidad de resultado de pruebas (homogeneidad en resultados de las pruebas realizadas)

Ha: La resistencia a la compresión de un concreto en probetas cilíndricas de concreto de 6" y corazones diamantinos de 3" NO presenta similitud en términos de confiabilidad de resultado de pruebas (heterogeneidad en resultados de las pruebas realizadas)

De la prueba F al 85% de confianza se concluye que La resistencia a la compresión de un concreto en probetas cilíndricas de concreto de 6" y corazones diamantinos de 3" presenta similitud en términos de confiabilidad de resultado de pruebas (homogeneidad en resultados de las pruebas realizadas) (valor-P = $0.778 > 0.15$).

Regresión – Coeficiente de Correlación

Resistencia Diam 6" = $-0.448565 + 0.992776 * \text{Resistencia Diam 3"}$

Coeficiente de Correlación Lineal: $K^2 = 0.6610$

R-cuadrada = **43.69%**.

Lineal: $Y = a + b * X$

$Y = -0.4486 + 0.9928 * X$

K : Coeficiente de Determinación y/o factor de correlación

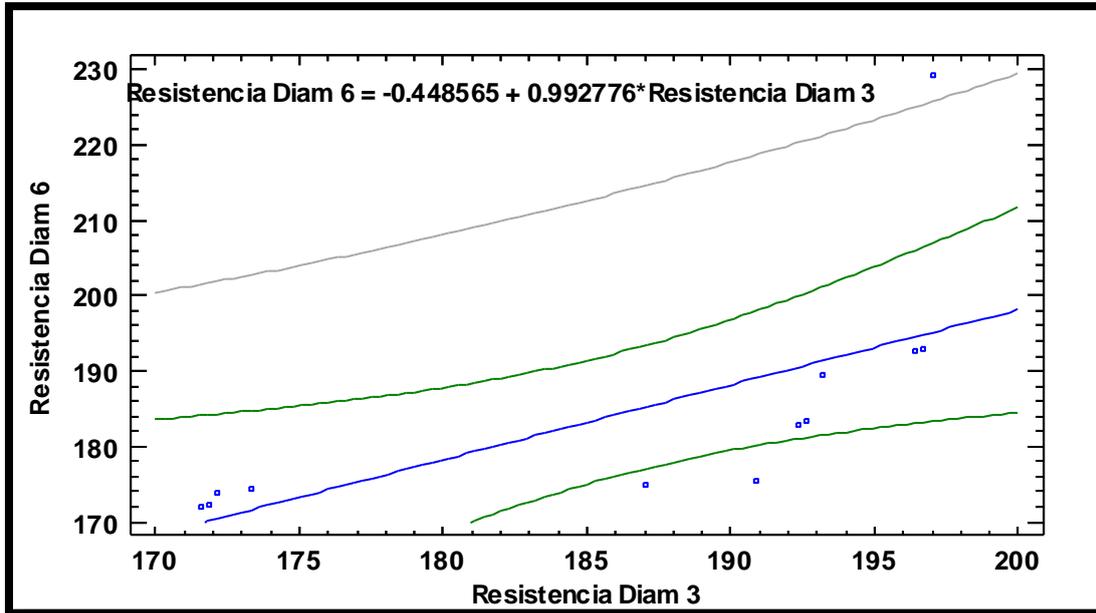
Y : Resistencia a la Compresión del Concreto (Kgf/cm²)

X : Valor de la Resistencia de los especímenes de 3"



Figura 19

Coefficiente de Correlación Lineal: $K2 = 0.6610$, R-cuadrada = **43.69%**.



Fuente. Elaboración propia.

Tabla 21

Correlación lineal de probetas cilíndricas de 6" y corazones diamantinos de 3".

Modelo	Correlación	R-Cuadrada
Lineal	0.6610	43.69%

Fuente. Elaboración propia.

C. Comparación de la resistencia de corazones diamantinos de 4"x8" con respecto a testigos cilíndricos de 6"x12" y el Factor de Correlación.



a. Resumen Estadístico para Resistencia (kgf/cm²).

Tabla 27

Resumen Estadístico para Resistencia (kgf/cm²)

Características	Diámetro=4"	Diámetro=6"
Recuento	35	12
Promedio	180.23	184.47
Desviación Estándar	23.51	16.10
Coefficiente de Variación	13.042%	8.728%
Mínimo	140.44	172.13
Máximo	242.16	229.2
Rango	101.72	57.07
Sesgo Estandarizado	1.920	3.080
Curtosis Estandarizada	0.533	3.942

Nota. Resumen estadístico.

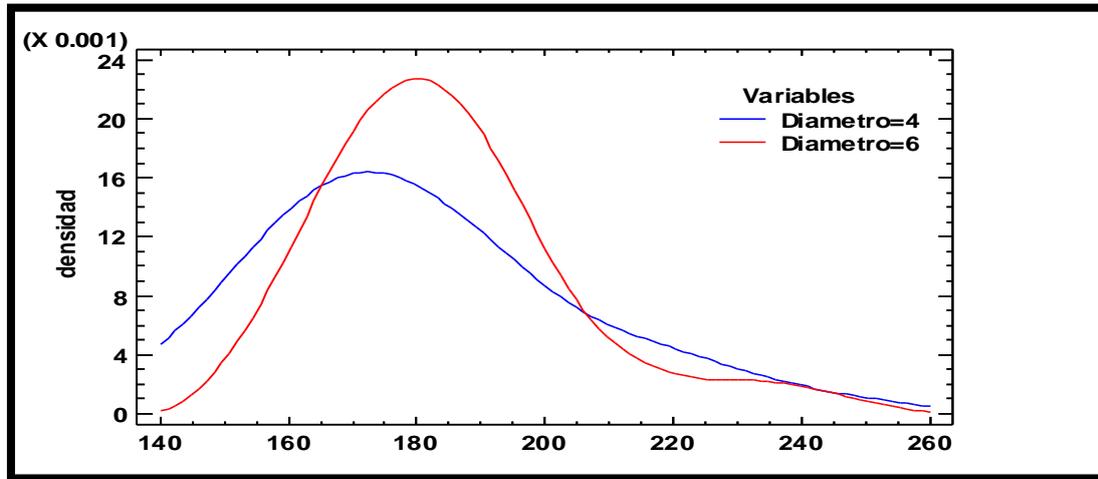
La resistencia a la compresión de un concreto en probetas cilíndricas de concreto de 6" es en promedio de **184.465 kgf/cm²** con una desviación de 16.10 kgf/cm² y en el 85% de las pruebas realizadas fluctúa entre 177.27 kgf/cm² a 191.65 kgf/cm².

El espécimen de corazones diamantinos de 4", presenta resistencia a la compresión de un concreto en probetas promedio de **180.233 kgf/cm²** con una desviación de 23.506 kgf/cm² y en el 85% de las pruebas fluctúa entre 174.38 kgf/cm² a 186.08 kgf/cm².



Figura 20

Especímenes de concreto de diámetros de 4" y 6".



Fuente: *Elaboración propia.*

b. Comparación de Medias para Resistencia(kgf/cm²)

- Intervalos de confianza del 85.0% para la media de Diametro=4": 180.233 +/- 5.85171 [174.381; 186.084]
- Intervalos de confianza del 85.0% para la media de Diametro=6": 184.465 +/- 7.19266 [177.272; 191.658]
- Intervalos de confianza del 85.0% intervalo de confianza para la diferencia de medias Suponiendo varianzas iguales: -4.232 +/- 10.743 [-14.975; 6.510]

c. Prueba t para comparar medias

Hipótesis nula: $\mu_1 = \mu_2$

Hipótesis Alternativa.: $\mu_1 \neq \mu_2$

Suponiendo varianzas iguales: $t = -0.577$ valor-P = 0.567

No se rechaza la hipótesis nula para $\alpha = 0.15$.



d. Prueba de medias

Hipótesis estadística

H₀: La resistencia a la compresión de un concreto en probetas cilíndricas de concreto de 6" y corazones diamantinos de 4" en promedio presenta similitud.

H_a: La resistencia a la compresión de un concreto en probetas cilíndricas de concreto de 6" y corazones diamantinos de 4" en promedio presenta diferencias significativas

De la prueba t-student al 85% de confianza se concluye que la resistencia a la compresión de un concreto en probetas cilíndricas de concreto de 6" y corazones diamantinos de 4" en promedio presenta similitud (valor-P = $0.567 > 0,15$), no existiendo diferencias en los resultados.

e. Comparación de Desviaciones Estándar para Resistencia (kgf/cm²)

Tabla 28

Resumen de desviación estándar de la resistencia.

Características	Diámetro=4"	Diámetro=6"
Desviación Estándar	23.51	16.100
Varianza	552.51	259.22
Gl	34	11

Nota. Razón de Varianzas = 2.131.

Intervalos de confianza del 85.0%

Desviación Estándar de Diámetro=4: [20.102; 28.618]

Desviación Estándar de Diámetro=6: [12.485; 23.589]

Razones de Varianzas: [0.943; 4.048]

f. Prueba-F para comparar Desviaciones Estándar

Hipótesis Nula: $\sigma_1 = \sigma_2$

Hipótesis Alt.: $\sigma_1 \neq \sigma_2$

F = 2.131, valor-P = 0.181

No se rechaza la hipótesis nula para alfa = 0.15.



g. Prueba de varianzas

Ho: La resistencia a la compresión de un concreto en probetas cilíndricas de concreto de 6" y corazones diamantinos de 4" presenta similitud en términos de confiabilidad de resultado de pruebas (homogeneidad en resultados de las pruebas realizadas)

Ha: La resistencia a la compresión de un concreto en probetas cilíndricas de concreto de 6" y corazones diamantinos de 4" NO presenta similitud en términos de confiabilidad de resultado de pruebas (heterogeneidad en resultados de las pruebas realizadas)

De la prueba F al 85% de confianza se concluye que la resistencia a la compresión de un concreto en probetas cilíndricas de concreto de 6" y corazones diamantinos de 4" NO presenta similitud en términos de confiabilidad de resultado de pruebas (heterogeneidad en resultados de las pruebas realizadas), (valor-P = $0.181 < 0.15$).

La resistencia a la compresión de corazones diamantinos de 4" presenta mayor variabilidad, menor confianza en los resultados obtenidos en las pruebas con respecto a las obtenidas probetas cilíndricas de concreto de 6".

Regresión – Coeficiente de Correlación

Resistencia Diam 6" = $-17.5371 + 1.02495 * \text{Resistencia Diam 4"}$

Coeficiente de Correlación lineal: $K3 = 0.8112$

R-cuadrada = 65.80% .

Lineal: $Y = a + b * X$

$Y = -17.5371 + 1.0250 * X$

K : Coeficiente de Determinación y/o factor de correlación

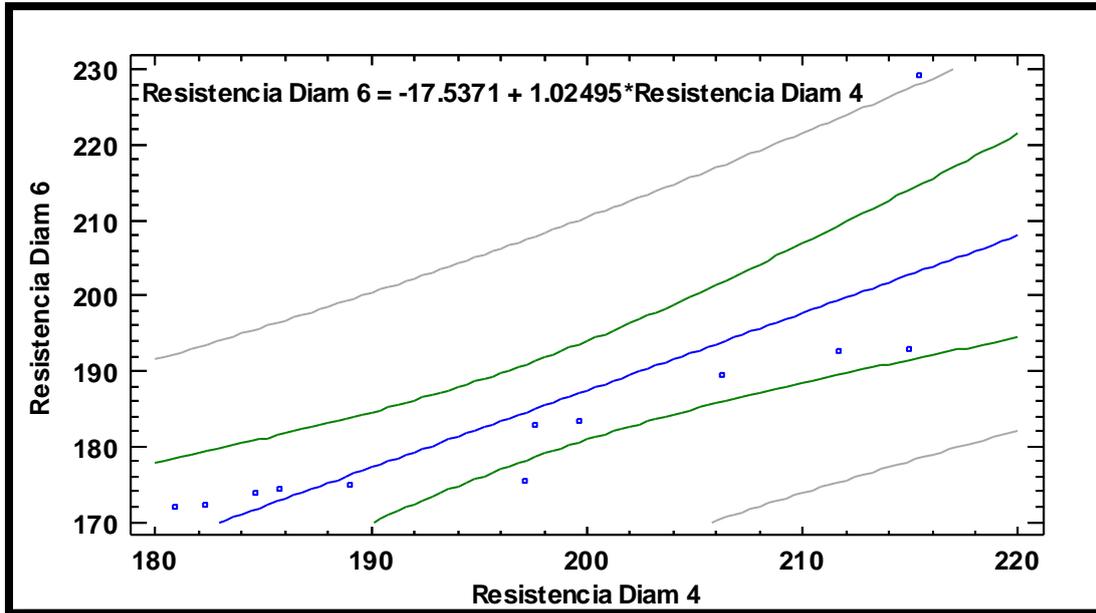
Y : Resistencia a la Compresión del Concreto (Kg/cm²)

X : Valor de la Resistencia de los especímenes de 4"



Figura 21

Coefficiente de Correlación lineal: $K3= 0.8112$, R -cuadrada = 65.80% .



Fuente. Elaboración propia.

Tabla 29

Correlación lineal de probetas cilíndricas de 6" y corazones diamantinos de 4".

Modelo	Correlación	R-Cuadrada
Lineal	0.8112	65.80%

Fuente. Elaboración propia.



D. Comparación de Resultados Finales

Tabla 30

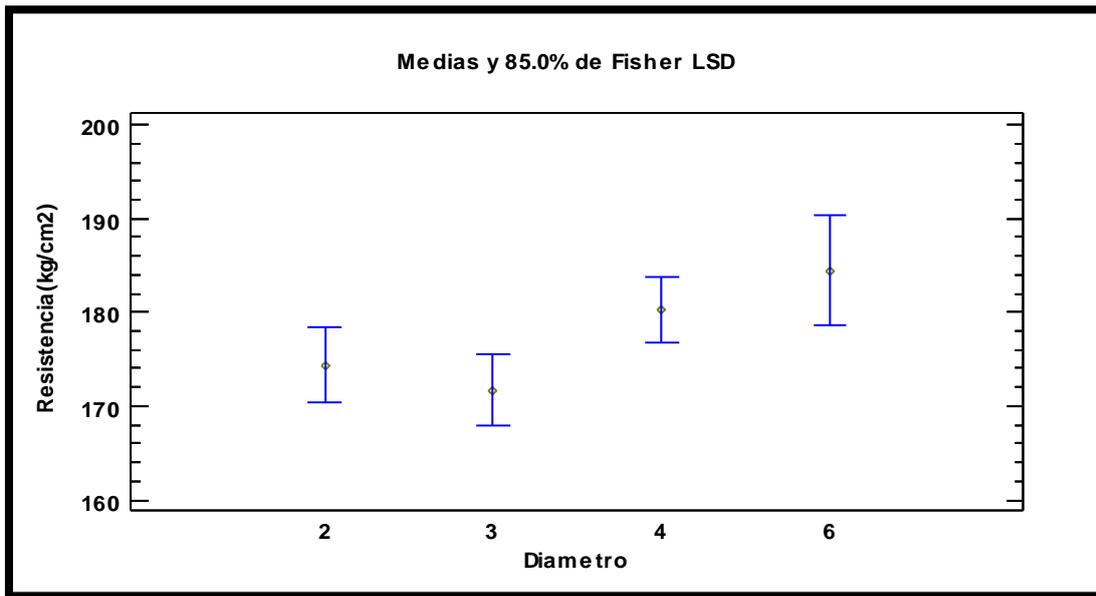
Medias para Resistencia (kgf/cm²) por Diámetro con intervalos de confianza del 85.0%

Diámetro	Pruebas	Media	Desviación Estándar	Coficiente de Variación	Límite Inferior	Límite Superior	Mínimo	Máximo
2"	26	174.343	20.2444	11.6118%	170.36	178.327	143.14	220.36
3"	29	171.673	15.2717	8.89579%	167.902	175.445	149.07	197.0
4"	35	180.233	23.5055	13.0417%	176.799	183.666	140.44	242.16
6"	12	184.465	16.1002	8.72806%	178.601	190.329	172.13	229.2
Total	102	176.796						

Nota. Diámetro con intervalos de confianza del 85.0 %.

Figura 22

Resistencia versus diámetro.

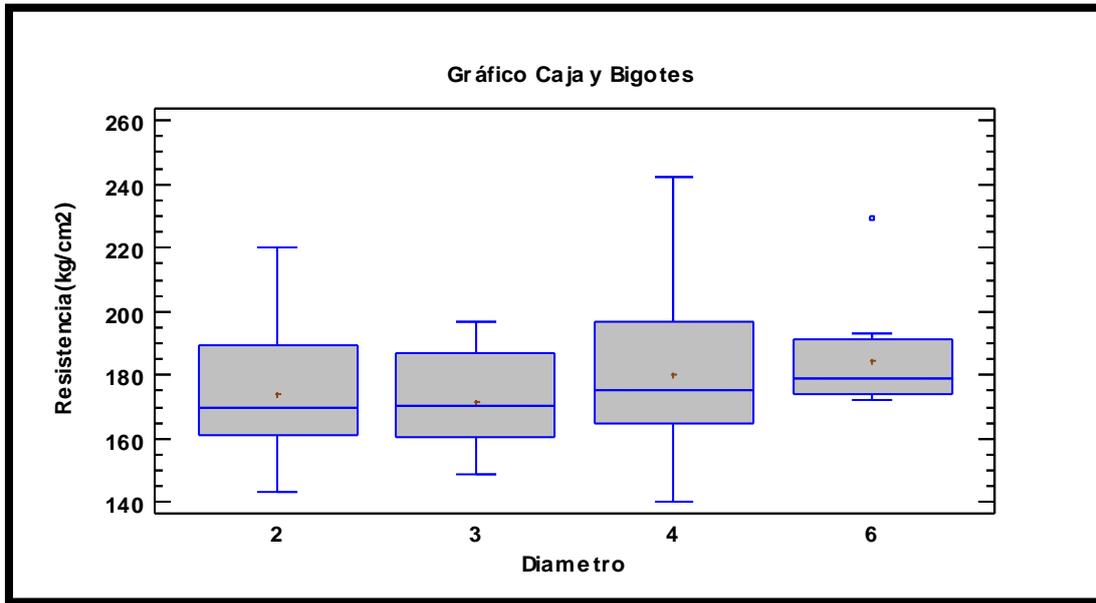


Fuente: Elaboración propia.

La resistencia a la compresión de probetas cilíndricas de concreto de 6" y corazones diamantinos de 4" en promedio presenta similitud, en cambio los corazones diamantinos de 2" y 3" presenta menor resistencia a los obtenidos con 6". La información que se ilustra en la figura:



Figura 23
Resistencia versus diámetro.



Fuente: *Elaboración propia.*

Tabla 31
Resistencia a la compresión nominal del concreto $f'c=210 \text{ kgf/cm}^2$

CORRELACION DE RESISTENCIAS A LA COMPRESION DEL CONCRETO ENTRE PROBETAS CILINDRICAS DE CONCRETO DE 6" Y CORAZONES DIAMANTINOS DE 2", 3" y 4"			
Corazones Diamantinos	Tipo de Correlacion	Ecuación de Correlación	Factor de Correlación (K)
2"	Correlación Lineal	$Y = -27.6247 + 1.1740 * X$	0.8519
3"	Correlación Lineal	$Y = -0.4486 + 0.9928 * X$	0.6610
4"	Correlación Lineal	$Y = -17.5371 + 1.0250 * X$	0.8111

Donde:

K : Coeficiente de Determinación y/o factor de correlación

Y : Resistencia a la Compresión del Concreto (Kgf/cm2)

X : Valor de la Resistencia de los especimenes de 6"



Tabla 32 Factor de corrección y correlación lineal entre probetas cilíndricas de 6"y corazones diamantinos de 2"

Nro.	Resistencia Diam (6") (kg/cm ²)	Resistencia Diam (2") (kg/cm ²)(2")	Ecuacion Correlación Lineal	Coefficiente de Correlación Lineal (K1)	R-cuadrada R ²	Resultado Final con Coeficiente de Correlación Lineal (K1), (kgf/cm2)(2")	Error	Error Promedio	Factor de corrección (FC = Correlación final ± Error promedio)
1	229.20	199.64	$Y = -27.6247 + 1.1740 * X$	0.8519	72.57%	206.76	22.43	-0.0027	206.76
2	192.96	199.17				206.21	-13.25		206.21
3	192.58	192.11				197.92	-5.34		197.92
4	189.40	189.28				194.60	-5.20		194.60
5	183.31	182.69				186.86	-3.55		186.86
6	182.98	177.51				180.78	2.20		180.78
7	175.42	176.57				179.68	-4.26		179.67
8	174.93	171.86				174.15	0.78		174.15
9	174.49	171.39				173.60	0.89		173.59
10	173.83	170.92				173.04	0.79		173.04
11	172.35	168.57				170.28	2.07		170.28
12	172.13	168.10				169.73	2.40		169.72

Tabla 33 Factor de corrección y correlación lineal entre probetas cilíndricas de 6"y corazones diamantinos de 3"

Nro.	Resistencia Diam (6") (kg/cm ²)	Resistencia Diam (3") (kg/cm ²)(3")	Ecuacion Correlación Lineal	Coefficiente de Correlación Lineal (K2)	R-cuadrada R ²	Resultado Final con Coeficiente de Correlación Lineal (K2), (kgf/cm2)(3")	Error	Error Promedio	Factor de corrección (FC = Correlación final ± Error promedio)
1	229.20	197.00	$Y = -0.4486 + 0.9928 * X$	0.6610	43.69%	195.13	34.06	-0.0058	195.13
2	192.96	196.71				194.84	-1.88		194.84
3	192.58	196.42				194.55	-1.98		194.55
4	189.40	193.20				191.36	-1.96		191.36
5	183.31	192.62				190.78	-7.47		190.78
6	182.98	192.32				190.49	-7.51		190.49
7	175.42	190.86				189.04	-13.62		189.03
8	174.93	187.06				185.27	-10.34		185.26
9	174.49	173.33				171.63	2.86		171.62
10	173.83	172.16				170.47	3.36		170.46
11	172.35	171.86				170.18	2.17		170.17
12	172.13	171.57				169.89	2.24		169.88

Tabla 34 Factor de corrección y correlación lineal entre probetas cilíndricas de 6"y corazones diamantinos de 4"

Nro.	Resistencia Diam (6") (kg/cm ²)	Resistencia Diam (4") (kg/cm ²)(4")	Ecuacion Correlación Lineal	Coefficiente de Correlación Lineal (K3)	R-cuadrada R ²	Resultado Final con Coeficiente de Correlación Lineal (K3), (kgf/cm2)(4")	Error	Error Promedio	Factor de corrección (FC = Correlación final ± Error promedio)
1	229.20	215.36	$Y = -17.5371 + 1.0250 * X$	0.8111	65.80%	203.21	25.98	-0.0128	203.20
2	192.96	214.92				202.76	-9.80		202.75
3	192.58	211.68				199.44	-6.86		199.43
4	189.40	206.24				193.86	-4.46		193.84
5	183.31	199.61				187.07	-3.75		187.05
6	182.98	197.55				184.95	-1.97		184.94
7	175.42	197.11				184.50	-9.08		184.49
8	174.93	189.01				176.20	-1.28		176.19
9	174.49	185.78				172.88	1.60		172.87
10	173.83	184.60				171.68	2.15		171.66
11	172.35	182.24				169.26	3.09		169.25
12	172.13	180.92				167.91	4.22		167.89



5.2. Matriz de Consistencia

EVALUACION DE LA RESISTENCIA DE ESPECIMENES DE NUCLEOS DIAMANTINOS DE CONCRETO DE 4", 3" Y 2", CON RESPECTO A TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO DE 6"					
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPOTESIS GENERAL	VARIABLES	INDICADORES	METODOLOGIA
¿Cuál es el factor de correlación de la resistencia a la compresión entre núcleos diamantinos de concreto de 4", 3" y 2" y las probetas cilíndricas de concreto de 6" ?.	Evaluar la correlación de la resistencia a la compresión de especímenes de núcleos de concreto diamantino de un concreto de 4", 3" y 2" con respecto a probetas cilíndricas de concreto de 6" desarrollado en el laboratorio Geotest en la ciudad del Cusco en el año 2023.	Los especímenes de núcleos diamantinos de concreto de 4", 3" y 2" se correlacionan significativamente con las probetas cilíndricas de concreto de 6",	Variable Independiente 1	Indicador 1	Tipo de Investigación
			Especímenes de núcleos diamantinos de 4", 3" y 2" de un determinado concreto	Resistencia a la Compresión de las muestras.	Aplicada, descriptiva, explicativa, comparativa y con tendencia normativa
					Diseño de la Investigación
					El diseño de la Investigación sera Experimental
			Variable Independiente 2	Indicador 2	Enfoque de la Investigación
			Factor de escala en la relación Altura/Diámetro de los corazones diamantinos de concreto de 4", 3" y 2".	Valor cuantitativo de las resistencias a la compresión de las muestras a investigar en (Kgf/cm2).	Enfoque Cuantitativo
					Técnicas de recolección de datos
					* Producción de probetas de cilíndricas de concreto de 6" y bloques de concreto (de donde se obtendrán los especímenes de concreto diamantino de 4", 3" y 2").



EVALUACION DE LAS RESISTENCIAS DE ESPECIMENES DE NUCLEOS DIAMANTINOS DE CONCRETO DE 4", 3" Y 2", CON RESPECTO A TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO DE 6



PROBLEMAS ESPECIFICOS	OBJETIVO ESPECIFICOS	HIPOTESIS ESPECIFICAS	Variable Independiente 3	Indicador 3	Técnicas de recolección de datos
<p>a. ¿Sera la NTP 339.059 – 2017: CONCRETO. ¿Método para la obtención y ensayo de corazones diamantinos y vigas seccionadas de concreto “¿Elemento para la Determinación del factor de correlación de resistencias entre probetas cilíndricas de concreto de 6” y especímenes de concreto diamantino de 4”, 3” y 2” obtenido con perforadora de diamantina” valedero para la determinación del factor de correlación de estos especímenes?</p>	<p>a. Evaluar el efecto de escala de los especímenes de 4”, 3” y 2” en la determinación de la resistencia.</p>	<p>a. Al determinar los resultados de los ensayos entre las probetas cilíndricas de concreto de 6” y de los especímenes de concreto diamantino de 4”, 3” y 2” de un determinado concreto, podremos evaluar cuantitativamente el efecto de escala de estos corazones diamantinos, haciendo énfasis estrictamente en la relación Altura/diámetro (H/D = 2) de cada espécimen de concreto diamantino estudiado.</p>	<p>Evaluación y Análisis de la resistencia a la compresión de las probetas cilíndricas de concreto de 6” y de los corazones diamantinos de concreto de 4”, 3” y 2”.</p>	<p>Obtención y ensayos de las muestras.</p>	<p>* Ensayo de probetas cilíndricas de concreto de 6" (Resistencia a la Compresión)</p>
				<p>Variable dependiente</p> <p>Probetas cilíndricas de concreto de 6” de un determinado concreto.</p>	<p>Indicador 4</p> <p>Relación Altura/Diámetro (H/D=2) de las muestras.</p>
<p>b. ¿En la determinación del factor de correlación de resistencias entre probetas cilíndricas de concreto de 6” y especímenes de concreto diamantino de 4”, 3” y 2” en qué porcentaje afectara a la resistencia el efecto de escala de estos especímenes?</p>	<p>b. Obtener el factor de correlación entre las resistencias de corazones diamantinos de concreto de 4”, 3” y 2” y las probetas cilíndricas de concreto de 6”.</p>	<p>b. Se espera que los factores de correlación K1, K2 y K3 entre las resistencias a compresión de las probetas cilíndricas de concreto de 6” y los corazones diamantinos de 4”, 3” y 2” sean significativamente positivos. K1 tendrá una correlación alta, sugiriendo que los núcleos de 4” son confiables. K2 mostrará correlación moderada y K3 baja, limitando su uso en la evaluación.</p>	<p>Indicador 5</p> <p>Análisis de los resultados obtenidos.</p>	<p>Indicador 5</p>	<p>* Obtención y ensayo de especímenes de concreto diamantino de 3”.</p>
				<p>Indicador 6</p>	<p>* Obtención y ensayo de especímenes de concreto diamantino de 2”.</p>
				<p>Valor cuantitativo de los factores de correlación (K1, K2 y K3).</p>	<p>Analisis e interpretación de la Información</p>
					<p>Se procesará en gabinete</p>
	<p>Se utilizará el programa Excel</p>				



ANEXOS

- **ANEXO 1:** NORMA TÉCNICA PERUANA NTP 339.059 – 2017 -“METODO PARA LA OBTENCIÓN Y ENSAYO DE CORAZONES DIAMANTINOS Y VIGAS SECCIONADAS DE CONCRETO”.
- **ANEXO 2:** DISEÑO DE MEZCLAS.
- **ANEXO 3:** RESULTADOS DE LOS ENSAYOS EN PROBETAS DE 6”
- **ANEXO 4:** RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE DIAMANTINA DE 4”, 3” Y 2”.
- **ANEXO 5:** PANEL FOTOGRAFICO.



CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

- A. En el marco de esta investigación, hemos logrado determinar de la manera más real la resistencia a la compresión del concreto mediante la implementación de un factor de correlación entre probetas cilíndricas de concreto de 6"x12" y corazones diamantinos de 4"x8", 3"x6" y 2"x4". Se ha confirmado la validez y consistencia de la correlación entre las resistencias obtenidas de las probetas cilíndricas y los corazones diamantinos de 4"x8", lo que indica su potencial utilidad como representantes confiables de la resistencia del concreto en entornos constructivos de Cusco.
- B. No obstante, es fundamental destacar que la variabilidad en las resistencias a la compresión se ha observado al considerar corazones diamantinos de dimensiones menores, específicamente los de 3"x6" y 2"x4". Este fenómeno sugiere la necesidad de un análisis detenido de los factores de escala en futuras investigaciones. Los resultados de este estudio poseen una relevancia significativa en el ámbito de la ingeniería civil y la construcción, y proporcionan una base sólida para investigaciones futuras en esta área especializada.
- C. La investigación revela que el tamaño de los especímenes de concreto influye significativamente en la precisión de las mediciones de resistencia. Los corazones diamantinos de 4"x8" muestran una correlación sólida con las probetas cilíndricas de 6"x12", lo que los hace confiables para evaluar la resistencia del concreto en proyectos de construcción. Sin embargo, los corazones diamantinos de 3" y 2" exhiben mayor variabilidad en las mediciones, indicando un efecto de escala notable. Esto resalta la importancia de seleccionar cuidadosamente el tamaño de los especímenes en futuras evaluaciones de resistencia y proyectos de construcción observándose los siguientes resultados:
- **Hay diferencias significativas en las resistencias, La prueba t-student**, de la prueba t-student realizada con un nivel de confianza del 85%, concluye lo siguiente:
 - La resistencia a la compresión promedio del concreto en probetas cilíndricas



de 6"x12" y corazones diamantinos de 2"x4" presenta diferencias significativas. Esto se respalda con un valor-P de 0.137, lo que sugiere que la hipótesis nula de igualdad de medias se rechaza para un alfa de 0.15.

- En el caso de la comparación de probetas cilíndricas de 6"x12" y corazones diamantinos de 3"x6" también presenta diferencias significativas. Esto se respalda con un valor-P de 0.0211, lo que sugiere que la hipótesis nula de igualdad de medias se rechaza para un alfa de 0.15.
- **Similitud en Resistencia: La prueba t-student**, realizada con un nivel de confianza del 85%, indica que la resistencia a la compresión promedio del concreto en probetas cilíndricas de 6"x12" y corazones diamantinos de 4"x8" muestra similitud. Con un valor-P de 0.566814, no se rechaza la hipótesis nula de igualdad de medias para un alfa de 0.15.
- **Superioridad de Probetas Cilíndricas de 6"**: En términos estadísticos, se puede afirmar lo siguiente:
 - La resistencia a la compresión del concreto en probetas cilíndricas de 6"x12" es superior a la obtenida en corazones diamantinos de 2"x4". El rango de diferencia se sitúa entre 0.331 kgf/cm² como mínimo y 19.913 kgf/cm² como máximo.
 - La resistencia a la compresión del concreto en probetas cilíndricas de 6" es superior a la obtenida en corazones diamantinos de 3". La diferencia varía entre un mínimo de 4.97396 kgf/cm² y un máximo de 20.6091 kgf/cm².
 - **Igualdad de Resistencias Promedio**: En términos estadísticos, se puede concluir que la resistencia a la compresión del concreto en probetas cilíndricas de 6" y corazones diamantinos de 4" es similar, ya que no existen diferencias significativas en los resultados promedio.
- **Homogeneidad en Resultados: La prueba-F**.

Para comparar las desviaciones estándar revela que las variabilidades en los resultados de las pruebas realizadas, dando los siguientes resultados:

 - En probetas cilíndricas de 6"x12" y corazones diamantinos de 2"x4" son similares. Con un valor-P de 0.431287 (85% de confianza), no se rechaza la hipótesis nula de igualdad de las desviaciones estándar.



- en probetas cilíndricas de 6"x12" y corazones diamantinos de 3"x6" son similares. Con un valor-P de 0.77772 (85% de confianza), no se rechaza la hipótesis nula de igualdad de las desviaciones estándar.
- **Heterogeneidad en Resultados:** La prueba-F para comparar las desviaciones estándar indica que las variabilidades en los resultados de las pruebas realizadas en probetas cilíndricas de 6" y corazones diamantinos de 4" son diferentes. Con un valor-P de 0.181 (85% de confianza), no se rechaza la hipótesis nula de igualdad de las desviaciones estándar.

• **Comparación de Resultados Finales**

Tabla 35

Medias para Resistencia(kgf/cm²) por Diámetro con intervalos de confianza del 85.0%

Diámetro	Pruebas	Media	Desviación Estándar	Coefficiente de Variación	Límite Inferior	Límite Superior	Mínimo	Máximo
2"	26	174.343	20.2444	11.6118%	170.36	178.327	143.14	220.36
3"	29	171.673	15.2717	8.89579%	167.902	175.445	149.07	197.0
4"	35	180.233	23.5055	13.0417%	176.799	183.666	140.44	242.16
6"	12	184.465	16.1002	8.72806%	178.601	190.329	172.13	229.2
Total	102	176.796						

Nota. Diámetro con intervalos de confianza del 85.0 %.

Tabla 36

Resumen, resistencia a la compresión nominal del concreto $f''=210$ kgf/cm²

CORRELACION DE RESISTENCIAS A LA COMPRESION DEL CONCRETO ENTRE PROBETAS CILINDRICAS DE CONCRETO DE 6" Y CORAZONES DIAMANTINOS DE 2", 3" y 4"			
Corazones Diamantinos	Tipo de Correlacion	Ecuación de Correlación	Factor de Correlación (K)
2"	Correlación Lineal	$Y = -27.6247 + 1.1740 * X$	0.8519
3"	Correlación Lineal	$Y = -0.4486 + 0.9928 * X$	0.6610
4"	Correlación Lineal	$Y = -17.5371 + 1.0250 * X$	0.8111

Donde:

K : Coeficiente de Determinación y/o factor de correlación

Y : Resistencia a la Compresión del Concreto (Kgf/cm²)

X : Valor de la Resistencia de los especimenes de 6"



Tabla 37 Factor de corrección y correlación lineal entre probetas cilíndricas de 6" y corazones diamantinos de 2"

Nro.	Resistencia Diam (6") (kg/cm ²)	Resistencia Diam (2") (kg/cm ²)(2")	Ecuacion Correlación Lineal	Coefficiente de Correlación Lineal (K1)	R-cuadrada R ²	Resultado Final con Coeficiente de Correlación Lineal (K1), (kgf/cm2)(2")	Error	Error Promedio	Factor de corrección (FC = Correlación final ± Error promedio)
1	229.20	199.64	$Y = -27.6247 + 1.1740 * X$	0.8519	72.57%	206.76	22.43	-0.0027	206.76
2	192.96	199.17				206.21	-13.25		206.21
3	192.58	192.11				197.92	-5.34		197.92
4	189.40	189.28				194.60	-5.20		194.60
5	183.31	182.69				186.86	-3.55		186.86
6	182.98	177.51				180.78	2.20		180.78
7	175.42	176.57				179.68	-4.26		179.67
8	174.93	171.86				174.15	0.78		174.15
9	174.49	171.39				173.60	0.89		173.59
10	173.83	170.92				173.04	0.79		173.04
11	172.35	168.57				170.28	2.07		170.28
12	172.13	168.10				169.73	2.40		169.72

Tabla 38 Factor de corrección y correlación lineal entre probetas cilíndricas de 6" y corazones diamantinos de 3"

Nro.	Resistencia Diam (6") (kg/cm ²)	Resistencia Diam (3") (kg/cm ²)(3")	Ecuacion Correlación Lineal	Coefficiente de Correlación Lineal (K2)	R-cuadrada R ²	Resultado Final con Coeficiente de Correlación Lineal (K2), (kgf/cm2)(3")	Error	Error Promedio	Factor de corrección (FC = Correlación final ± Error promedio)
1	229.20	197.00	$Y = -0.4486 + 0.9928 * X$	0.6610	43.69%	195.13	34.06	-0.0058	195.13
2	192.96	196.71				194.84	-1.88		194.84
3	192.58	196.42				194.55	-1.98		194.55
4	189.40	193.20				191.36	-1.96		191.36
5	183.31	192.62				190.78	-7.47		190.78
6	182.98	192.32				190.49	-7.51		190.49
7	175.42	190.86				189.04	-13.62		189.03
8	174.93	187.06				185.27	-10.34		185.26
9	174.49	173.33				171.63	2.86		171.62
10	173.83	172.16				170.47	3.36		170.46
11	172.35	171.86				170.18	2.17		170.17
12	172.13	171.57				169.89	2.24		169.88

Tabla 39 Factor de corrección y correlación lineal entre probetas cilíndricas de 6" y corazones diamantinos de 4"

Nro.	Resistencia Diam (6") (kg/cm ²)	Resistencia Diam (4") (kg/cm ²)(4")	Ecuacion Correlación Lineal	Coefficiente de Correlación Lineal (K3)	R-cuadrada R ²	Resultado Final con Coeficiente de Correlación Lineal (K3), (kgf/cm2)(4")	Error	Error Promedio	Factor de corrección (FC = Correlación final ± Error promedio)
1	229.20	215.36	$Y = -17.5371 + 1.0250 * X$	0.8111	65.80%	203.21	25.98	-0.0128	203.20
2	192.96	214.92				202.76	-9.80		202.75
3	192.58	211.68				199.44	-6.86		199.43
4	189.40	206.24				193.86	-4.46		193.84
5	183.31	199.61				187.07	-3.75		187.05
6	182.98	197.55				184.95	-1.97		184.94
7	175.42	197.11				184.50	-9.08		184.49
8	174.93	189.01				176.20	-1.28		176.19
9	174.49	185.78				172.88	1.60		172.87
10	173.83	184.60				171.68	2.15		171.66
11	172.35	182.24				169.26	3.09		169.25
12	172.13	180.92				167.91	4.22		167.89



De los cuadros anteriores, se ha observado que, en promedio, la resistencia a la compresión de las probetas cilíndricas de concreto de 6"x12" es similar a la de los corazones diamantinos de 4"x8". No obstante, se ha identificado una disminución en la resistencia promedio en los corazones diamantinos de 2"x4" y 3"x6" en comparación con las probetas cilíndricas de 6"x12".

- **Regresión – coeficiente de correlación de 6"x12" con respecto a corazones diamantinos de 2"x4".**

$$\text{Resistencia Diam 6"} = -27.6247 + 1.17403 * \text{Resistencia Diam 2"}'$$

$$\text{Coeficiente de Correlación Lineal: } K2 = 0.8519$$

$$\text{R-cuadrada} = 72.57\%.$$

$$\text{Lineal: } Y = a + b * X$$

$$Y = -27.6247 + 1.17403 * X.$$

Tabla 40

Correlación lineal de probetas cilíndricas de 6"x12 y corazones diamantinos de 2"x4".

<i>Modelo</i>	<i>Correlación</i>	<i>R-Cuadrada</i>
Lineal	0.8519	72.57%

Fuente. *Elaboración propia.*

- Se ha establecido una correlación lineal entre la resistencia de las probetas cilíndricas de 6"x12" y la resistencia de los corazones diamantinos de 2"x4", representada por la ecuación:

$$\text{Resistencia Diam 6"} = -27.6247 + 1.17403 * \text{Resistencia Diam 2"}'$$

- El coeficiente de correlación lineal (K1) con un valor de 0.8519, lo que indica una fuerte relación positiva entre las dos variables. Además, el coeficiente de



determinación (R-cuadrada) es del 72.57%, lo que demuestra que el modelo de regresión es altamente explicativo y confiable.

- **Regresión – coeficiente de correlación de 6"x12" con respecto a corazones diamantinos de 3"x6".**

$$\text{Resistencia Diam 6''} = -0.448565 + 0.992776 * \text{Resistencia Diam 3''}$$

Coeficiente de Correlación Lineal: **$K2 = 0.6610$**

R-cuadrada = **43.69%**.

Lineal: $Y = a + b * X$

$Y = -0.4486 + 0.9928 * X$

Tabla 41

Correlación lineal de probetas cilíndricas de 6"x12" y corazones diamantinos de 3"x6".

<i>Modelo</i>	<i>Correlación</i>	<i>R-Cuadrada</i>
Lineal	0.6610	43.69%

Fuente. *Elaboración propia.*

- Para la correlación lineal entre las probetas cilíndricas de 6"x12" y los corazones diamantinos de 3"x6", se ha obtenido la ecuación de regresión:

$$\text{Resistencia Diam 6''} = -0.448565 + 0.992776 * \text{Resistencia Diam 3''}$$

- Aunque el coeficiente de correlación lineal ($K2$) es menor en este caso (0.6610), aún indica una relación positiva entre las variables. Sin embargo, el valor de R-cuadrada (43.69%) sugiere que este modelo de regresión es menos explicativo en comparación con el anterior.



- **Regresión – coeficiente de correlación de 6"x12" con respecto a corazones diamantinos de 4"x8".**

$$\text{Resistencia Diam 6''} = -17.5371 + 1.02495 * \text{Resistencia Diam 4''}$$

Coeficiente de Correlación lineal: **K3= 0.8112**

R-cuadrada = **65.80%**.

Lineal: $Y = a + b * X$

$$Y = -17.5371 + 1.0250 * X$$

Tabla 42

Correlación lineal de probetas cilíndricas de 6"x12" y corazones diamantinos de 4"x8".

<i>Modelo</i>	<i>Correlación</i>	<i>R-Cuadrada</i>
Lineal	0.8112	65.80%

Fuente. *Elaboración propia.*

- Para la relación entre las probetas cilíndricas de 6"x12" y los corazones diamantinos de 4"x8", se ha determinado la ecuación de regresión:

$$\text{Resistencia Diam 6''} = -17.5371 + 1.02495 * \text{Resistencia Diam 4''}$$

- El coeficiente de correlación lineal (K3) en este caso es notable, con un valor de 0.8112, indicando una relación positiva y significativa entre ambas variables. El R-cuadrada de 65.80% confirma la robustez del modelo de regresión.
- En resumen, los análisis de regresión y correlación subrayan la relación entre las probetas cilíndricas de 6"x12" y los corazones diamantinos de diferentes dimensiones. Estos resultados proporcionan una base sólida para la estimación y comprensión de la resistencia a la compresión del concreto en diversas situaciones de prueba y evaluación, lo que contribuye significativamente a la calidad y confiabilidad en la industria de la construcción.



- **Proceso de vaciado del concreto y curado**

- ✓ Se hizo el vaciado con material de cantera de Vichoq, que es el material más utilizado en la ciudad de Cusco.
- ✓ Se vaciaron losas de concreto macizo de 1.20x1.30x0.25m, con el objeto de extraer los corazones diamantinos de 4"x8", 3"x6" y 2"x4, utilizando una diamantina portátil. También se vaciaron las probetas cilíndricas de concreto de 6"x12", el proceso de vaciado fue el mismo con las condiciones técnicas de las normas vigentes existentes.
- ✓ Para efectos de esta investigación, el proceso de curado se realizó con el criterio como si estuviéramos en obra, haciendo énfasis de que probetas cilíndricas de concreto de 6"x12" no fueron sumergidas en agua por un periodo de 7 a 10 días calendario; sin embargo se aplicaron los procesos de obra, echándole agua para el proceso de curado durante 10 días calendario a razón de 04 veces al día, con la finalidad de experimentar los procesos reales en obra referente al curado de las estructuras principales como son las columnas, vigas y losa de concreto armado.



RECOMENDACIONES

- ✓ Las recomendaciones se centrarán en sugerir las acciones orientadas a normar los hallazgos de la presente investigación. Se recomendarán que factores de correlación se deberán de emplear para corregir los valores de resistencia a la compresión del concreto obtenidos con perforadoras de diamantina con respecto a las probetas de 6"x12".
- ✓ Se recomendará a la norma técnica los resultados obtenidos de los corazones diamantinos de 4"x8", 3"x6" y 2"x4", haciendo énfasis sobre todo a los especímenes de diámetro de 3"x6" y 2"x4" que actualmente no están normalizadas.
- ✓ En la ciudad de Cusco, con respecto a los agregados de cantera de Vichoq se debe tener cuidado cuando se vaya a utilizar en el proceso de vaciado de estructuras de concreto armado, recomendándose siempre trabajar con un diseño de mezclas para lograr las resistencias requeridas en los respectivos proyectos.
- ✓ Se recomienda realizar más investigaciones referentes a este tema con el objeto de verificar los resultados obtenidos referente al análisis de comparación y correlación de las resistencias de compresión de un determinado concreto.



BIBLIOGRAFÍA

- AASHTO T 24 M/T . (2015). *Método estándar de prueba para obtener y probar núcleos y vigas aserradas de concreto.*
- Aguirre, C. (2018). *Correlación entre núcleos diamantinos de losas de concreto y testigos de 6"x12", 4"x8" para determinar factores de corrección en la resistencia del concreto.* Universidad Nacional del Centro del Perú.
- ASTM C 42. (2017). *Método de prueba estándar para obtención y ensayo de nucleos perforados y vigas aserradas de hormigón.*
- ASTM C150/C150M. (2022). *Especificación estándar para cemento Portland.* ASTM.
- Benito, F., Parra, C., Valcuente, M., Miñano, I., & Rodríguez, C. (2015). *Método para cuantificar la segregación en hormigones autocompactantes.* Concreto y cemento. Investigación y desarrollo.
- C494, A. (2019). *Especificación estándar para aditivos químicos para hormigón.*
- Cárdenas, D., & Frank, C. (2023). *Determinación de la variabilidad de resistencia a la compresión en testigos diamantinos, influenciados por los diámetros, alturas y humedades; para elementos estructurales de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ en Lima Metropolitana.* Biblioteca UPC.
- Data Lab. (2020). *Prueba t para muestras independientes.* Obtenido de <https://datatab.es/tutorial/unpaired-t-test>
- INACAL. (2019). *Peso Unitario.* INACAL.
- Kosmatka, H. (2004). *Diseño Y Control De Mezclas De Concreto .* PCA.
- López, J. (2015). *Análisis de las propiedades del concreto reforzado con fibras cortas de acero y macrofibras de polipropileno: influencia del tipo y consumo de fibra adicionado.* Universidad Nacional Autónoma de México.
- NPT 339.034. (2015). *Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestra cilíndricas.*
- NPT 339.059. (2017). *Método para la obtención y ensayo de corazones diamantinos y vigas seccionadas de concreto.*
- NTP 339.033. (2015). *Practica Normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en campo.*
- NTP 339.046. (2008). *Peso Unitario y Rendimiento.* Comisión de Normalización y de Fiscalización de Barreras Comerciales No Arancelarias.



- NTP 339.187. (2002). *Densidad Absorsion Vacios Concreto*. Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales-INDECOPI.
- Osorio, J. (S.f). *Diseño de mezclas de concreto*. 360 en concreto.
- Poquioma, J., & Pariona, C. (2023). *Propuesta de Concreto Proyectado Estructural para la Estabilización de Taludes en el Acantilado de la Costa Verde, Distrito de Magdalena del Mar*. UPC.
- Probabilidad Estadística . (2016). *Sesgo sesgo estadistico* . Balderix.
- Quiroz, F. (2006). *Estudio de la degradación en polímeros oxo-biodegradables*. Departamento de Alimentos y Biotecnología.
- Quiroz, M., & Salamanca, L. (2006). *Lucas. Apoyo didáctico para la enseñanza y aprendizaje en la asignatura de tecnología del hormigón*. Universidad Mayor de San Simon, Facultad de ciencias y Tecnología.
- R., M. C. (Febrero 2010). *Estadística Inferencial - Estadística Aplicada*. Chimbote.
- Sampieri, R. (2014). *Metodología de la investigación*. McGraw-Hill.
- Sanchez de Guzmán, D. (2001). *Tecnología del concreto y del mortero*. Pontificia Universidad Javeriana.
- Sánchez, F. (2001). *El agua*. IDEAM.
- SIKA. (2009). *Sika informaciones técnicas, curado del concreto*. SIKA.
- Solís, R., & Moreno, E. (2006). *Análisis de la porosidad del concreto con agregado calizo*. Revista de la Facultad de Ingeniería de la UCV.
- Statgraphics. (2018). *Análisis de Una Variable*. Obtenido de <https://www.statgraphics.net/wp-content/uploads/2011/12/tutoriales/Analisis%20de%20Una%20Variable.pdf>
- Torres, J. (2004). *Estudio de la influencia de aditivos acelerantes sobre las propiedades del concreto*. Renati.



PANEL FOTOGRÁFICO

Figura 24

Vaciado de las losas de concreto maciza en el molde.



Fuente: *Elaboración propia.*

Figura 25

Vibrado después del vaciado.



Fuente: *Elaboración propia.*



Figura 26

Losa preparada para el endurecimiento.



Fuente: *Elaboración propia.*

Figura 27

Toma de muestra de concreto.



Fuente: *Elaboración propia.*



Figura 28
Perforación diamantina de 2", 3", 4".



Fuente: *Elaboración propia.*

Figura 29
Toma de muestra de especímenes completada.



Fuente: *Elaboración propia.*

Figura 30
Probetas preparadas para la prueba de resistencia.



Fuente: *Elaboración propia.*

Figura 31
Rotulado de muestras para el ensayo.



Fuente: *Elaboración propia.*

Figura 32
Rotulado de muestras listo para el ensayo destructivo.



Fuente: *Elaboración propia.*

Figura 33
Equipo de ensayo destructivo.



Fuente: *Elaboración propia.*

Figura 34
Rotura de probetas.



Fuente: *Elaboración propia.*